

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА

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

**XX МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ**

26 – 27 апреля 2023 г.

СБОРНИК ТРУДОВ

ТОМ 2

СЕКЦИИ 3,4

**СМОЛЕНСК
2023**

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

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент Пучков А.Ю.
Доктор технических наук, профессор Якименко И.В.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И
ЭКОНОМИКА** (математическое моделирование и информационные технологии в производстве, микроэлектроника и оплотехника). Сб трудов XX -ой Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. В 3 т. Т 2. – 2023. – 380 с.

ISBN 978-5-91412-499-8

В сборнике публикуются труды участников Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Информационные технологии, энергетика и экономика», в которых изложены результаты оригинальных научно-технических работ в области математического моделирования и информационных технологий в производстве, микроэлектроники и оплотехники.

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

ISBN 978-5-91412-499-8

©Авторы

©«Универсум»

© филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске. 2023

СЕКЦИЯ 3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

*П.А. Артюхова, студ.; рук. Д.Ю. Шутова, к.э.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В эпоху цифровой коммуникации и развития беспроводных технологий, эффективность и удобство работы с Wi-Fi стала неотъемлемой частью повседневной жизни. Беспроводные сети с их географической доступностью и возможностью подключения множества устройств, стали настолько востребованными, что их использование, как в домах, так и в офисах, является стандартом для связи с интернетом. Однако, подобно другим технологиям, присутствует угроза безопасности, когда речь идет о беспроводных сетях. В целом, обеспечение правильной защиты беспроводной сети - это главное условие, которое необходимо выполнить при настройке беспроводных сетей бизнеса, чтобы предотвратить возможность несанкционированного доступа к персональным данным и жизненно важным инфраструктурам.

Целью данной статьи является анализ использования методов и средств защиты беспроводных сетей, а также их дальнейшее развитие в нынешних условиях. В данной статье использовались теоретические методы (отбор и анализ публикаций по исследовательской проблеме) и статистический анализ сведений, представленных в сети Интернет.

В настоящее время, когда беспроводные сети стали неотъемлемой частью жизни, все больше людей сталкивается с проблемой их безопасности. Нарастающий объем передаваемых данных через беспроводную сеть стал потенциальной угрозой для информационной безопасности. Чтобы обезопасить беспроводные сети, необходимо использовать специальные методы и средства защиты [1], представленные на рисунке 1.

Помимо этих методов, существуют и другие средства защиты беспроводных сетей, например, использование системы предупреждения об инцидентах. Эта система обнаруживает инциденты, которые связаны с безопасностью беспроводных сетей, и сообщает об этом оператору сети. Благодаря этой системе администрация сети всегда в курсе происходящего и может быстро принимать меры по защите сети [2].

Для защиты беспроводной сети можно использовать различные типы методов и средств защиты. Выбор конкретного типа зависит от конкретной ситуации и требований. Однако, использование любого средства защиты лучше, чем никакой защиты вовсе. Поэтому нужно обязательно использовать одно или несколько средств защиты беспроводной сети для повышения ее безопасности.

Развитие цифровых технологий не останавливается и постоянно сталкивается с возникновением новых угроз, обеспечить защиту которым будет все сложнее. В связи с этим, разрабатываются новые методы защиты информации от новых угроз связанных с работой беспроводных сетей. Одним из важнейших направлений развития будет улучшение протоколов безопасности беспроводных сетей, что, в свою очередь, повысит надежность и безопасность сетей.

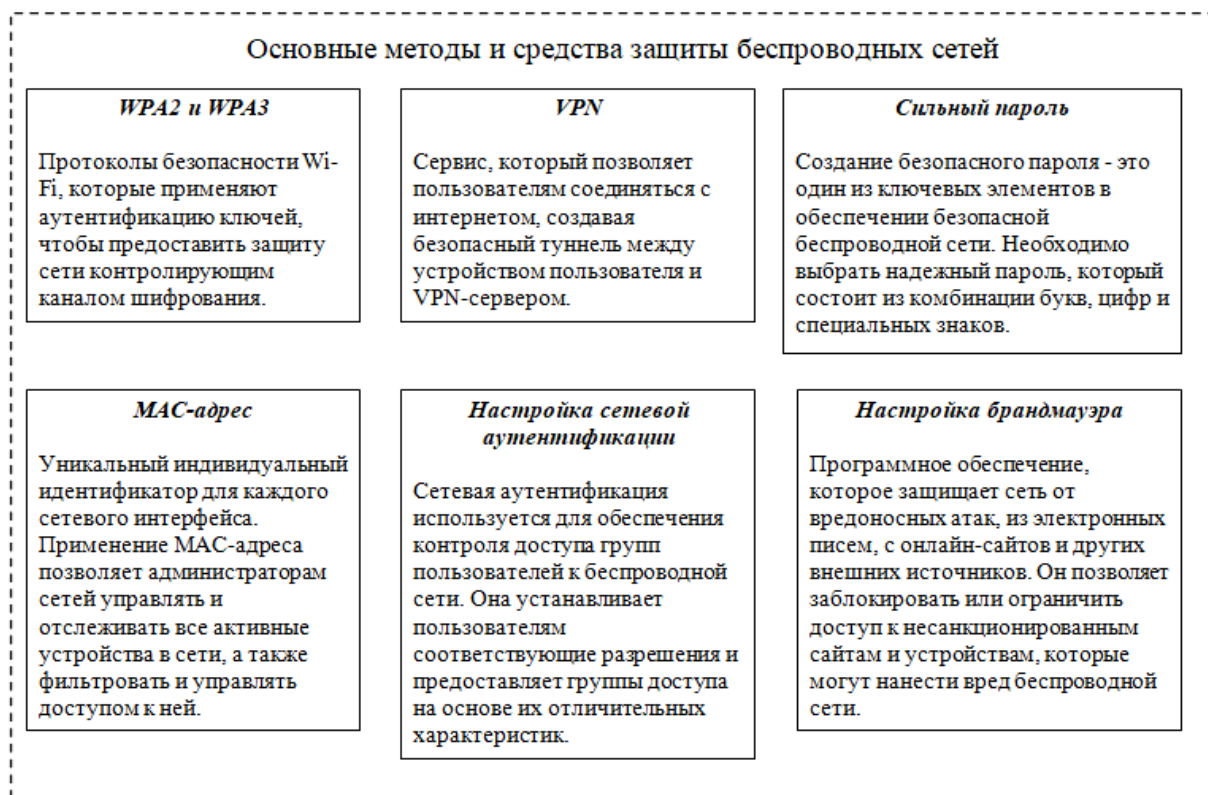


Рисунок 1 - Основные методы и средства защиты беспроводных сетей

Методы и средства, которые помогут улучшить безопасность беспроводных сетей в ближайших перспективах [3]:

1) Защита от атак на уровне устройства. Злоумышленник направляет вредоносное ПО на устройство пользователя, чтобы получить доступ к его персональным данным. Для защиты от таких атак будут использоваться технологии, которые предоставят более высокий уровень защиты на уровне устройства, такие как механизмы защиты аппаратных и программных цепочек, а также биометрические технологии.

2) Новые функции обнаружения атак. Эти технологии будут обеспечивать более глубокий анализ сетевого трафика и идентификацию аномальных пакетов данных. Кроме того, они будут автоматически делать выбор и управлять каналами в сети, что позволит сети реагировать быстрее на атаки.

3) Защита IoT устройств. С появлением большого количества устройств IoT, стало более актуальным улучшение безопасности этих устройств. Они постоянно подключены к Интернету, что значительно увеличивает риск их взлома. В ближайшее время будут созданы новые методы и технологии, которые будут защищать их от взлома и кражи данных.

4) Использование искусственного интеллекта и машинного обучения. Искусственный интеллект и машинное обучение будут использоваться для выявления аномалий в сетевом трафике и обнаружения новых угроз. Алгоритмы искусственного интеллекта смогут обработать большой объем данных, чтобы с легкостью определять необычное поведение сети. Кроме того, машинное обучение будет использоваться для обучения алгоритмов находить уязвимости и бороться с новыми видами атак.

5) Автоматизированное управление устройствами. Автоматическое управление устройствами на основе облака позволит быстро и эффективно реагировать на угрозы безопасности. К примеру, автоматизированное обновление безопасности устройств, не требующее вмешательства пользователя и обеспечивающее оперативную защиту от новых угроз.

Таким образом, безопасность беспроводных сетей является одним из важных аспектов обеспечения безопасности данных. Компании и пользователи должны принимать меры по обеспечению безопасности своих сетей, чтобы избежать утечки данных и других угроз, связанных с нарушением безопасности беспроводных сетей. Все перечисленные методы защиты могут повысить надежность и безопасность сети, а правильное обучение пользователей и постоянный мониторинг являются важными факторами в обеспечении безопасности данных.

Средства и методы обеспечения безопасности беспроводных сетей будут продолжать развиваться в ближайшее время. Расширяющиеся возможности источников опасности, такие как IoT, требуют новых решений, чтобы обеспечить более высокий уровень защиты. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения, автоматизированное управление устройствами и новые методы обнаружения атак помогут обеспечить более эффективную защиту беспроводных сетей.

Литература

1. Жуков В. С. Методы организации беспроводных защищенных сетей // E-Scio. 2021. №3 (54). С. 160-166.
2. Шугуров Д.Е., Добрышин М.М. Предложения по защите беспроводных сетей передачи данных от компьютерных атак, направленных на подмену доверенного пользователя // Экономика и качество систем связи. 2021. №4 (22). С.48-55.
3. Десять самых перспективных беспроводных технологий будущего [Электронный ресурс]: // Завтра облачно. URL: <https://mcs.mail.ru/blog/10-perspektivnych-besprovodnych> (дата обращения: 16.03.2023).

*В.К. Бадяева, студент; рук. Р.Г. Мухарлямов, д-р физ.-мат. наук, проф.
(РУДН, г. Москва)*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ОПИСАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ВСАДНИКА ОТНОСИТЕЛЬНО ЗЕМЛИ ПО ГАРМОНИЧЕСКОМУ ЗАКОНУ

Представим биомеханическую систему всадника и лошади из двух материальных точек, которые представляют собой центры масс (ц.м.) всадника и лошади, движущиеся по гармоническим законам. Движение ц.м. всадника задано относительно ц.м. лошади. Рассмотрим движение по вертикали. Для

описания динамики этой биомеханической системы важно определить условия, при которых всадник продолжает движение по гармоническому закону относительно земли. Для определения этих условий рассмотрим разные частоты движения ц.м. всадника относительно заданного движения ц.м. лошади и разные разницы фаз в их уравнениях движения. Задача нахождения частоты движения лошади и амплитуды колебаний описывается в [1].

Центры масс всадника и лошади расположены на одной вертикали в любой момент времени [2], это необходимое, но не достаточное условие абсолютного движения всадника по гармоническому закону. Для определения остальных условий была написана программа на C/C++, которая суммировала относительное движение ц.м. всадника и движение ц.м. лошади при разных отношениях частот и разности фаз. Движение центра масс лошади определяется по формуле: $x_{horse} = A \sin 2\pi t / T$, где A – амплитуда движения центра масс лошади, π – число пи, t – время, T – период. Пусть амплитуда движения центра масс всадника тоже равна A , расстояние между центрами масс r равно 50 см.

Рассмотрим 5 движений центра масс всадника относительно центра масс лошади:

$$x_{sportsman}^1 = A \sin 2\pi t / T + r \quad (1)$$

$$x_{sportsman}^2 = A \sin 4\pi t / T + r \quad (2)$$

$$x_{sportsman}^3 = A \sin \pi t / T + r \quad (3)$$

$$x_{sportsman}^4 = A \sin 2\pi t / T + \pi / 6 + r \quad (4)$$

$$x_{sportsman}^5 = A \sin 2\pi t / T - \pi / 6 + r \quad (5)$$

здесь $x_{sportsman}^i$, $i = 1; 5$ – законы движения центра масс всадника. Когда $i=1$, то формула (1) совпадает с законом движения центра масс лошади. При $i=2$ и $i=3$ частота движения центра масс всадника $\omega_{sportsman}$ в два раза больше и в два раза меньше частоты движения центра масс лошади ω_{horse} соответственно. При $i=4$ и $i=5$ движение центра масс всадника опережает и отстает на $\pi/6$ от движения ц.м. лошади.

Тогда движения центра масс всадника относительно земли: $x_{sum}^i = x_{horse} + x_{sportsman}^i$, $i = 1; 5$. Гипотезой исследования является то, что наилучшим движением всадника будет (1), когда $\omega_{sportsman} = \omega_{horse}$.

Построены графики для всех 5 случаев (рис. 1, 2). Анализ графиков показал, что частоты всадника и лошади должны совпадать. Небольшая разница фаз не сильно влияет на картину движения за короткое время. Однако, в [1] показано, что всадник и лошадь действуют друг на друга. В каждый момент времени должна решаться прямая и обратная задачи механики, так можно будет полностью учесть влияние разности фаз на движение системы.

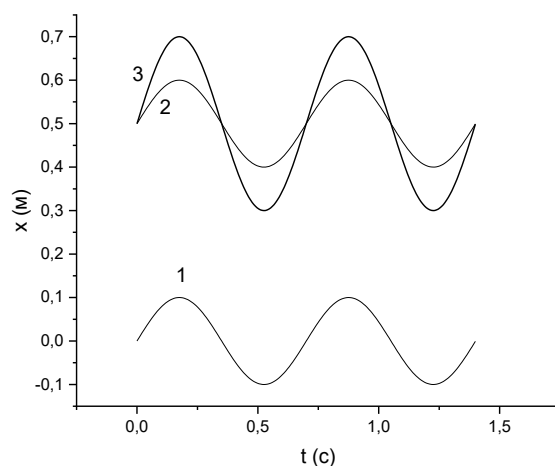


Рис. 1. Случай $\omega_{\text{sportsman}} = \omega_{\text{horse}}$, 1: линия движения ц.м. лошади относительно земли, 2: линия движения ц.м. всадника относительно движения ц.м. лошади, 3: линия движения ц.м. всадника относительно земли

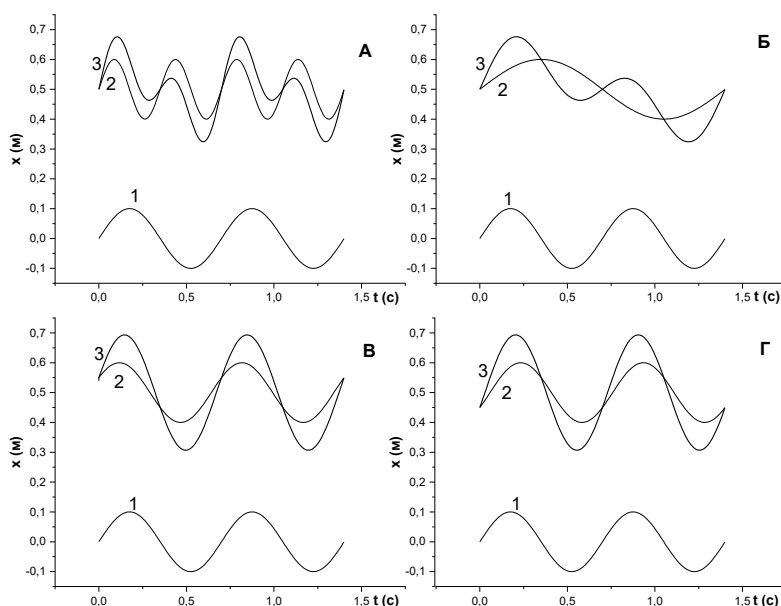


Рис. 2. А: $\omega_{\text{sportsman}} = 2\omega_{\text{horse}}$, Б: $\omega_{\text{sportsman}} = \omega_{\text{horse}} / 2$, В: движение ц.м. всадника опережает движение ц.м. лошади на $\pi / 6$, Г: движение ц.м. всадника отстает от движения ц.м. лошади на $\pi / 6$

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 23-21-10065.

Литература

1. Бадяева В.К., Мухарлямов Р.Г. Решение обратной задачи динамики для движения системы «Конь-наездник» численными методами // LVIII Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники = LVIII All-Russia Conference on Problems in Dynamics, Particle Physics, Plasma Physics and Optoelectronics : материалы конференции. М., РУДН, 23–27 мая 2022 г. – М.:РУДН, 2022. – 283 с. : ил.
2. Мюзелер В. и др. Учебник верховой езды //М.: Прогресс. – 1980.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В РОССИИ

Что означает интернет вещей? Это концепция сети передачи данных, которая позволяет объектам подключаться и обмениваться данными без вмешательства человека. Считается, что внедрение таких сетей окажет значительное влияние на различные отрасли, включая транспорт, здравоохранение и промышленность, что приведет к повышению эффективности и автоматизации. Позволяя машинам взаимодействовать друг с другом без постоянного участия человека, сети IoT могут трансформировать целые отрасли, сводя к минимуму роль человека в этом процессе.

На актуальность темы указывают такие факторы, как активный рост количества устройств интернета вещей, увеличение инвестиций, рост числа крупных инвесторов. Это указывает на то, что статистический анализ тенденций развития интернета вещей является актуальным.

На сегодняшний день по подсчётам компании IoT Analytics, в первом квартале 2022 года наблюдался беспрецедентный всплеск венчурного финансирования стартапов, поскольку объем венчурного финансирования вырос до рекордных 1,2 миллиарда долларов, что почти в пять раз превышает 266 миллионов долларов, привлеченных за тот же период прошлого года. В количественном выражении тоже происходит рост: в 2011 году общее количество IoT устройств превысило количество людей, у которых был доступ в Интернет, и составило 4,6 млрд, а к концу 2021 года по всему миру их насчитывалось 12,2 млрд [4].

В России же по подсчётам компании J'son & Partners Consulting в 2021 году количество подключенных устройств IoT/M2M составило 29,6 млн. Согласно данным, опубликованным в 2022 году в России насчитывается 1,2 – 1,5% подключений IoT/M2M – оборудования к глобальным сетям (WAN), причем зафиксировано использование разных видов технологий подключения, таких как сотовых, проводных, фиксированных и беспроводных фиксированных и т.п. Предполагается, что в России в 2021 – 2025 гг. показатель среднегодового темпа роста данного рынка (Compound Annual Growth Rate CAGR) будет составлять примерно 19%. В то время, как для глобального рынка он ожидается в размере 22%. Таким образом, прогнозируется отставание развития российского рынка по сравнению с глобальным [2].

Российский рынок интернета вещей начал развиваться с некоторым опозданием, однако сейчас развивается достаточно быстрыми темпами. Поэтому важным является статистический анализ развития интернета вещей в России.

Для анализа были выбраны данные подсчёта количества интернета вещей компанией J'son & Partners Consulting за период 2010 – 2021 гг. Для наглядности приведём эти данные графически (рисунок 1) [2].

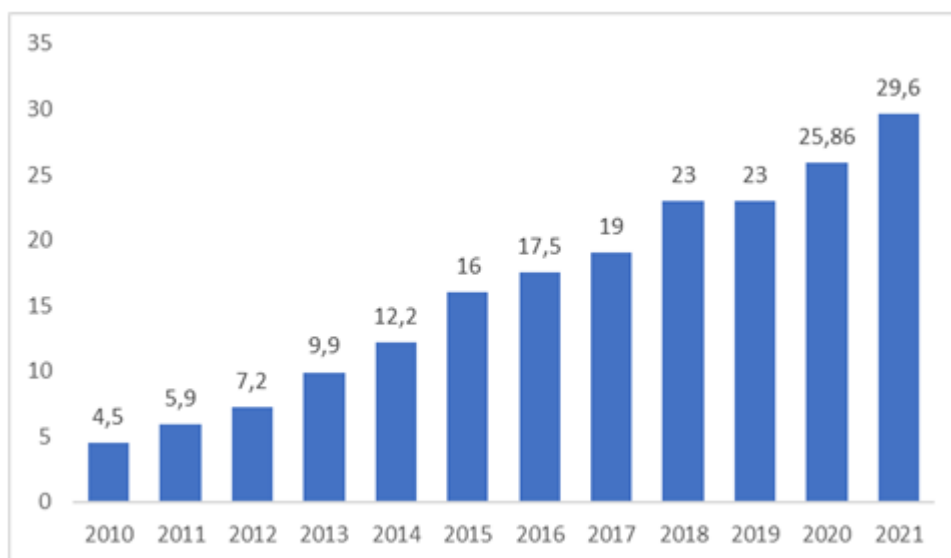


Рисунок 1 – Количество устройств интернета вещей за период 2010-2021 гг. в России

Для собранных данных была выдвинута гипотеза о возможности построения линии тренда. Эта гипотеза была проверена двумя методами, а именно методом разности средних двух частей одного и того же ряда и методом Фостера-Стюарта. Результат проверки подтвердил выдвинутую гипотезу.

Для собранных данных были построены несколько линий тренда, однако в итоге анализа полученного результата был выбран линейный тренд (рисунок 2), как наиболее простой и почти не уступающий в точности полиномам разной степени.

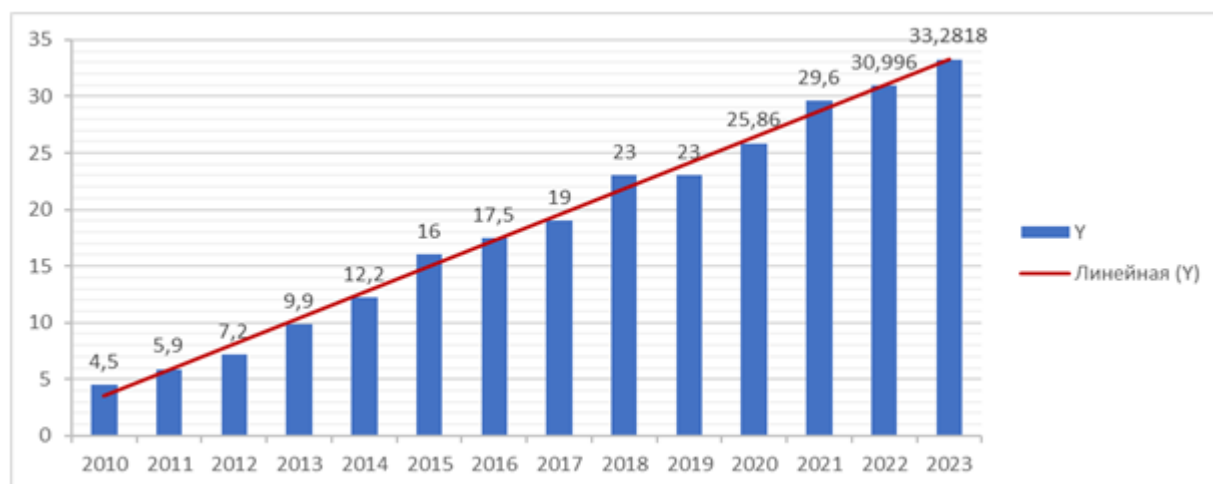


Рисунок 2 – Тренд количества устройств интернета вещей за период 2010-2021 гг. в России с прогнозом на 2022 и 2023 годы

Уравнение тренда (Модель 1):

$$Y = 2,2858 * t + 1,2806,$$

где Y - кол-во IoT устройств, млн шт.; t – время, в годах.

В результате получено, что ежегодно количество IoT устройств в России возрастает в среднем на 2,2858 млн. шт. Ошибка аппроксимации полученной модели 5,8%, что говорит о достаточной точности модели.

Интересным представляется изучение факторов, которые влияют на формирование количества IoT устройств в России, и построение модели связи, отражающей это влияние. Для этого были взяты факторы, представленные в таблице 1 [1]. Изучить подобное влияние возможно с помощью корреляционного и регрессионного анализов.

Таблица 1 – Факторы, использованные для анализа

X ₁	ВВП в текущих ценах, млрд. рублей
X ₂	Численность постоянного населения России на 1-е января, млн человек
X ₃	Число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек населения
X ₄	Число абонентов мобильного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек населения
X ₅	Количество научных публикаций, написанных российскими авторами в области информационно-коммуникационных технологий, опубликованных в журналах, которые индексируются в базе данных Scopus всего, ед
X ₆	Доля населения, которая сталкивалась с проблемами, связанными с вирусами на компьютере, включая потерю информации и время на их удаление, в численности населения в возрасте 15–74 лет, использующего интернет, проценты.

Исследуемые факторы были взяты в количестве 11 единиц за период 2011-2021 гг.

Для анализа выбранных факторов использовалась корреляционная матрица (таблица 2).

Таблица 2 – Корреляционная матрица

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Y	1						
X ₁	0,977813	1					
X ₂	0,861192	0,76569	1				
X ₃	0,976753	0,949629	0,87166	1			
X ₄	0,963626	0,976538	0,762906	0,953441	1		
X ₅	0,962729	0,946764	0,811554	0,943717	0,971064	1	
X ₆	-0,82817	-0,75179	-0,88366	-0,75893	-0,72777	-0,83285	1

Ее анализ показал, что все факторы, выбранные для анализа, имеют сильную связь с результативным признаком Y (кол-во IoT устройств). Однако построение множественной регрессионной модели невозможно, так как наблюдается мультиколлинеарность между факторами. Поэтому в таком случае целесообразно остановиться на парной регрессии. Наиболее высокие парные коэффициенты корреляции относительно Y показывают факторы X₁ и X₃. Далее рассмотрим модели вида:

$$\bar{Y} = a_0 + a_1 * X_1; \bar{Y} = a_0 + a_1 * X_3.$$

Для построения уравнений регрессии воспользуемся методом наименьших квадратов. Полученные уравнения имеют вид:

$$\text{Модель 2: } \bar{Y} = -13,35112 + 0,000341 * X_1,$$

$$\text{Модель 3: } \bar{Y} = -21,65741 + 2,04886 * X_3,$$

где \bar{Y} - кол-во IoT устройств, млн шт.

Характеристики полученных уравнений были сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Характеристики уравнений

Критерий сравнения	Модель 2	Модель 3
Коэффициент детерминации	0,956	0,954
Значение F-критерия Фишера	196,1	186,9
Значения t-критерия Стьюдента	$t_{a0} = -6,46$ $t_{x1} = 14,76$	$t_{a0} = -7,49$ $t_{x3} = 13,67$
Ошибка аппроксимации	11,71%	10,69%

Коэффициенты детерминации обоих уравнений практически равны, т.е. на 95% вариация результативного признака Y - кол-во IoT устройств определяется вариацией факторного признака (либо X_1 – для Модели 2, либо X_3 – для Модели 3). При уровне значимости $\alpha = 0,05$ обе модели (Модель 2 и Модель 3) значимы по критерию Фишера. При полученных значениях F-критерия можно считать их примерно равными. Значения t-критерия примерно равны для двух моделей и превышают табличное значение при уровне значимости 0,05. Поэтому все коэффициенты в моделях значимы.

Ошибка аппроксимации при использовании фактора X_1 составила 11,71 %, а при использовании фактора X_3 - 10,69 %, поэтому выберем уравнение парной регрессии на основе фактора X_3 , так как остальные критерии сравнения значимы и примерно равны.

Для получения прогноза с использованием уравнения регрессии был построен тренд для фактора X_3 с целью использования в дальнейшем для прогнозирования значения Y с помощью уравнения регрессии (Модель 4):

$$X_3 = 1,10991 * t + 12,369,$$

где t – время, в годах.

Ошибка аппроксимации полученной модели 3,1%, что говорит о достаточной точности модели.

В итоге была построена сравнительная таблица (таблица 4) с результатом прогноза разными способами и их усреднённый результат.

Таблица 4 – Результаты прогноза

Прогноз	Модель 1 Y тренд	Модель 3 Y регрессия	Модель 4 X ₃ тренд	Y усреднённый
2022	30,996	30,704	25,558	30,850
2023	33,282	32,955	26,657	33,118
2024	35,568	35,206	27,756	35,387
2025	37,853	37,457	28,856	37,655

Таким образом, из таблицы видно, что рассмотренные модели дают примерно равный результат прогнозирования, однако в данном случае для прогноза нами предлагается использовать усреднённый результат.

Таким образом, в статье произведён статистический анализ развития интернета вещей в России. Изучены и выделены факторы, влияющие на изменение количества IoT устройств. Предложены трендовая и регрессионная модели, позволяющие количественно оценить состояние и развитие интернета вещей в России.

Литература

1. Индикаторы цифровой экономики: 2022: статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, С. А. Васильковский, К. О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2023. – 332 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-7598-2697-2 (в обл.).
2. Интернет вещей, IoT, M2M рынок России [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_(рынок_России)) (дата обращения: 18.02.2023).
3. ВВП России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://gogov.ru/articles/vvp-rf> (дата обращения: 18.02.2023).
4. Интернет вещей, IoT, M2M мировой рынок [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_\(мировой_рынок\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_(мировой_рынок)) (дата обращения: 18.02.2023).

*М.А. Василькова, маг.; рук. Ю.И. Пучков, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ВЫБОР КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОДА

Использование кодов, исправляющих ошибки, для передачи информации в условиях помех приводит к необходимости выбора кратности исправляемых кодом ошибок, определяющей их корректирующую способность. Вероятность ошибочного приёма кодовой комбинации не является постоянной, поэтому приходится учитывать взаимозависимые факторы – длину кодовой комбинации и вероятность искажения одного символа кода. Актуальной является задача разработки и совершенствования кодов с малым временем декодирования, один из подходов к решению которой представлен в данной работе.

Кратность исправляемых кодом ошибок увеличить невозможно, так как она жестко определяется его длиной. Существует правило, что чем больше код исправляет ошибок, тем меньше вероятность ошибочного приёма его кодовой комбинации. Но с ростом числа исправляемых кодом ошибок растёт его избыточность и существенно увеличивается время декодирования, что ограничивает реальную (практически допустимую) корректирующую способность кода.

Среди корректирующих кодов следует выделить коды Хэмминга, позволяющие исправлять одиночные ошибки. Эти коды являются совершенными и у них практически отсутствует затрата времени на декодирование, что сохраняется при любой длине кодовой комбинации. Избыточность кодов Хемминга с ростом длины кодовой комбинации стремиться к нулю. С другой стороны, коды могут быть корректирующими лишь при наличии их избыточности, а если избыточность стремиться к нулю, то с ростом длины кодовой комбинация применение его становится нецелесообразным. Однако, код не теряет своей корректирующей способности, просто её становится не достаточно для должной помехоустойчивости приёма сообщений. В таком случае следует применять коды с большей кратностью исправляемых ошибок.

Помехоустойчивость кода можно оценить по вероятности P правильного приёма его кодовой комбинации $P=1-P(s+1)$, где $P(s+1)$ вероятность появления в кодовой комбинации $s+1$ ошибок, s – выбранная кратность исправляемых кодом ошибок. На практике о помехоустойчивости судят просто по величине вероятности $P(s+1)$, справедливо полагая, что вероятность появления ошибок большей кратности пренебрежимо мала. Чем меньше $P(s+1)$, тем выше помехоустойчивость кода, причём принимают во внимание лишь порядок ошибки a , т.е величину 10^{-a} , $a=2,3,4$ и т.д. Чем больше a , тем выше помехоустойчивость кода.

Вероятность $P(s)$ того, что в кодовой комбинации длиной n возможно появление s ошибок, определяется как $P(s) = C(n,s)p^s(1-p)^{(n-s)}$, где $C(n,s)$ – число сочетаний из n по s , p - вероятность искажения одного символа кода. Вероятность p определяется величиной отношения сигнал/шум в канале связи. Чем больше величина отношения сигнал/шум, тем меньше величина p . Увеличение отношения сигнал/шум возможно лишь увеличением мощности сигнала, что практически всегда ограничено. Обычно $p = 10^{-2} \dots 10^{-5}$. При вычислении $P(s)$ можно полагать, что $(1-p)^{(n-s)} \approx 1$. Для примера: если $p = 10^{-2}$, то $(1-p)^{64} = 0.5$, а при $p = 10^{-3}$ $(1-p)^{1024} = 0.5$. При меньших степенях результат 0.5 можно принять за 1, а при больших степенях – за 0.1. Только при очень большой (практически не реализуемой) длине кодовой комбинации этот сомножитель может уменьшить вероятность $P(s)$ на один порядок. Следовательно, можно принять $P(s) = C(n,s)p^s$.

В таблице 1 приведены результаты расчётов величины вероятности $P(s)$ для ошибок $s=1,2,3$, длинах кода 20 и 50 и вероятностей искажения символа кода $p = 10^{-2}$ и 10^{-3} .

Таблица 1 - Величина вероятности $P(s)$

P	10^{-2}		10^{-3}		
	длина кода n	20	50	20	50
$s=1$		0.2	0.5	0.02	0.05
$s=2$		0.0045	0.12	4.5e-5	0.0012
$s=3$		0.00012	0.02	1.2e-7	2e-5

Из данных таблицы 1 можно сделать следующие выводы:

– с уменьшением величины p на один порядок существенно уменьшается вероятность возникновения ошибок большой кратности (начиная с ошибки кратности 2 не менее, чем на два порядка);

– использование $p = 10^{-2}$ допустимо при длинах кода не больше 20. С увеличением длины кода возрастает вероятность возникновения ошибок кратности большей 1;

– уменьшение величины p позволяет применять коды с меньшей корректирующей способностью [1].

Точный расчёт вероятности $P(s)$ возникновения ошибок кратности s , как это приведено в таблице 1, при первоначальном выборе корректирующей способности кода можно заменить её приближённым значением. Для этого оценим величину числа сочетаний как $C(n,s) \approx (n)^s/s!$. Это приближение оказывается завышенным не более чем на 10%. Величина возникновения ошибки кратности s в таком случае оценивается как $P(s) \approx (np)^s/s!$.

Вероятность ошибочного приёма кодовой комбинации должна быть хотя бы на один порядок меньше вероятности появления исправляемой ошибки кратности s . Это можно записать в виде отношения $P(s)/P(s+1) = (np)/(s+1) \leq 10^{-1}$. Откуда следует взаимосвязь величин n, p, s . Вероятность p искажения одного символа кода и вероятность возникновения в кодовой комбинации ошибки заданной кратности принято записывать как 10^{-a} , где a целое число большее 1. Промежуточные значения вероятности p округляются до ближайшего нижнего значения a , а вероятности возникновения ошибки в кодовой комбинации округляются до ближайшего верхнего значения a . Например, вероятность $P(s) = 2 \cdot 10^{-4}$ принимают как $P(s) = 10^{-3}$, а расчётное значение $p = 2 \cdot 10^{-2}$ принимают за $p = 10^{-2}$, которое надлежит обеспечить соответствующим отношением сигнал/шум.

При малых длинах кода не удаётся построить коды, исправляющие большое число ошибок. В качестве кодов, исправляющих более одной ошибки, станем рассматривать коды БЧХ (Боуз, Чоудхури, Хоквингейм). При одинаковой корректирующей способности с ростом длины кода их избыточность уменьшается. БЧХ - коды позволяют исправлять все ошибки кратности $s \leq n/2$, но практически целесообразно их использовать при кратности ошибок $s \leq n/4$, Эти неравенства следует округлять до ближайшего меньшего целого числа. При кратности исправляемых кодом ошибок большим $n/4$ вплоть до $n/2$ число информационных символов становится равным 1. Например, БЧХ – код длины 63 может исправлять 31 ошибку, а практически целесообразно его использование для исправления 15 и менее ошибок. При 15 исправляемых ошибках число информационных символов кода равно 7, а при 16 и большем числе ошибок (до 31) будет только один информационный символ. Аналогично у кода длины 31 получим приемлемое число исправляемых ошибок равно 7 при $k=6$. И вообще, минимальное число информационных разрядов (кроме 1) при максимальной корректирующей способности кода равно двоичному логарифму $\log(n+1)$.

Основная проблема использования кодов с большой корректирующей способностью заключается в их декодировании [2]. Выполнение большого числа операций, необходимых для декодирования, практически может быть даже невозможно реализовать за отведённое на детектирование время. Альтернативой БЧХ – коду длины n , исправляющего s ошибок, может быть корректирующий код с повторением, реализованный на основе БЧХ – кода, исправляющего $s/2$ ошибок. Но такой код позволит исправлять уже $s+1$ ошибку. Число информационных разрядов такого кода с повторением будет $\log(n+1) - 1$ [3].

Среди кодов с однократным повторением есть код, получивший название инверсного кода (ИК): исходная комбинация кода просто повторяется, если число единиц в ней чётное и повторяется инверсно, если количество единиц в исходной комбинации нечётно. Декодирование ИК. Принимается первая часть кодовой комбинации. Если число единиц в ней чётно, то вторая часть принимается без изменений, а если нечётно, то вторая часть принимается инверсно. Затем обе половинки кода поразрядно сравниваются между собой (складываются по модулю два). Полученную в результате такого сравнения комбинацию назовём результатом сравнения (РС). При отсутствии ошибок РС будет нулевой комбинацией.

Авторами на основе алгоритма ИК предложен модифицированный инверсный код (МИК), отличие которого от ИК заключается в том, что уже первая половина кодируется кодом кода Хэмминга. Для определённости будем считать, что проверочные символы занимают старшие разряды кода. Информационные разряды кода Хэмминга используются для построения ИК. Для МИК имеет кодовое расстояние равно 5, так как кодовое расстояние кода Хэмминга равно 3 и кодовое расстояние второй половины инверсного кода равно 2.

Декодирование МИК. Находят РС ИК и вычисляется опознаватель кода Хэмминга (на это требуется один такт времени). По РС определяют отсутствие ошибки или наличие одиночной ошибки в ИК. Потребителю передаётся всегда первая часть ИК, предварительно исправленная, если она была поражена ошибкой. Рассмотрим декодирование ИКК при различных вариантах ошибки в принятой кодовой комбинации.

Одиночная ошибка поразила разряды ИК. Если поражена ошибкой первая часть ИК, то она исправляется. Если же она поразила проверочные разряды кода Хэмминга или вторую часть ИК, то остаётся без внимания. Декодирование двойной ошибки. Возможны следующие случаи двойной ошибки: 1) двойная ошибка исказила одноимённые разряды половин ИК; 2) исказить два разряда в одной половине кода; 3) исказить по одному разноимённому разряду в обеих половинках кода; 4) ошибкой поражены только проверочные разряды кода Хэмминга или поражён один проверочный разряд кода Хэмминга и один разряд ИК.

В первом случае РС будет чисто единичная комбинация. По опознавателю кода Хэмминга, исправим одиночную ошибку в первой части ИК. Во втором

случае результатом сравнения будет нулевая комбинация с двумя единицами на местах искажённых разрядов. Если эти разряды находятся в первой половине инверсного кода, то опознаватель кода Хэмминга будет отличен от нуля, а если - во второй, то он будет нулевым. Ошибку в двух разрядах первой половины кода исправляем (если они были искажены). Заметим, что в этом случае ошибку можно не исправлять, а безошибочную половину кода выдать потребителю. В третьем случае получим единичную комбинацию с двумя нулями. По опознавателю кода Хэмминга исправляем ошибку в первой части ИК. При четвёртом варианте действия ошибок декодирование происходит как и в случае одиночной ошибки.

Видим, что МИК позволяет исправлять одиночные и двойные ошибки. Причем, в большинстве случаев собственно исправления можно и не производить, а если проводится исправление только одиночной ошибки, то есть практически без затраты времени.

Проведём сравнение по избыточности МИК с кодами БЧХ.. Избыточность R корректирующего кода определяется как $R = m/n$, где n – длина кода, m – количество избыточных символов кода. Для МИК $m = n_x$ – длина кода Хэмминга. Число информационных символов k в коде $k = n - m$. Сравнить станем коды с одинаковой корректирующей способностью и одинаковым числом информационных символов.

Очевидно, что число информационных символов тоже как то надо определить. За основу примем число информационных разрядов кода Хэмминга. Оптимальная длина кода Хэмминга $n_x = 2^a - 1$, где a – целое число не меньшее 3. При a равным 3 и 4 длина кода Хэмминга будет 7 и 15, соответственно. Число проверочных символов m_x в коде Хэмминга определяется как двоичный логарифм $m_x = \log(n_x + 1)$. Для приведённых значений a числа информационных символов в коде будет, соответственно, 4 и 11. Но для ИК, позволяющего исправлять двукратные ошибки, как указывалось выше, число информационных символов не может быть менее 5. Таким образом, за основу возьмём код Хэмминга (15,11), имеющий 11 информационных разрядов и 4 проверочных разряда. Длина ИК, построенного на основе информационных разрядов этого кода, составит 22 разряда. Избыточность ИК всегда равна 0.5 (разряды второй половины кода по сути являются проверочными). Построенный на его основе МИК будет иметь длину 26 (добавятся ещё 4 проверочных разряда кода Хэмминга). и его избыточность $R = 15/26 = 0,58$. БЧХ – код, позволяющий исправлять двойные ошибки, с числом информационных символов равным 11 будет иметь длину 21. Его избыточность $R = 10/21 = 0,48$, т. е. меньше чем избыточность МИК

Предельная эффективность двоичных кодов достигается при максимально возможном для них числе информационных разрядов [4,5]. По избыточности МИК несколько проигрывает в сравнении с БЧХ – кодом. Но он существенно выигрывает в простоте декодирования. Декодирование рассматриваемого БЧХ – кода сводится к составлению системы из двух нелинейных уравнений и её решение в арифметике полей Галуа. К тому же работа декодирующего

устройства занимает много тактов. Всё это при больших скоростях передачи информации создаст трудности технической реализации декодирующего устройства. Декодирование же МИК технически легко реализуется и требуется всего один такт для исправления ошибки.

Особенностью предложенного МИК является то обстоятельство, что он содержит дублирующую информационную часть кода, а ошибки во многих случаях поражают лишь одну из них. Вторую неискажённую ошибкой часть можно передавать потребителю. Это всегда выполняется для одиночной ошибки и для двойной ошибки, когда она поражает по два разряда в каждой информационной половине кода. Простой алгоритм и малое время декодирования при исправлении двукратных ошибок отличают МИК от других подобных по корректирующей способности кодов.

Литература

1. Прудников Е.К., Пименов А. С., Ащеулов С.В. Выбор метода помехоустойчивого кодирования для каналов передачи данных // Сб. тр. конференции «Региональная информатика и информационная безопасность». Санкт-Петербург: Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М.Буденного. 2017, Т.4. С. 158-159.
2. Чадов Т. А. Алгебраические ограничения при решении задачи идентификации корректирующих кодов // Телекоммуникации и транспорт. 2018. Т. 12(9). С.54-58.
3. Пучков Ю.И., Василькова М.А Целесообразность применения корректирующих кодов с повторением // Энергетика, информатика, инновации – 2022: Сб. трудов XII Межд. науч.-техн. конф.в 3 т. – Смоленск: Универсум, 2022. – Т.1. С. 210-215.
4. Аджемов А.С., Альбов И.Ю. О достижимой предельной эффективности корректирующих двоичных кодов // Электросвязь №4. DOI: 10.34 832/ELSV.2022.29.4.009
5. Пучков Ю.И. Корректирующий код с повторением // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2020. Т. 5, № 1(15). С. 8-13.

*М.А. Василькова, маг.; рук. О.В. Булыгина, к.э.н, доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ

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

Цифровизация затрагивает практически все сферы жизни современного человеческого общества – общественные и государственные институты, промышленность, образование, медицину, армию. Это обусловлено преимуществами, которые она предлагает, в частности, повышением качества поддерживаемых процессов, что включает в себя доступность, удобство, широкий спектр предлагаемых сервисов, а также повышенную защищенность этих процессов от коррупционных воздействий. Последнее достигается за счет повышения открытости, публичности и прозрачности государственного управления, создания возможности вскрывать коррупциогенные схемы [1]. Председатель правления «Сбербанка России» Г. Греф считает, что цифровизация является единственным действенным средством борьбы с коррупцией [2]. Одной из наиболее активно развивающихся направлений цифровизации является электронное голосование (ЭГ). Эта технология упрощает и повышает скорость подсчёта голосов, предоставляет удобный доступ к процессу голосования маломобильным гражданам, инвалидам, тем, кто

по разным причинам не может прибыть на пункт голосования в установленное время.

Однако ЭГ также может быть подвержено нарушениям и проблемам, даже большим, чем при традиционном голосовании [3]:

- использование Интернета приводит к появлению угрозы конфиденциальности голосования, что противоречит главному принципу избирательного права – тайне голосования;

- становится подверженным фальсификации процесс установления личности избирателя при регистрации;

- хакерские атаки, а также банальные отключения электроэнергии или сбои в сети передачи данных могут привести к невозможности реализовать гражданами своего избирательного права. Например, при первом применении системы электронного голосования на федеральных выборах в Российской Федерации было совершено почти 2000 кибератак, 20% из которых из-за границы.

Проблема фальсификации личности избирателя при ЭГ порождает возможность вброса голосов избирателей, что в крайних случаях может даже нарушить процедуру легитимизации результатов выборов. Следует отметить, что ЭГ применяется не во всех избирательных участках – в частности, в труднодоступных районах Крайнего Севера сохраняется традиционная процедура голосования. Будем считать, что численность избирателей проголосовавших таким образом мала по сравнению с их общей массой и ей можно пренебречь при дальнейшем анализе.

В этих условиях становится актуальной задача разработки и внедрения инструментов для выявления указанных проблем и нарушений.

Целью проводимого исследования – создание программного инструмента, позволяющего на основе обработки статистических данных о результатах ЭГ выявлять в них аномалии, которые можно использовать для дальнейшего анализа.

В процессе исследования решались следующие задачи: выбор концепции и разработка алгоритма анализа данных ЭГ, выбор программных средств его реализации, апробация предложенного алгоритма на данных из источников открытой информации с результатами ЭГ.

Автором разработана программа, позволяющая на основе метода плотностной кластеризации DBSCAN (Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise) и алгоритма машинного обучения k-ближайших соседей (k-nearest neighbors) выявлять аномалии в результатах ЭГ.

При выборе концепции анализа результатов ЭГ было учтено, что задача обнаружения нарушений при проведении выборов может быть отнесена к задачам обнаружения аномалий в данных, то есть, выявления в них таких паттернов, которые не удовлетворяют predetermined понятию нормального поведения. Спектр методов выявления аномалий весьма широк [4], как и сфер их применения: медицина, социология, промышленность, сельское хозяйство, метеорология, коммунальное хозяйство [5].

Существует большое количество коммерческих программных инструментов для выявления аномалий в данных, например: AIMS, DataDog, Grok, Azure, модуль X-Pack на платформе Elastic. Среди Open-source продуктов можно отметить фреймворк для обнаружения аномалий Morgoth и набирающую популярность систему мониторинга Prometheus. Широкий список прикладных инструментов поиска аномалий представлен на GitHub (<https://github.com/search?q=anomaly>).

Применение коммерческих сервисов для проводимого исследования не целесообразно, так как за их использование надо платить, кроме того, требуется время на изучение их интерфейса и функционала, который может быть недостаточен или не адаптирован под решаемую задачу. То же самое можно сказать и про Open-source продукты (за исключением необходимости платы за их использование). Поэтому было принято решение самостоятельно выбрать методологическую концепцию, на основе которой будет проводиться разработка алгоритма выявления аномалий в данных о результатах ЭГ, а затем реализовать его программно на каком-либо языке программирования.

Выделяют три основных типа аномалий в данных: точечные, контекстуальные и коллективные. В решаемой задаче нарушения при голосовании можно отнести к типу точечных аномалий, которые возникают в случае, если отдельный экземпляр данных может рассматриваться как аномальный по отношению к остальным данным. Остальные два типа применимы к данным, представленным в форме числовых временных рядов, чего в проводимом исследовании не отвечает формату представления данных – распределение результатов по регионам соответствует плоскостной картине распределения полей точек.

Среди подходов к анализу аномалий в данных, помимо статистических, сейчас большую популярность приобретают методы машинного обучения. Это обусловлено их способностью в автоматическом режиме вскрывать сложные закономерности и выявлять глубинные связи в данных, недоступные статистическим методам.

Набор методов машинного обучения условно разделяют на обучение с учителем (искусственные нейронные сети, методы коррекции ошибки, метод опорных векторов), без учителя (альфа-система подкрепления, гамма-система подкрепления, метод ближайших соседей), эволюционные алгоритмы.

Учитывая, что количество регионов (участков), принимающих участие в голосовании, относительно невелико (обычно десятки или сотни), применение искусственных нейронных сетей здесь некорректно, так как они требуют тысячи обучающих примеров, в противном случае наступает их переобучение. Эволюционные алгоритмы также неприменимы, так как построить модель выбора избирателем того или иного объекта голосования не представляется возможным, что требуется при создании интеллектуальных агентов.

В процессе анализа концепций и возможных подходов к построению алгоритма выявления аномалий в результатах ЭГ было принято решение об использовании менее требовательных к объему обучающих данных методов

машинного обучения, таких как алгоритм плотностной кластеризации DBSCAN и алгоритм k-ближайших соседей.

Особенностью DBSCAN является его способность разбивать пространство данных на кластеры произвольной формы, а не только выпуклые множества, в то время как большинство алгоритмов генерируют кластеры, близкие к сферическим. Также было предложено применение метрического классификатора, основанного на вычислении оценок сходства между объектами – алгоритм k-ближайших соседей. Он относительно несложен в реализации и интерпретации, к его недостаткам можно отнести замедление работы, когда объем данных растет, однако в данном исследовании этого не наблюдается.

Предложенный алгоритм выявления аномалий в результатах ЭГ состоит из следующих укрупненных шагов:

Начало.

1. Ввод данных результатов ЭГ и выбор объекта голосования, для которого будет проводиться анализ с целью выявления аномалий.
2. Задание/изменение начальных параметров кластеризации алгоритма DBSCAN и его применение для выявления реального расположения кластеров (РПК) результатов ЭГ.
3. Задание начальных параметров алгоритма k-ближайших соседей и его обучение на данных, соответствующих усредненному распределению результатов ЭГ.
4. Применение алгоритма k-ближайших соседей к рабочей выборке данных для заданного объекта голосования для выявления модельного расположения кластеров (МПК) результатов ЭГ.
5. Сопоставление РПК и МПК и расчет нормы близости результатов кластеризации: $\varepsilon_{\text{рас}} = \|\text{РПК}_i - \text{МПК}_i\|$, где РПК_i и МПК_i – точки кластеров МПК и РПК при $i=1,2,\dots,n$, где n – объем выборки, применяемой при кластеризации.
6. Принимается ли решение на основе величины $\varepsilon_{\text{рас}}$ изменить начальные параметры алгоритмов кластеризации? Если да, то переход к п. 2.
7. Сохранение $\varepsilon_{\text{рас}}$ и результатов кластеризации в результатах ЭГ.

Конец.

Выбор среды реализации представленного алгоритма проводился по критериям открытости (Open-source) и наличия развитой среды библиотек, позволяющих автоматизировать задачи анализа данных. Этим критериям удовлетворяет язык программирования Python, являющийся одним из самых популярных в задачах аналитики данных. Сам Python предоставляет лишь базовый набор управляющих конструкций и функций, однако программистское сообщество создало множество специализированных библиотек, ставящих этот язык в один ряд с таким признанным лидером анализа данных как MatLAB. В данном исследовании используются бесплатные библиотеки: Sklearn (реализует алгоритмы машинного обучения); Matplotlib (для визуализации данных двумерной и трёхмерной графикой); Pandas (для манипулирования числовыми таблицами и временными рядами). Создание и применение программы выполнялось в среде Google Colaboratory — бесплатной облачной среде, в

которой код на Python создается в Jupyter Notebook. Несмотря на введенные санкции, ранее зарегистрированные пользователи могут продолжать пользоваться услугами этой среды.

Для апробации предложенного алгоритма и разработанной программы был проведен поиск открытых источников со статистикой результатов голосований в домене Российской Федерации. Такие данные были представлены на сайте Центральной избирательной комиссии и для анализа были использованы результаты голосования в Государственную думу 2021 года. Эти данные также можно найти в удобном виде в телеграмм канале RUElectionData (<https://t.me/s/RuElectionData>). В этих данных сформирован обширный набор сведений, с разбивкой по политическим партиям, о прохождении голосования на различных участках и в результатах выборов представлены такие параметры, как динамика явки в контрольных точках, данные о прикреплении/откреплении избирателей, история голосований и явки, геоданные, привязка жилых домов к участкам и другие. Эти параметры образуют обширное признаковое пространство, однако наиболее информативным из них является явка, представляющая собой отчетный KPI (ключевой показатель эффективности, key performance indicators, KPI). Система KPI была предложена С. Кириенко и применяется для оценки работы государственных органов власти, поэтому в дальнейшем исследовании проанализируем именно явку избирателей, так как предполагаемые аномалии в первую очередь могут касаться именно ее.

Действуя в соответствии с предложенным алгоритмом, предварительно, файл с данными голосования надо загрузить в сессионное хранилище Google Colaboratory. Анализировалось четыре лидировавших на выборах партии, будем называть их именами переменных x_1 , x_2 , x_3 и x_4 , чтобы сохранить для них анонимность. Применение алгоритма DBSCAN показывает, что в районе относительных явок от 0.2 до 0.6 имеется скопление, а в районе свыше 0.6 – расходящиеся «хвосты» (рисунок 1а). Это может свидетельствовать об аномалии, которую целесообразно проанализировать.

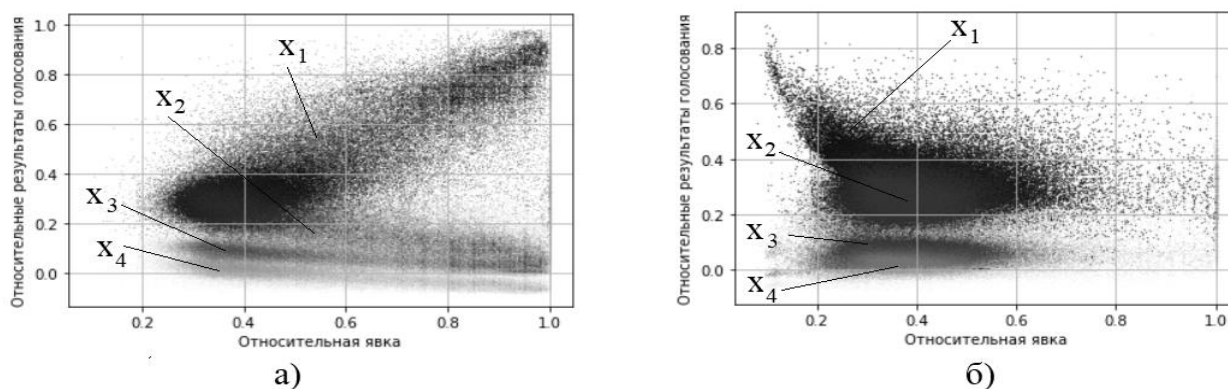


Рисунок 1 – Результаты кластеризации

Участок скопления результатов для всех x_1 , x_2 , x_3 и x_4 использовался для обучения модели k-ближайших соседей, которая реализована как класс `KNeighborsRegressor` из библиотеки `Sklearn`, при этом предполагалось, что для x_1 неверно регистрировался результат голосования. Применив обученную модель

на данных, для которых первоначально применялся DBSCAN, получена картина распределения кластеров, показанная на рисунке 1б. Она значительно отличается от распределения кластеров на рисунке 1а для x_1 , что может свидетельствовать об аномалии в данных x_1 и требует дальнейших исследований с целью установления ее причин.

Представленные результаты свидетельствуют о достижении цели исследования и выполнении его задач, а предложенный алгоритм и разработанная программа анализа данных ЭГ могут быть использованы в информационном обеспечении систем аналитики результатов голосования.

Литература

- 1 Овчинников А.И. Противодействие коррупции в условиях цифровизации: возможности, перспективы, риски // Журнал российского права. 2019. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protivodeystvie-korrupsii-v-usloviyah-tsifrovizatsii-vozmozhnosti-perspektivy-risk> (дата обращения: 22.01.2023).
- 2 Греф Г. Цифровизация — единственный способ борьбы с коррупцией // Коммерсантъ [электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3854957> (дата обращения: 22.01.2023).
- 3 Сбитнев В. С., Ладиков Я. С. Электронное голосование в Российской Федерации: проблемы и перспективы // Вопросы российской юстиции. 2020. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnoe-golosovanie-v-rossiyskoy-federatsii-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 15.02.2023).
- 4 Farkas, K. AREP: an adaptive, machine learning-based algorithm for real-time anomaly detection on network telemetry data. Neural Comput & Applic (2022). URL: <https://doi.org/10.1007/s00521-022-08000-y>
- 5 Василькова М.А., Пучков А.Ю. Метод обнаружения аномалий в данных энергопотребления частного сектора// Энергетика, информатика, инновации–2021 (электроэнергетика, электротехника и теплоэнергетика, математическое моделирование и инф. технологии в производстве, микроэлектроника и оптотехника). Сб. трудов XI -ой Межд. науч.-техн. конф. В 2 т. Т 1. – 2021. – 616 с. С. 55 – 59.

Е.С. Глухарева, студ.; рук. Б.В. Окунев, к.т.н. доц.

(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕАМ-СИСТЕМ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

На сегодняшний день, невозможно представить крупное промышленное предприятие без использования систем автоматизации. Внедрение таких систем, бесспорно, экономит денежные и человеческие ресурсы. В электроэнергетике это также важно, поскольку предприятия в этой области оказывают большое влияние на развитие экономики страны. И поскольку на уровень производительности труда и качество выпускаемой продукции влияет состояние основных средств организации, необходимо поддерживать в рабочем состоянии оборудование, проводить своевременно ремонтные работ и организовывать мероприятия по модернизации мероприятий технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Этим вопросом занимаются системы управления производственными активами – ЕАМ-системы. В электроэнергетике такие системы предназначены для контроля, мониторинга и сбора информации о техническом обслуживании и ремонте электрооборудования. Основные функции приведены на рисунке 1 и описанные в научной статье [1]. Следовательно, можно с уверенностью сказать, что ЕАМ-системы позволят

увеличить количество автоматизированных бизнес-процессов на предприятии, сохраняя при этом время персонала для более сложных задач.



Рисунок 1 – Функции EAM-систем

Большинство разработчиков EAM-систем приводят следующие ожидаемые результаты работы на предприятиях электроэнергетики, а именно:

- повышение качества системы финансирования энергокомпаниями бизнес-процесса техническое обслуживание и ремонт электрооборудования на уровне энергосистем;
- возможность контроля снятия с эксплуатации неэффективного электрооборудования;
- постановка отраслевых задач для создания и внедрения современных технологий и инновационных продуктов отечественной промышленности.

Перечисленные выгоды позволят усовершенствовать процессы на предприятии и увеличат горизонты оперативного управления активами.

Сейчас в России, в соответствии с политикой импортозамещения, активно разрабатывается отечественное программное обеспечение и внедряется на предприятиях ТЭК. Российские информационные системы позволят защищать от несанкционированного доступа, похищения данных и внесения изменений в базы данных. Это необходимо, поскольку предприятия энергетики являются стратегически важной отраслью страны. Самые распространенные российские EAM-системы – Seascare, Галактика EAM, NERPA EAM и TRIM. Приведенные системы отличаются кроссплатформенностью, могут работать с разными операционными системами (Windows, Linux) и на разных устройствах (компьютер, мобильные устройства, сервера и даже на облаке). Также они поддерживают возможность бесплатного обучения, предоставляя возможность использования демонстрационной версии.

На основании статистических исследований [2] уже внедренные системы управления производственными активами в энергетике свидетельствуют о хороших результатах.

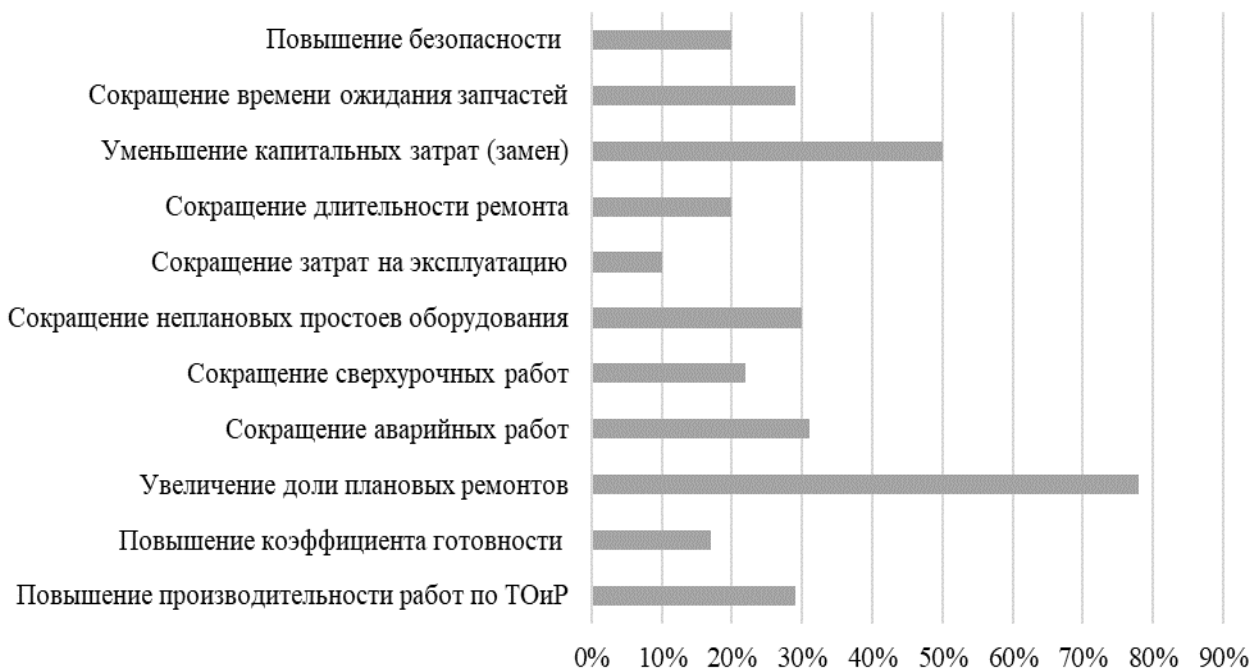


Рисунок 2 – Выгоды внедрения EAM-систем и уровень их улучшения

Согласно приведенному графику, со всей очевидностью следует, что увеличение количества запланированных ремонтных мероприятий на 78%, и уменьшение количества аварийных работ на 30%, позволит сохранить и продлить срок службы электрооборудования, сокращая при этом длительность ремонтных мероприятий и затраты на них. Данные выгоды приводят к значительными изменениям на предприятии (рисунок 3). Это влияет не только на конкретные бизнес-процессы, но и на работу всего предприятия в целом, увеличивая отдачу от имеющихся основных фондов и повышая прибыльность энергокомпаний.

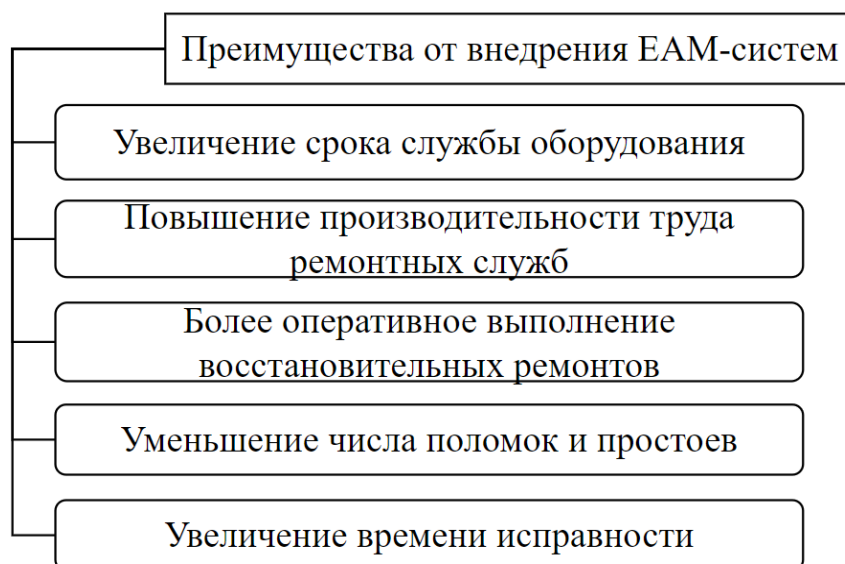


Рисунок 3 – Преимущества от внедрения EAM-систем в электроэнергетике

Помимо прочего стоит отметить, что ЕАМ-системы решают совокупность разнообразных задач на предприятии. Система собирает информацию об оборудовании, опыт его использования, его технические характеристики, информацию о заводе-изготовителе оборудования для последующей обработки. Полученные данные систематизируются и выводятся в формате отчетов.

Таким образом, автоматизированная информационная ЕАМ-система является неотъемлемой частью современного электроэнергетического предприятия. ЕАМ-система с легкостью интегрируется с другими АИС, составляя единую целостную и комплексную систему для полного управления всей энергетической организацией.

Литература

- 1 Попова С.Н., Антонова И.С. Управление производственными активами энергокомпаний [Электронный ресурс] // Векторы благополучия: экономика и социум. 2022. №2 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-proizvodstvennymi-aktivami-energokompaniy> (дата обращения: 01.03.2023)
- 2 Тульбович Е., Смирнов А. Что может дать предприятию эффективное использование ИТ [Электронный ресурс] // Заметки об информационных технологиях в бизнесе. 2020. URL: <https://www.sites.google.com/site/it4businessnotes/articles/menedzment-it/cto-mozet-dat-predpriatiu-effektivnoe-ispolzovanie-it> (дата обращения: 09.03.2023)

*А.С. Голощанова, маг.; рук. И.А. Жужгина, к.э.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Отечественный рынок информационных технологий (ИТ) в области обеспечения информационной безопасности (ИБ) начал развиваться намного позже, чем иностранный, поэтому большинство наших разработок уступают своим аналогам, т.к. они еще не успели пройти полный путь становления на отечественном рынке ИБ. Среди имеющихся ИТ в области ИБ российские вендоры активно применяют мировые практики и выпускают на мировой рынок конкурентоспособные разработки, в качестве примера можно привести известную организацию «Лабораторию Касперского».

В настоящее время происходит усиление импортозамещения в сфере ИБ. Также сейчас происходит изменение вектора с развития систем удаленного доступа на увеличение спроса отечественных сервисов, ускоренный переход к реальной кибербезопасности, а также на стимуляцию интереса организаций к безопасной разработке.

Сейчас и в последующие годы основную тенденцию будет иметь импортозамещение. Доля российских решений в области ИБ в госсекторе и значимых структурах достигает 90-100%. Что касается коммерческих структур, то тут доля отечественных решений составляет около 50%. В 2022 году произошло значительное ускорение импортозамещения, т.к. иностранные вендоры освободили некоторые ниши, что дало возможность развивать и продвигать отечественные решения в области ИБ.

На отечественном рынке в сфере ИБ возрастает интерес к сервисной модели оказания услуг. При нехватке людей, денег и времени данная модель является

единственным способом быстро и качественно осуществить защиту цифровых активов. В результате применения модели заказчики приобретают гарантированный и прогнозируемый уровень сервиса взамен капитальных затрат, вендоры в свою очередь получают возможность в предоставлении услуги по привлекательной стоимости, что в свою очередь оказывает позитивное воздействие на наращивание клиентской базы.

В течение последних нескольких лет произошло немало событий, которые повлияли на развитие потребности в реальной кибербезопасности. Большинство организаций не только включают ИБ в стратегию, но и стараются ее совершенствовать. Первым толчком к ускоренному развитию решений ИБ стал перевод всех сотрудников на удаленный режим работы в 2020 году, затем произошло усиление деструктивных хакерских атак в мировых масштабах.

На рынке ИБ наблюдается увеличение интереса к безопасной разработке программного обеспечения. Такой подход становится все более популярным, а также создаются новые требования к безопасному написанию.

Отечественный рынок сильно дифференцировался. Раньше ИТ в области ИБ были скорее копиями мировых решений, но сейчас отечественные решения являются самостоятельными разработками, которые развиваются в соответствии с собственными требованиями.

Планируется, что к 2023 году нормативные акты, которые контролируют обеспечение прав потребителей на конфиденциальность в организации, будет достигать более 5 млрд граждан и выше 70% ВВП всего мира. Это связано с большим количеством людей и учреждений, которые ведут конфиденциальные дела через сеть Интернет, а, следовательно, им необходимо стремиться к большей приватности при этом.

На рисунке 1 представлен прогноз отечественного рынка кибербезопасности [1].

Согласно данным Gartner [2] планируется, что к 2025 году около 80% организаций сменят свои стратегии на следующие стратегии: стандартизация доступа к веб-ресурсам, облачным сервисам и приложениям с использованием SSE-платформы. В настоящее время только 20% организаций имеют стандартизированный веб-доступ, облачные сервисы и частный доступ с использованием SSE-платформы. Многие аналитики кибербезопасности делают предположение, что этот показатель в течении следующих 3 лет может возрасти в 4 раза.

Существует предположение, что 60% организаций перейдут на концепцию «zero trust» (концепция нулевого доверия. Согласно данной концепции пользователи и устройства проходят каждый раз проверку в независимости от имеющегося доступа и доверия) как основу для обеспечения кибербезопасности к 2025 году. Концепция нулевого доверия представляет собой всеобъемлющий набор принципов (а не новых инструментов), которые относятся к кибербезопасности и обеспечению доступа к системам.

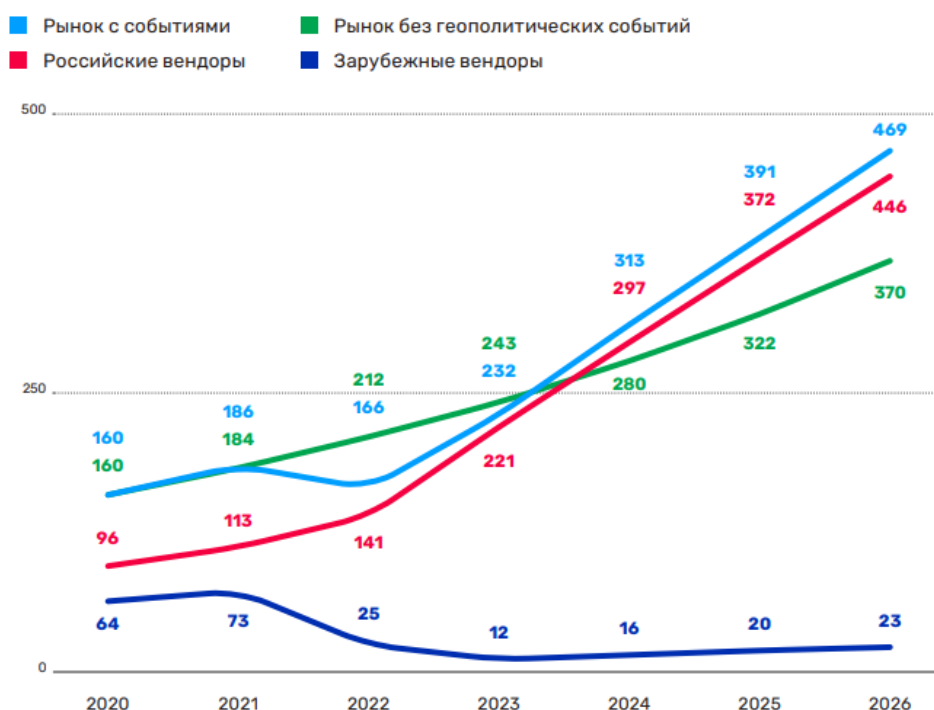


Рисунок 1 – Прогноз отечественного рынка кибербезопасности

Также существует мнение, что к 2025 г. в 60% организаций возрастет влияние риска нарушения информационной безопасности как основополагающего фактора в сделках и деловых договорах с третьими лицами. Из-за опасений потребителей и интереса регулирующих органов организации начнут рассматривать риск информационной безопасности как императив при ведении бизнеса с третьими сторонами, начиная с простого мониторинга должной осмотрительности поставщиков критически важных технологий при слияниях и поглощениях.

К 2025 году злоумышленники будут успешно применять технологические среды для нанесения вреда людям (имеется в виду не только захват контроля над данными). Атаки программ-вымогателей теперь захватывают целые инфраструктуры. Тенденция к распространению эксплуататорских технологий в коммунальных службах, фабриках, отделениях неотложной помощи больниц и других ключевых физических объектах не только нанесет ущерб окружающей среде, но и приведет к реальным жертвам среди населения [4].

Исследователи ИБ, а именно организация Gartner приводит, следующие данные: к 2026 году 50% руководителей высшего звена будут включать в свои трудовые договоры требования к производительности, основанные на оценке риска. ИБ стала настолько заметной в корпоративном мире, что корпоративные советы начали включать требования безопасности в трудовые договоры для генеральных директоров и других топ-менеджеров.

Таким образом, развитие отечественного рынка в последнее время значительно ускорилось и ближайшие пару лет не планируется снижение темпов развития. Существует большое количество тенденций, в которых может и

вероятнее всего будет развиваться отечественный рынок информационной безопасности.

Литература

1. Прогноз развития рынка кибербезопасности в Российской Федерации на 2022–2026 годы [Электронный ресурс] // csr.ru. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/13f/ufleu9rg5zc31du66srqt3a89j0mrve5.pdf>
2. Gartner for Cybersecurity Leadershttps [Электронный ресурс] // gartner.com. URL: <https://www.gartner.com/en/cybersecurity>
3. Перспективы отечественных технологий кибербезопасности [Электронный ресурс] // telesputnik.ru. URL: <https://telesputnik.ru/materials/tech/article/perspektivy-otechestvennykh-tekhnologiy-kiberbezopasnosti>
4. Будущее кибербезопасности в РФ: доклад ЦСР [Электронный ресурс] // dfnc.ru. URL: <https://dfnc.ru/security/budushhee-kiberbezopasnosti-v-rf-doklad-tssr/>

*А.А. Дегтярева, студ.; А.С. Федулова, ст. преп.; рук. Я.А. Федулов, к.т.н., доцент
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ

В работе рассмотрены основные возможности использования информационной среды и перспективы применения в образовательном процессе высшего учебного заведения.

Одним из достижений научно-технического прогресса является разработка информационных сред, появление и развитие которых предопределено распространением информационных технологий. В научных и инженерных областях под информационной средой принято понимать некоторое абстрактное пространство, главной целью которой является выполнение процессов по созданию, обработке, передаче, хранению, отображению информации примером может являться информационная среда в области финансирования, представленная на рисунке 1.

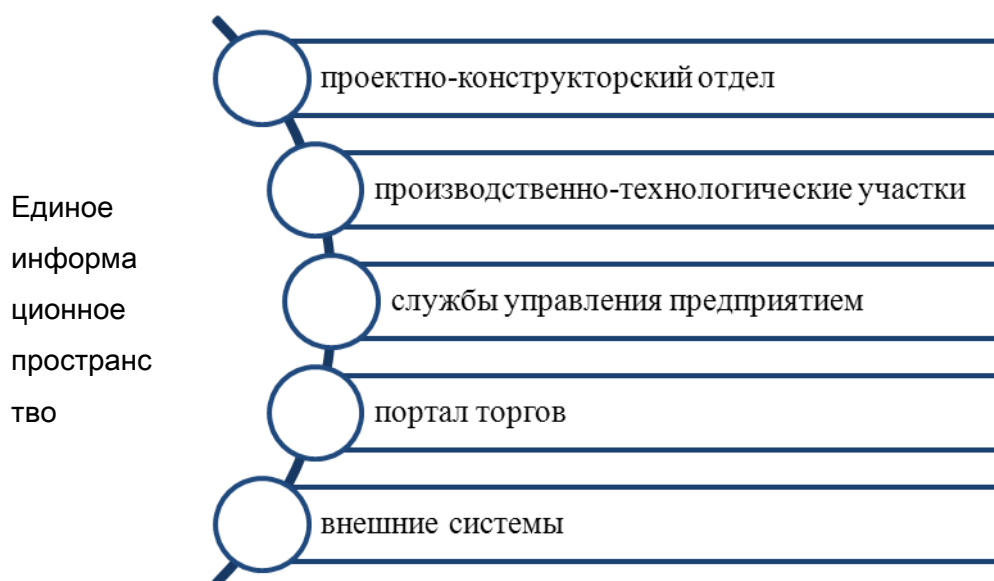


Рисунок 1 – Информационная среда в области финансирования

Основная цель информационной среды зависит от уровня развития технологий (средства и методы реализации информационной среды) и от задействованных в процессе разработок и поддержки людей (обслуживающий персонал и системная администрация), от реализации зависит качество и функциональные возможности среды, а также дальнейшее задействование и развитие. Информационная среда включает в себя различные аспекты полученных знаний и умений, объединенных для наилучшего усвоения материала и проработки полученных теоретических основ на практике или более подробное изучение заинтересовавшей темы, чтобы в результате получить необходимый результат.

Одной из актуальных областей применения информационной среды является учебный процесс в высших учебных заведениях. Основной структурной единицей направлений в высших учебных заведениях являются кафедры, на которых выполняется комплекс мероприятий по формированию у студентов профессиональных компетенций согласно определённой специализации.

Для успешного освоения профессиональных компетенций применяются подача информации в различных форматах: аудиторные занятия (лекции, семинары, упражнения, лабораторные), но важной является самостоятельная подготовка, которая зависит от изучения студентом необходимого теоретического материала и решения учебных задач вне аудиторных занятий, в результате чего обучающийся обретает инженерный подход к решению задач и преодолению трудностей, что позволит продолжить дальнейшее совершенствование полученных навыков. По окончании института должны быть закреплены основные навыки и умения, полученные при обучении, основные способности, которые формируются в учебном заведении представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема влияния образования на развитие личности человека

Недочеты учебного процесса, организованного в высших учебных

заведениях, заключаются в недостаточно структурированной организации самостоятельной работы обучающегося преподаваемым профессиональным компетенциям: нехватка методических материалов в электронном формате, специальной литературы на русском языке, специалистов-практиков, участвующих в учебном процессе. Поскольку деятельность по обучению студентов профессиональным компетенциям и увеличение кадрового инженерного состава субъектов промышленной направленности является актуальной задачей, то важным направлением в педагогической практике, и в сфере развития информационных технологий является использование информационных сред в образовательных учреждениях.

Использование информационных сред в образовательном процессе имеет следующие перспективы:

– обучающийся профессиональным компетенциям своей специальности имеет неограниченный во времени доступ к заданиям на лабораторные, расчетно-графические, практические и курсовые работы, а также к лекционным материалам;

– информационная среда может использоваться для ведения учета успеваемости студентов и выполнения статистической обработки для изучения различных факторов учебного процесса, эффективность работы образовательной системы;

– информационная среда предоставляет необходимую контактную информацию о преподавателях, а также организовывать обратную связь с ними;

– информационная среда имеет ссылки на скачивание необходимого в учебном программном обеспечении или быть непосредственным хранилищем.

Таким образом, актуальным направлением как в педагогической практике, так и в сфере информационных технологий является использование информационных сред в образовательных учреждениях. В данном обзоре отмечены основные перспективы использования информационных сред в образовательном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елисеева, И.И. Основы информационных и телекоммуникационных технологий. Часть 3. Сетевые информационные технологии. Учебное пособие / И.И. Елисеева. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 224 с.

2. Захарова И.Г. Формирование информационной образовательной среды высшего учебного заведения // Автореферат дис. доктора пед. наук Тюмень, 2003. - 46с.

*Я.А. Докторова, студ.; А.С. Федулова; рук Я.А. Федулов, к. т. н.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Долгое время электронно-вычислительные машины использовались для решения задач, которые человек мог реализовать самостоятельно. Однако стало ясно, что преимущество машин заключается в скорости выполнения операций, обработке больших потоков данных, а также в быстроте и надежности результатов.

За последние годы достижения в области машинного обучения привели к разработке и усовершенствованию большого количества приложений и программ, используемых во многих областях промышленности и жизни человека.

Успех данных проектов обусловлен существующей формой поведения и организацией программного алгоритма, при которой принимаемые решения основаны на информации и выводах, анализируемых самим искусственным интеллектом. Однако искусственный интеллект как таковой не может дать оценку или сделать самостоятельно прогноз каким-либо действиям. Чтобы модель поняла принципы применения алгоритмов, анализа и обработки данных, ее необходимо обучить работе с информацией. Этим занимается специалист в области машинного обучения, чья задача научить программу делать логические заключения на основе предоставленной ему информации.

Технология, основанная на методах машинного обучения, реализована по принципам supervised learning (обучение с учителем) и unsupervised learning (самообучение машины без учителя). В данном случае термин «учитель» используется как прямое вмешательство человека в алгоритм машины или в определенный процесс. Оба принципа применения имеют одну и ту же задачу: научить машину анализировать информацию и находить определенные последовательности, предоставив ей только исходные данные. Разница, однако, заключается лишь в том, что в контролируемом обучении используются методы, в которых необходимо доказать правдивость или ложность события или гипотезы.

Машинное обучение изначально фокусируется на точности решения, в то время как «настоящий» искусственный интеллект настроен на достижение результата. Это означает, что алгоритм, основанный на машинном обучении, ориентирован на конкретную проблему, причем его конечная цель подразумевается как непосредственное реагирование при реализации сложной задачи. Искусственный интеллект должен подобрать вариант наилучшего исполнения в определенном контексте, основываясь на полученных данных и навыках машины.

Технология на основе машинного обучения позволяет анализировать данные, хранить информацию, делать прогнозы на основе имеющихся сведений и признаков, выбирать наилучшее решение проблемы и т.д. Эти системы особенно полезны в областях, где необходимо быстро просчитывать большие объемы данных, например, в банковской сфере, аналитике и маркетинге. Отдельного внимания заслуживают методика с производительным применением информации, имеются в виду системы глубокого обучения, благодаря которым машина может быстрее, с той же производительностью обрабатывать большие объемы данных. Данные системы пользуются спросом в областях общественного здравоохранения, юриспруденции, робототехники и других сферах человеческой деятельности.

Представленная технология широко используется в кибербезопасности. Информационная безопасность – это набор инструментов, основной целью

которых является защита критически важных систем, сетей, компьютеров и инфраструктуры информационных технологий от внешних и внутренних скрытых цифровых угроз. Большинство незащищенных мест компьютерной безопасности имеют связь с человеческим фактором, поскольку даже для опытного работника верное описание конкретной области средствами систем представляется сложной задачей.

В области компьютерной безопасности представленная технология позволяет классифицировать данные, прогнозировать результаты, основываясь на оценке и анализе имеющейся информации. Машинное обучение также может предоставить ряд рекомендаций, на основе которых можно повысить уровень результативности приоритетных мер кибербезопасности. Благодаря успеху в перечисленных областях технология стала фундаментальной составляющей методов обеспечения информационной безопасности.

Технология задействована для решения большого количества задач. Например, данная методика является основополагающим элементом составления профилей безопасности. Эти профили могут быть основаны на действиях человека в сети, где главной целью машины будет являться обнаружение неавторизованного пользователя, с помощью анализа его поведения, включая и второстепенные факторы, такие как нажатие клавиш. При обнаружении возможных несанкционированных действий система безопасности ищет способы минимизации угрозы. Другим вариантом профилирования безопасности может быть анализ изолированного источника на основе его системной активности. Например, использование процессора и памяти совместно с повышенной пропускной способности сети, может представлять вред устройству. Таким образом, изучая степень нагрузки на системы обслуживаемого компьютера, алгоритм профилирования безопасности может выявить несоответствия в работе.

Сегодня одним из главных приоритетов для большинства организаций является защита конфиденциальности и прав потребителей. Чтобы предотвратить возможную утечку информации, конфиденциальные данные классифицируются в соответствии со стандартами обработки, основанными на правовых актах и законах. Описанная систематизация позволяет отделить сведения о пользователе от неидентифицирующих данных, что снижает необходимость анализа больших объемов информации. Данная функция машинного обучения используется в крупных компаниях или организациях с большой историей для обеспечения информационной безопасности.

Методы машинного обучения стали очень популярными при блокировке программ, выполняющих автоматизированные, заранее определенные повторяющиеся задачи, так называемых ботов. Данная проблема актуальна для компьютерной безопасности компаний, чья деятельность в значительной степени зависит от сетевого подключения. Анализируя действия злоумышленников, машина генерирует алгоритм, позволяющий ограничить или вовсе запретить доступ альтернативным источникам с подобной вредоносной активностью.

Технология машинного обучения также используется для решения следующих задач:

- Работа с фальшивыми документами, их идентификация и дальнейшие действия;
- Идентификация личности и биометрическая идентификация;
- Системы борьбы с мошенничеством (anti-fraud systems) – обнаружение мошеннических транзакций;
- Механический мониторинг поведения сложных систем больших данных и частной инфраструктуры информационных технологий;
- Разработка и эксплуатация антивирусного программного обеспечения для обнаружения угроз и вредоносных программ.

Метод, основанный на машинном обучении, на сегодняшний день является самым мощным средством на базе искусственного интеллекта в области информационной безопасности. Кибербезопасность компании зависит от применения сложных технологий, обеспечивающих надежность и устойчивость системы. Однако существуют определенные ограничения, которые не позволяют этой методике стать полностью автономной технологией. Результативность средств информационной безопасности, базированных на данном методе, повышают специалисты, способные сопровождать программный алгоритм и вносить при необходимости коррективы. Всесторонний анализ информации, умение обосновывать выводы, креативность играют важную роль в решении задач, которыми в настоящее время обладает только человек. Именно поэтому машинное обучение – всего лишь помощник для команды специалистов в сфере кибербезопасности.

Литература

1. Петер Флах. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. пер. с англ. А. А. Слинкина. – Москва: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.
2. Маршалко, Г. Игры искусственного разума: безопасность систем машинного обучения / Г. Маршалко // Информационная безопасность. – 2018. - № 4. – С. 6-7
3. Искусственный интеллект и машинное обучение в кибербезопасности – прогноз на будущее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/ai-cybersecurity?ysclid=led3w4up5g135443867> (Дата обращения: 23.02.2023).

*Я.А. Докторова, студ.; рук М.А. Свириденкова, к. т. н., доцент
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

BIG DATA И БЛОКЧЕЙН: ПОТЕНЦИАЛ ОБЪЕДИНЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В настоящее время, взаимодействие с множественными видами данных является неотъемлемой частью жизни человека, так как их анализ и интерпретация результатов способствуют улучшению качества жизни людей.

Средства, повышающие удобство работы с большими информационными потоками, высоко ценятся во всем мире. Объем больших данных достигает терабайтов. Это могут быть текстовые файлы, изображения, или же машинные кодировки. Проанализировать такой информационный массив, прибегнув к помощи простого компьютера или самостоятельно, просто невозможно,

необходимы специальные инструменты. По этой причине технологии big data (большие данные) и блокчейн (технология распределенного реестра) значительно облегчили жизнь аналитиков, инженеров, разработчиков и специалистов, работающих с большим количеством информационных источников.

Технология big data представляется собой универсальную среду, использующуюся в различных сферах деятельности человека для работы с большими информационными объектами, хранящимися на цифровых носителях. Впервые термин «big data» был введен в одном из изданий журнала «Nature» в 2008 году под редакцией Клиффорда Линча. Данное определение было специально подобрано для обсуждения взрывного роста объемов информации.

Величина источников информации, их анализ и обработка являются определяющей чертой больших данных. В качестве источников могут использоваться любые цифровые данные, например: социальные сети, синоптические условия, оцифрованные книги из крупных библиотек. Метод big data работает в соответствии с принципами локализации информационных потоков и горизонтальной масштабируемости. Благодаря описанным особенностям данные считываются на том же сервере, где и хранятся, а сама система обработки динамически изменяет свои размеры по мере увеличения или уменьшения потока информации. Представленные свойства получили большое распространение в областях маркетинга и бизнеса. Данные, размещенные пользователями в сети Интернет, мгновенно обрабатываются и становятся доступными, тем самым позволяя определить результативность работы организации, благодаря быстрому исследованию информационного потока. Технология больших данных также широко применяется в экономических, социологических, научных областях деятельности человека. [2]

Технология блокчейн все чаще используется в качестве цифровой базы данных с фиксацией определенных событий. Первый прототип блокчейна появился в 1991 году, когда был предложен метод применения временных цифровых кодировок на электронных документах, обеспечивающий защиту информации от фальсификации. Представленная технология позволила сортировать документы по присвоенному штампу, а затем собирать их в единый информационный блок. Большой вклад в развитие метода блокчейн внес Адам Бэк, разработавший Hashcash – алгоритм доказательства работоспособности программы. Несмотря на то, что концепция технологии блокчейн зародилась на протяжении многих лет, полная программная структура, как и сам термин, впервые были использованы в 2008 году человеком под псевдонимом Сатоши Накамото в статье, распространенной через список криптовалютных материалов.

Представленная технология эксплуатируется для зашифровывания и хранения информации, находящейся на множестве компьютеров связанных между собой. Данные взаимосвязаны и разделены на взаимозависимые последовательные модули, причем каждый последующий элемент

информационной базы содержит сведения о предыдущем. При необходимости добавления нового модуля начинается процедура проверки подлинности информации, и только после этого соответствующий элемент добавляется в базу данных. После размещения в блокчейне модулю присваивается цифровой код, при этом технология не допускает дальнейших изменений или удаления блока данных, поскольку это нарушило бы целостность информационной цепочки. По этой причине блокчейн называют «технологией распределенного реестра», поскольку не существует центрального органа управления, который мог бы администрировать программой по своему усмотрению. [1]

Особенность технологии блокчейн позволяет ей хранить большие объемы неизменяемой информации, включая данные, которые уже потеряли свою актуальность. Именно поэтому метод используется в тех отраслях, где требуется сохранение большого количества информации и повышенный уровень кибербезопасности, например, для управления и использования цифровых валют, при составлении промышленных и товарных контрактов, в банковской и правоохранительной деятельности, а так же применяются государственными органами.

Блокчейн и big data – две развивающиеся технологии, которые набирают обороты в различных областях бизнеса и промышленности, так как защита и интерпретация больших информационных потоков не является легко реализуемой задачей. Сегодня объединение двух этих методов в одной среде представляется перспективным способом развития программной составляющей предприятия. Технология блокчейн обладает наибольшим потенциалом с точки зрения качества данных. Это означает, что информация, собранная и проверенная на основе данного метода, имеет большую ценность для организации. В свою очередь, огромное хранилище данных, состоящее из информационных блоков и содержащее полную историю каждой операции, можно быстро анализировать и обрабатывать с помощью сопутствующих инструментов технологии больших данных. [2]

Системы больших данных на основе технологии распределенного реестра позволяют организациям безопасно обмениваться файлами с другими заинтересованными сторонами, а также хранить информацию, полученную в результате анализа, в сети блокчейн. Таким образом, проектным командам не приходится повторно обрабатывать и использовать неподходящие данные. Кроме того, данная системная особенность может помочь аналитикам использовать результаты своей работы, хранящиеся на платформе, для обмена информацией.

Совместная технология на основе блокчейна и big data открывает множество возможностей. Перспективы объединения данных методов позволяют:

- создавать аналитические профили, основываясь на подробных сведениях о выборе и предпочтении потребителем тех или иных товаров и услуг;
- включать транзакционную информацию и статистические показатели субъектов экономики;

– улучшить результативность борьбы с мошенничеством и тем самым обеспечить безопасность информации для предприятия.

Объединенная технология может сильно повлиять на структуру и реализацию бизнеса. Анализ данных может выявить ценную информацию о поведенческих тенденциях. Поэтому гибридный метод может быть использован для точного прогнозирования результатов будущих событий, таких как предпочтения клиентов, динамическое ценообразование и связанные с бизнесом показатели. С помощью технологии блокчейн и big data организации, которым требуется масштабный анализ данных, могут наблюдать за изменениями в режиме реального времени и быстро принимать решения.

Благодаря исключению возможности изменения или удаления модулей в базе данных, а также быстрой обработке информационных потоков, использование такой гибридной платформы получило широкое распространение при разработке криптовалютных бирж. Например, торговая платформа Rublix использует технологию блокчейн в качестве безопасного хранилища информации, а для быстрой аналитической обработки – big data.

Применение гибридной технологии открывает перспективы и в области информационной безопасности. Если технологии используются изолированно, возникает ряд проблем, как с одной, так и с другой стороны. Например, при использовании одних только big data эффективность защиты информационных потоков становится значительно ниже и существует возможность влияния третьих лиц. За счет уникального информационного фиксирования, блокчейн в совершенстве подходит для решения данной проблемы. Технология распределенного реестра гарантирует надежность данных, в свою очередь метод больших данных ускоряет обработку и результативность анализа информационных потоков. Таким образом, представленное сочетание технологий может значительно упростить работу аналитиков и повысить надежность информационной безопасности.

Аналогичный подход совмещения представленных технологий используется в сфере здравоохранения, для гарантии безопасности персональной информации граждан. Технология распределенного реестра обеспечивает надежность хранения данных, а метод больших данных ускоряет их исследование. Такая интеграция блокчейн и big data позволяет уполномоченным организациям, таким как медицинские учреждения, делиться доверенной информацией со страховыми структурами или правоохранительными органами, при необходимости предоставления информации о здоровье пациента. [3]

Тем не менее, следует помнить о существенных различиях в концепциях этих технологий. Большие данные рассчитаны на сбор информации из различных источников, в то время как блокчейн собирает дубликаты данных на множестве взаимосвязанных устройств. Именно поэтому совместное применение big data и блокчейн подходит только для тех задач, где необходимо хранение большого объема неизменной информации. В отраслях с высокой динамикой и низкой ценностью данных, потребности в данной гибридной

системе нет. В противном случае ее использование может привести к медленной работе программной среды.

Таким образом, существует широкий спектр преимуществ совместной технологии. Их внедрение в техническую составляющую предприятия способно обезопасить хранение, облегчить анализ и обработку информации. Технология блокчейн сделает большие данные более ценными и надежными, поскольку обеспечит качество, защиту и доступность одновременно. Объединение представленных методов поможет организациям сделать доступной аналитику и обработку информационных потоков в режиме реального времени. Одна технология может дополнять другую, тем самым увеличивая результативность работы и расширяя возможности для различных сфер деятельности.

Литература

1. Пол Винья, Майкл Кейси. Машина правды. Блокчейн и будущее человечества. // пер. с англ. Манн, Иванов и Фербер. – Москва, 2018.
2. Билл Фрэнкс Революция в аналитике. Как в эпоху Big Data улучшить ваш бизнес с помощью операционной аналитики // Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Интеллектуальная Литература». – 2016.
3. Big Data и блокчейн — прорыв в области анализа данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://forklog.com/big-data-i-blokchejn-proryv-v-oblasti-analiza-dannyh> (Дата обращения: 04.03.2023).

*Д.С. Дубасова, студ.; рук. М.А. Свириденкова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К УЧЕТУ ПОГРЕШНОСТЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПАССИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В пассивных экспериментах исследователи не имеют возможности влиять на исследуемые субъекты. Поэтому задача планирования экспериментов упрощается до наилучшей организации пассивного сбора информации, включая выбор временных интервалов между точками измерения, установку количества измерений, которые необходимо выполнить, и выбор методов обработки экспериментальных данных. Интерес представляет задача учета погрешностей, так как именно размеры погрешностей определяют качество статистической обработки результатов эксперимента.

Последовательность проведения пассивного эксперимента следующая:

1. Анализ входных данных, предварительная обработка.
2. Корреляционный анализ. Предложение модели на его основе.
3. Регрессионный анализ. Расчет коэффициентов модели регрессии.
4. Проверка значимости полученных коэффициентов, адекватности модели.

Предварительная обработка результатов измерений и наблюдений необходима, чтобы в дальнейшем максимально эффективно использовать статистические методы и правильно анализировать полученные результаты при построении эмпирических зависимостей (функций отклика).

Содержание предварительной обработки включает в себя отсеивание грубых погрешностей и оценку надежности результатов измерений. Другие мо-

менты предварительной обработки данных заключаются в проверке соответствия результатов измерений нормальному закону и определении параметров этого распределения.

Грубые погрешности вносят существенные ошибки в построенную экспериментальную модель. Следовательно, необходимо провести их отбор на этапе формирования выборочной совокупности.

Степень однородности распределения определяют с помощью коэффициента вариации, вычисляемого по формуле (1):

$$V_x = \frac{\sigma}{a}, \quad (1)$$

где σ - стандартное отклонение, a – среднее значение x [1].

Если коэффициент вариации больше 0,33 (или 33%), то распределение можно считать неоднородным.

При большом числе наблюдений ($n > 100$) неплохие результаты дает вычисление выборочных эксцесса и асимметрии.

На практике для признания симметричности распределения используют следующее допущение (2,3) [1]:

$$\frac{A}{\sigma_A} < 3, \quad \sigma_A = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}} \quad (2)$$

где A – значение показателя асимметрии, где n - число значений случайной величины.

Если выполняется неравенство (2), то асимметрия незначительна, а ее наличие объясняется воздействием случайных факторов. В противном случае асимметрия статистически значима и факт ее наличия требует дополнительной интерпретации.

Аналогично, если $\frac{A}{\sigma_E} < 3$, где σ_E рассчитывается по формуле (3), то эксцесс

считается незначительным и его величиной можно пренебречь [1].

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{24(n-2)(n-3)}{(n-1)^2(n+3)(n+5)}}. \quad (3)$$

В случае невыполнения предпосылок о нормальности и однородности анализируемых случайных величин необходимо провести корректировку исходного массива данных. С этой целью можно воспользоваться «правилом трех сигм». Из массива первичной информации исключаются все резко выделяющиеся значения, т.е. значения, уровень которых не попадает в интервал $\bar{x}_1 - 3\sigma_{x_1} \leq \bar{x}_1 \leq \bar{x}_1 + 3\sigma_{x_1}$.

В результате будет сформирован новый массив данных, который используется в дальнейшем анализе. Однако для этого массива тоже предварительно рассчитываются основные характеристики.

Качественной характеристикой регрессионной модели является то, что она обладает определенными статистическими свойствами и точностью. Если модель достаточно точна, она считается хорошей со статистической точки зрения.

Для оценки качества построенной модели регрессии можно использовать коэффициент детерминации R^2 . Коэффициент детерминации может быть вычислен по формуле (4) [1].

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_{x_i})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}. \quad (4)$$

При близости значения коэффициента детерминации к 1 говорят, что уравнение регрессии статистически значимо и фактор X оказывает сильное воздействие на результирующий признак Y. При анализе модели регрессии по значению коэффициента детерминации можно сделать следующие предварительные выводы о качестве модели: а) если R^2 находится в пределах от 0 до 0,09 считается, что использование регрессионной модели для аппроксимации зависимости между переменными Y и X статистически необоснованно; б) если R^2 находится в пределах от 0,09 до 0,49, то использование регрессионной модели возможно, но после оценивания параметров модель подлежит дальнейшему многостороннему статистическому анализу; в) если R^2 находится в пределах от 0,49 до 1,0, считается, что есть основания для использования регрессионной модели при анализе поведения переменной Y.

Значимость уравнения множественной регрессии в целом, так же, как и в парной регрессии, также оценивается с помощью F-критерия Фишера, который находят с помощью формулы (5) [1].

$$F = \frac{S_{\text{факт}}}{S_{\text{ост}}} = \frac{R^2}{1-R^2} * \frac{n-m-1}{m}, \quad (5)$$

где $S_{\text{факт}}$ – факторная сумма квадратов на одну степень свободы; $S_{\text{ост}}$ – остаточная сумма квадратов на одну степень свободы; R^2 – коэффициент (индекс) множественной детерминации; m – число параметров при переменных x (в линейной регрессии совпадает с числом включенных в модель факторов), n – число наблюдений.

Расчетное и табличное значения критерия между собой сравниваются: если $F_p > F_t$, то на уровне значимости α признаётся статистическая значимость уравнения регрессии в целом.

Другой показатель качества построенной модели – среднее относительное отклонение расчетных значений от фактических или средняя ошибка аппроксимации. Чтобы иметь общее суждение о точности модели, определяют среднюю относительную ошибку аппроксимации, вычисляемую по формуле (6) [1].

$$\bar{A} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \bar{y}_i}{y_i} \right| * 100\%. \quad (6)$$

Ошибка менее 7%-10% свидетельствует о хорошем подборе модели к исходным данным (хорошая точность). При ошибке более 12-15% следует подумать о выборе другого типа уравнения модели.

Параметры модели, рассчитанные по данным выборки, являются случайными величинами. Проверка параметров на статистическую значимость осуществляется по схеме статистической проверки гипотез с использованием t – статистики Стьюдента.

Рассчитывается t -критерий Стьюдента по формуле (7) [1].

$$t = \frac{M_d}{\sigma_d / \sqrt{n}}, \quad (7)$$

где M_d - средняя арифметическая разностей показателей, измеренных до и после, σ_d - среднее квадратическое отклонение разностей показателей, n - число исследуемых.

После этого определяем критическое значение t -критерия Стьюдента для требуемого уровня значимости (например, $p < 0,05$) и при данном числе степеней свободы f по таблице.

Далее сравнивается критическое и рассчитанное значения критерия: а) если рассчитанное значение парного t -критерия Стьюдента равно или больше критического, найденного по таблице, делаем вывод о статистической значимости различий между сравниваемыми величинами; б) если значение рассчитанного парного t -критерия Стьюдента меньше табличного, значит, различия сравниваемых величин статистически не значимы.

Метод наименьших квадратов (МНК) позволяет построить уравнение регрессии на основе минимизации суммы квадратов отклонений, поэтому важно исследовать поведение остаточных величин регрессии. Они должны отвечать определенным критериям: а) несмещенность - означает, что математическое ожидание остатков равно нулю; если оценки обладают свойством несмещенности, то их можно сравнивать по разным выборкам; б) эффективность – оценки считаются эффективными, если они характеризуются наименьшей дисперсией; в) состоятельность – характеризует увеличение точности оценок с увеличением объема выборки.

Условия, необходимые для получения описанных оценок, представляют собой предпосылки МНК, соблюдение которых желательно для получения достоверных результатов регрессии. Первая предпосылка МНК связана с проверкой случайного характера остатков. С этой целью строится график их зависимости от теоретических значений результативного признака. Если на графике нет направленности в расположении точек, то остатки представляют собой случайные величины, и МНК оправдан.

Если остатки не случайны, носят систематический характер или не имеют постоянной дисперсии, необходимо, либо применять другую функцию, либо вводить дополнительную информацию и заново строить уравнение регрессии.

Также случайность остатков можно проверить по критерию пиков (поворотных точек).

Вторая предпосылка МНК - нулевая средняя величина остатков, не зависящая от x . С целью проверки строится график зависимости случайных остатков от факторов, включенных в регрессию. Если расположение остатков не имеет направленности, то они независимы от значений. Если же график показывает наличие зависимости, то модель неадекватна.

Следующая предпосылка МНК – гомоскедастичность (дисперсия остатков одинакова для каждого значения x). Равенство дисперсий подразумевает, что не должно быть некой априорной причины, вызывающей большую ошибку (отклонение) при одних наблюдениях и меньшую – при других. Если это условие не соблюдается, то имеет место гетероскедастичность.

Четвертая предпосылка МНК – отсутствие автокорреляции остатков. Анализ коррелированности отклонений проводится с использованием статистики Дарбина-Уотсона. Расчетное значение DW рассчитывается по формуле (8) [1].

$$DW = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t - e_{t-1})^2}{e_t^2}, \quad (8)$$

где e_t, e_{t-1} - остатки уравнения регрессии (последующего и предыдущего номеров выборки), n - объем выборки.

Табличное значение Дарбина-Уотсона находится по специальным таблицам, позволяющим при данном числе наблюдений n , количестве объясняющих переменных m , заданном уровне значимости α определить границы приемлемости гипотезы о наличии или отсутствии автокорреляции остатков. А именно по таблицам можно определить d_l - нижнюю границу и d_u - верхнюю границу зоны неопределенности. Возможны: 1) при $DW < d_l$ - автокорреляции остатков положительная; 2) при $d_l < DW < d_u$, расчетное значение находится в зоне неопределенности, где об автокорреляции ничего сказать нельзя; 3) при $d_u < DW < 2$, автокорреляция отсутствует с вероятностью $p = 1 - \alpha$; 4) при $2 < DW < 4 - d_u$, автокорреляция отсутствует с вероятностью $p = 1 - \alpha$; 5) при $4 - d_u < DW < 4 - d_l$, расчетное значение так же находится в зоне неопределенности; 6) при $4 - d_l < DW < 4$, автокорреляции остатков отрицательная. При наличии автокорреляции остатков построенное уравнение регрессии обычно считается неудовлетворительным.

Пятая предпосылка МНК о нормальном распределении остатков позволяет проводить проверку параметров регрессии и корреляции с помощью критериев Фишера и Стьюдента. Вместе с тем, оценки регрессии, найденные с применением МНК, обладают хорошими свойствами даже при отсутствии нормального распределения остатков, т.е. при нарушении пятой предпосылки МНК.

Таким образом, в ходе проведенных исследований рассмотрены основные походы к учету погрешностей в ходе статистической обработки результатов пассивного эксперимента. Погрешности возникают на каждом этапе планирования пассивного эксперимента. От качества их учета зависит эффективность обработки результатов, в том числе построенной модели объекта.

Литература

1. Юдин, Ю. В. Организация и математическое планирование эксперимента: учебное пособие / Ю. В. Юдин, М. В. Майсурадзе, Ф. В. Водолазский. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 124 с.

*Н.В. Егоренков, студ.; рук. М. А. Свириденкова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Информационные технологии изменили окружающий мир. Сегодня интерес представляют не только сами технологии, но и их возможности, потенциал, который они обеспечивают. В эпоху перехода к информационному обществу возникает необходимость оперативно обрабатывать большие объемы информации и эффективно управлять ими, своевременно реагировать на изменяющуюся внешнюю среду. Это предопределяет потребность в наличии инструментария, обеспечивающего возможность непосредственной обработки этих объемов информации. Таким инструментарием являются системы поддержки принятия решений (СППР).

В настоящее время выделяется много вариантов определений системы поддержки принятия решений. В общем случае СППР – это автоматизированная компьютерная система, служащая для доставки полной и объективной информации до руководителей, принимающим участие в процессе принятия решений.

Стоит отметить, что до сих пор не существует такой системы, которая принимает решения лучше, чем опытные руководители, которые имеют возможность учитывать множество нюансов поставленной задачи. СППР - это компьютерные системы, часто интерактивные, предназначенные для помощи руководителю в принятии решений. СППР включают и данные, и модели, чтобы помочь принимающему решению решить проблемы, особенно те, которые плохо формализованы. Таким образом, пока что программа не может полностью заменить опытного руководителя.

Тем не менее, многие решения требуют большой степени осведомленности о состоянии организации, анализа накопленных данных, в решении этой задачи на помощь приходят компьютерные программы, в том числе СППР. Такие системы создаются не для того, чтобы заменить руководителя, а для выполнения роли инструмента принятия более эффективных решений.

Представляет интерес рассмотрение вопроса истории формирования СППР.

Рассмотрим основные этапы формирования систем поддержки принятия решений (таблица 1).

Таблица 1 – Основные этапы формирования СППР

Авторы	Годы	Достижения	Комментарий
Саймон, Г. А.	1947 — 1957 гг.	<p>1. В 1947 год — издана книга «Административное поведение», которая обновлялась больше десятилетия.</p> <p>2. Определил, что правильность управленческих решений, определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Адекватностью цели • Эффективностью результата. <p>3. Задачу выбора он разделил на три обязательных этапа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Определение всех альтернатив • Определение всех следствий каждой альтернативы • Определение эффективности каждого из этих следствий. 	Саймона можно считать основоположником СППР. Он создал модель, которая основана на концепции того, что отдельный индивидум не может достичь высокой степени рациональности, поскольку число вариантов, которое он должен рассмотреть, слишком велико, поэтому для принятия решений, следует в первую очередь подчиняться правилам, а не просчитывать последствия
Энгельбарт, Д.; Форрестер, Д. Данциг, Д.;	1961 — 1968 гг.	1. Была разработана NLS, первая гипермедиа система	Эта система способствовала созданию цифровой библиотеки, а также хранения и поиска электронных документов с использованием гипертекста.
Кин, П.; Стобель, Ч.	1950 — 1961 гг.	1. Было дано определение модельно ориентированных СППР или систем управленческих решений	
Скотт-Мортон, М. С.	1966 — 1967 гг.	<p>1. Было проведено исследование на тему «Как компьютеры и аналитические модели могут помочь менеджерам в принятии ключевых решений»</p> <p>2. Была защищена диссертация о влиянии компьютерных технологий на процесс принятия управленческих решений.</p>	Он провел эксперимент, в котором менеджеры по производству и продажам использовали систему принятия управленческих решений для планирования производства оборудования. Контроль производился с помощью системы Univac 494.
Лодиш, Л.; Литтл, Дж.	1969 г.	1. Была разработана система поддержки медиапланирования MEDIAC.	MEDIAC — система, разработанная для анализа больших объемов данных в сфере маркетинга. Она построена на алгоритме, основанном на разбиении

			населения на маркетинговые сегменты.
Литтл, Дж.	1970 г.	1. Были определены критерии для СППР, такие как: надежность, простота управления, а также полнота набора необходимых деталей [1].	Все четыре критерия остаются актуальными для оценки современных систем поддержки принятия решений.
Скотт-Мортон, М. С.	1971 г.	1. Была опубликована книга «A Framework for Management Information Systems» в которой были описаны итоги внедрения СППР, основанной на использовании математических моделей.	
Кин П.; Скотт-Мортон М. С.	1978 г.	1. Опубликовано пособие по СППР, которое описывало аспекты их создания: анализ, проектирование, внедрение и разработка.	
	1990 — 2000 гг.	1. Начинают разрабатываться хранилища данных — очень большая предметно - ориентированная информационная корпоративная база данных, предназначенная для подготовки отчетов, анализа бизнес-процессов и поддержки принятия решений.	Хранилища данных строятся на базе клиент-серверной архитектуры, системы управления базами данных и утилит поддержки принятия решений.
Пастухов, А.	2005 г.	1. Была представлена СППР нового класса — PSTM (Personal Information Systems of Top Managers).	Основным отличием PSTM от существующих СППР является построение системы для конкретного лица, принимающее решение, с предварительной логико-аналитической обработкой информации в автоматическом режиме и выводом информации на один дисплей.

Современная эра СППР началась примерно в 1995 г. в момент создания HTML 2.0, распространения Интернета и появления карманных вычислительных устройств. Технологии Web 2.0, устройства со встроенной мобильной связью и портативные компьютеры, а также усовершенствованное программное обеспечение произвели революцию в пользовательских СППР. Современные системы стали более разнообразными и сложными по функциональности, чем те, которые использовались до распространения интернет-технологий.

Одной из проблем в науке и технике является поддержка принятия решений в неопределенных и нечетких условиях при наличии риска. Это особенно актуально в высокотехнологичных областях, например, связанных с внедрением нанотехнологий, автоматизации проектирования [2].

Итак, система поддержки принятия решений — диалоговая автоматизированная информационная система, использующая правила принятия решений и модели с базами данных, а также процесс моделирования, поддерживающий принятие самостоятельных и неструктурированных решений отдельными руководителями. Создание решения происходит в результате процесса взаимодействия, в котором участвуют система поддержки принятия решений, в роли вычислительного звена и объекта управления, и человек, как управляющий и контролируемый элемент. В дополнение к этой особенности систем поддержки принятия решений можно указать следующие:

- ориентация на решение слабоструктурированных задач;
- высокая адаптивность, обеспечивающая возможность приспособливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя.
- совмещение стандартных методов обработки компьютерных данных с методами решения задач на их основе;
- направленность на пользователя, не являющегося специалистом в области информационных технологий;
- системы поддержки принятия решений могут использоваться на любом уровне управления.

Заметим, что в настоящее время СППР являются автоматизированными, а не автоматическими, они оставляют возможность принятия решений руководителю-человеку.

СППР появились во второй половине 20-го века, и благодаря развитию технологий совершили огромный скачок до интеллектуальных систем, движущихся в область задач искусственного интеллекта. При использовании ряда подходов и методов можно добиться повышения эффективности процессов принятия решения, но ни один из них не является универсальным из-за разнородности задач. Перечисленные методы помогут найти новые закономерности в данных, решить оптимизационные задачи, обосновать выбор лучшей альтернативы, но не могут предложить качественно новый вариант решения, как человек. Т.е. последний современный этап — это использование интеллектуальных систем (это аппарат нечеткой логики, аппарат нейронных сетей, генетические алгоритмы).

Таким образом, рассмотрены этапы формирования систем поддержки принятия решений, проанализированы работы представителей этих этапов. Сделан вывод о степени автоматизации систем поддержки принятия решений.

Литература

1. Теория принятия решений: Учебное пособие для магистрантов/ В.А. Горелик — Москва: МПГУ, 2016. — 152 с. — ISBN 978-5-4263-0428-4

*М.Д. Жлобницкий, студ.; рук. А.А. Тютюнник, к.э.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

События 2022 года в значительной степени коснулись всех сфер жизнедеятельности россиян. Однако, если некоторые отрасли, такие как досуговая или производственная, изменились не критично, то сфера информационных технологий практически воссоздается заново. С этим связаны и глобальная миграция ИТ-специалистов с последующим кадровым голодом, и отказ в доступе ко многим интернациональным ИТ-продуктам, и завершение большинства международных коммуникаций между организациями.

Для понимания современного положения ИТ-рынка в сложившихся условиях, необходимо рассмотреть динамику изменения его объема в России в последние годы. Данная статистика представлена на рисунке 1 [1].

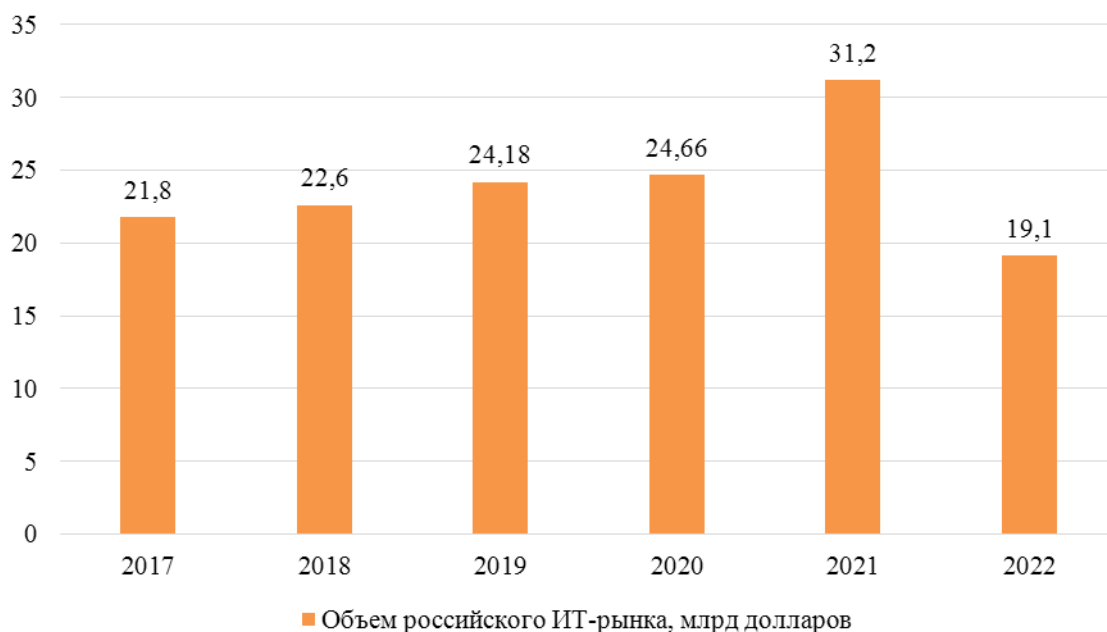


Рисунок 1 – Объем ИТ-рынка в России, млрд долларов

Проанализировав рисунок 1, можно заметить, что вплоть до 2022 года российский ИТ-рынок стабильно развивался. В 2021 году даже произошел стремительный скачок вверх, что говорит о том, что все больше ИТ-проектов реализовывалось в нашей стране, что также связано с пандемией COVID-19, сказавшейся на значительной популяризации информатизации бытовых жизненных процессов. Значительное снижение показателя в 2022 году вполне объяснимо напряженной внешнеполитической ситуацией в нашей стране, которая вызвала повышенную миграцию, а как следствие, кадровое

«голодание», что в первую очередь коснулось сотрудников ИТ-организаций и информационной отрасли жизнедеятельности граждан в целом.

Более того, многие зарубежные и интернациональные организации закрыли свой бизнес в России, из-за чего объем также снизился. Однако для отечественного ИТ-рынка в этом есть и плюсы, поскольку одним из основных трендов в этой сфере стало импортозамещение, которое повлекло за собой развитие непосредственно российских ИТ-проектов, перестройку ИТ-организацией на использование отечественных продуктов и сервисов в ходе работы. Другими словами, можно сделать вывод, что несмотря на общее снижение объема российского ИТ-рынка, деятельность отечественных ИТ-организаций, а, как следствие, и сам российский ИТ-рынок скорее возросли и в темпах, и в качестве, и в осознанности.

В подтверждение этого служит рисунок 2, на котором отражен уровень зарплат ИТ-сотрудников по отраслям на конец 2022 года. Проанализировав его, можно заметить, что средняя заработная плата даже у middle-специалистов составляет около 200-300 тысяч рублей в месяц. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, средняя заработная плата в России на ноябрь 2022 года составляет 63060 рублей. Другими словами, в среднем сотрудники ИТ-организаций получают в 3-4 раза больше, чем среднестатистический житель России, что говорит о важности и актуальности отрасли ИТ в целом для нашей страны [1].

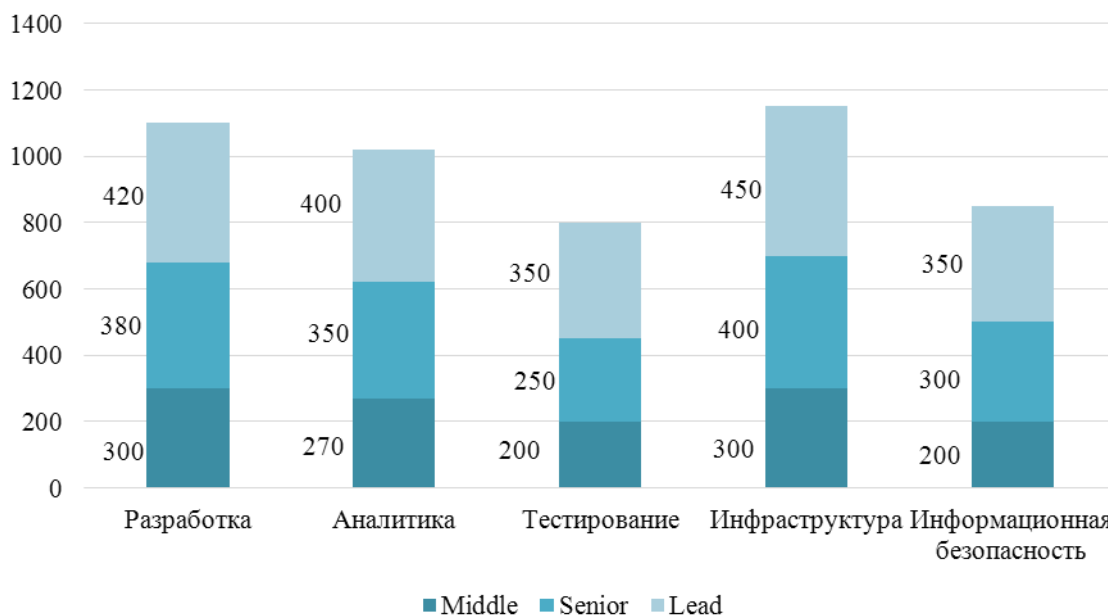


Рисунок 2 – Уровень зарплат сотрудников интернет-агентств по отраслям на конец 2022 г., тыс. руб.

Также по рисунку можно заметить, что сотрудники отделов информационной безопасности до сих пор получают меньше специалистов других ИТ-отраслей, однако уже сейчас можно говорить о том, что в перспективе именно ИТ-проекты в отрасли информационной безопасности станут наиболее актуальными для российского рынка. В подтверждение этому представлен ри-

сунук 3, на котором изображен прогноз отечественного рынка информационной безопасности [2].

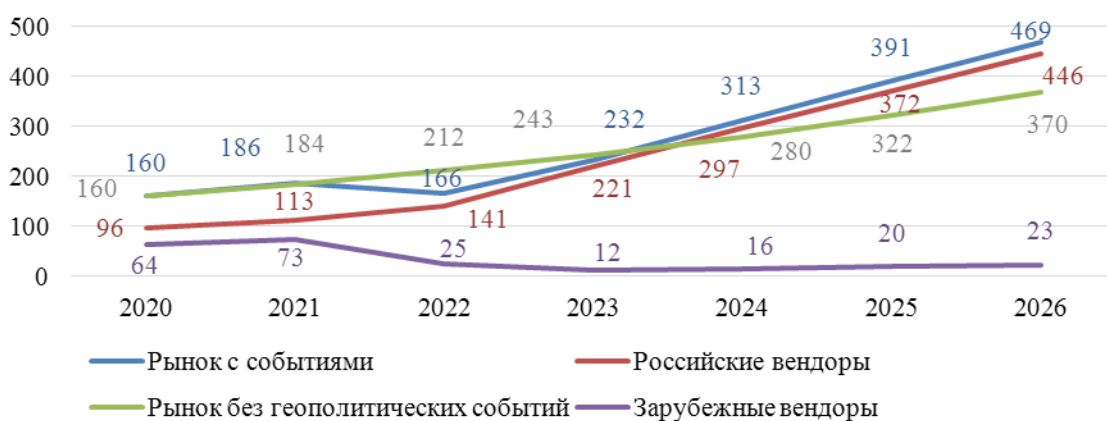


Рисунок 3 – Прогноз отечественного рынка информационной безопасности

Проанализировав рисунок 3, можно сделать вывод, что зарубежные поставщики ресурсов по информационной безопасности практически ушли с рынка, а вот спрос на российские решения в перспективе должен значительно расти с каждым годом. Более того, существует мнение, что к 2025 г. в 60% ИТ-организаций возрастет влияние риска нарушения информационной безопасности как основополагающего фактора в сделках и деловых договорах с заказчиками. Из-за опасений потребителей и интереса регулирующих органов организации начнут рассматривать риск информационной безопасности как императив при ведении бизнеса с третьими сторонами, начиная с обычного мониторинга должной осмотрительности интернет-агентств, выступающих в качестве поставщиков критически важных технологий, при переносе бизнеса клиента в сеть «Интернет» [3]. По этой причине вопрос информационной безопасности можно рассматривать как наиболее перспективное направление развитие российского ИТ-рынка в ближайшем будущем.

Таким образом, российский ИТ-рынок претерпевает значительные изменения в современных условиях. Однако те трудности, с которыми он столкнулся, должны стать скорее основой для самостоятельного развития уже в ближайшее время внутреннего рынка. Так, российские организации уже сейчас начали активную работу по разработке российских независимых аналогов зарубежных продуктов. Особенно актуальна стала сфера информационной безопасности, поскольку ввиду ухода крупных поставщиков российские ИТ-ресурсы остались практически беззащитны, а уже используемые продукты остались без поддержки со стороны разработчиков.

Литература

1 Изменение структуры ИТ-рынка по итогам 2022 года: льготы, развитие, импортозамещение, рынок ИТ-специалистов [Электронный ресурс] // Delovoy profil. 2023. 01 марта. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/izmenenie-struktury-it-rynka-po-itogam-2022-goda-lgoty-razvitic-importo-zameshchenie-rynok-it-spetsia/> (дата обращения: 17.03.2023).

2 Прогноз развития рынка кибербезопасности в Российской Федерации на 2022–2026 годы [Электронный ресурс] // csr.ru. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/13f/ufleu9rg5zc3ldu66srqt3a89j0mrve5.pdf> (дата обращения: 17.03.2023).

*Н.А. Корень, студ.; рук Е.А. Кириллова, доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ШАХМАТИСТОВ

Профессиональное обучение и подготовка профессиональных шахматистов является сложным процессом, в котором учитываются многие факторы, в том числе многое в нем зависит от государственной политики в данной области и национальных особенностей развития вида спорта на территории страны или в мире. Указом Президента Российской Федерации Владимира Владимировича Путина «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» цифровизация экономики, здравоохранения, спорта и образования была названа одним из ключевых направлений [1]. В то же время, мейнстримы государственной политики, а также современные тенденции в развитии мировой шахматной системы определили актуальность системного подхода к цифровизации шахматного спорта на современном этапе его исторического развития.

Игра в шахматы является древнейшим видом творчества человека. На сегодняшний день шахматы являются организованным видом спорта, в котором развита иерархия званий, турнирная система, национальные и международные шахматные лиги, шахматные конгрессы. В тоже время в сейчас происходят значительные изменения шахматной системы. Следует отметить постоянное сокращение расстояний и увеличение международной игровой активности за счет Интернета. Компьютерные технологии позволяют в считанные секунды получать необходимую информацию, играть в международных турнирах, не выходя из дома. Сильнейшие игровые программы уже не уступают ведущим гроссмейстерам мира. Однако классическая шахматная литература не утратила своей актуальности и в настоящее время. Но ею пользоваться значительно сложнее, так как на это требуются многие часы кропотливой работы в то время, как на компьютере эти теоретические задачи можно отработать за минуты.

В связи с возросшей конкуренцией в шахматах, спортсмены и тренеры вынуждены искать дополнительные способы повышения результативности подготовки перед соревнованиями. Одним из наиболее популярных способов в современном мире является использование различных шахматных ресурсов и сервисов Интернета. Существует множество программ для подготовки профессиональных шахматистов, начиная с младших разрядов (3 младший) и заканчивая самым высоким званием – Гроссмейстер международного уровня. Исследовав основные виды шахматных ресурсов и сервисов Интернет, можно классифицировать их по следующим направлениям:

1) официальные информационные сайты, на которых публикуются правила, положения о чемпионатах, календарь ближайших событий, рейтинги, звания и многое другое;

2) шахматные клубы – на данных сайтах ведутся онлайн репортажи с крупных турниров, размещаются аналитические, учебные материалы, сведения о шахматных проектах;

3) персональные сайты известных шахматистов: В. Ананда, В. Крамника, А. Морозевича;

4) шахматные порталы, на которых совмещается и игра в режиме онлайн, игрок с игроком или с компьютерными программами, а также учебные материалы по темам и обязательно раздел, в который входит практико-теоретическое решение задач на различные темы и логику;

5) периодические шахматные издания, которые публикуют обзоры и комментарии, а также аналитическую информацию. Например, журнал «Week In Chess», который регулярно публикует новости о шахматных партиях;

7) игровые зоны, в которых существует несколько режимов, а именно: игра онлайн, игрок с игроком, игра с компьютерными программами.

Все вышеперечисленные виды применяются для повышения уровня эффективности подготовки профессиональных шахматистов и вводятся в тренировочный процесс. Процесс тренировки шахматистов включает в себя такие составные части, как общая и специальная (теоретическая), тактическая, психологическая и физическая подготовки. Структурно-логическая схема подготовки шахматиста к соревнованиям может быть представлена в следующем виде, показанном на рисунке 1.

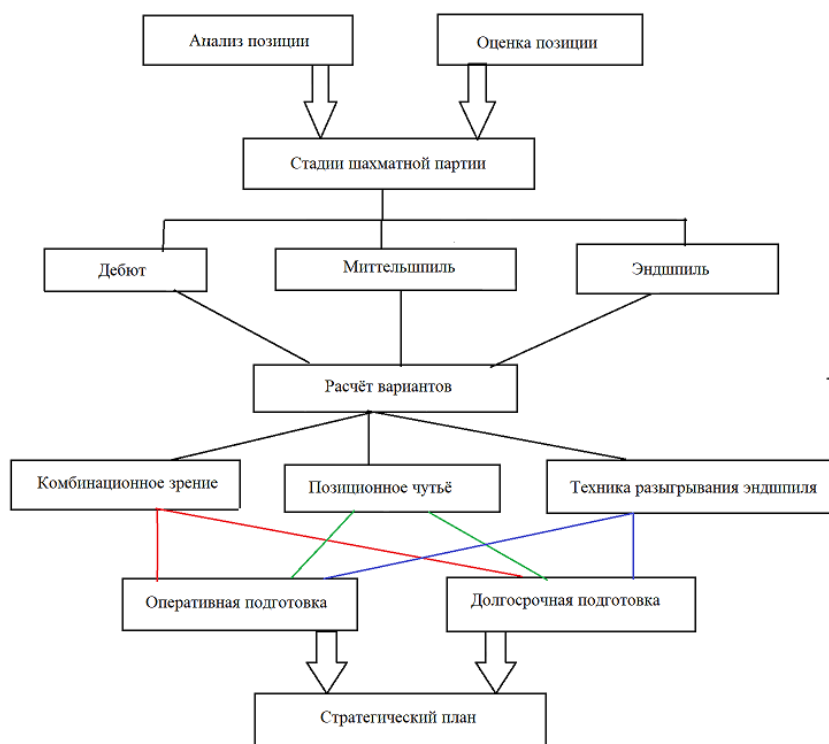


Рис. 1. Структурно-логическая схема подготовки профессиональных шахматистов к соревнованиям

Особенность шахматной игры, несомненно, оказывает определенное влияние на систему подготовки, в которой в отличие от других видов спорта центральное место занимает теоретическая шахматная подготовка. В содержании подготовки шахматиста входит развитие таких качеств, как мастерство анализа, комбинационные способности, специальная память, внимание и воля к победе, выносливость и прочее [2]. Реализация на практике системного подхода к подготовке и обучению шахматистов осуществлялась еще в 1930-е годы многими советскими мастерами, но наибольший успех, связанный с применением этой системы, принадлежит Михаилу Моисеевичу Ботвиннику, который утверждал, что при подготовке к турнирам, необходимо решить следующие задачи: «Стремиться по возможности избавиться от цейтнотов, сохранить силы на всю дистанцию турнира и правильно организовать режим отдыха».

На основании вышеприведенной схемы разработаны методики тренировочных занятий шахматистов высокой квалификации, которые включают в себя следующие компоненты: методика подготовки к дебюту, миттельшпилю и эндшпилю, методику тренировки тактических и стратегических элементов, методику использования режима «Online» сети Интернет. Методики различных подготовок шахматистов с помощью компьютерных программ могут быть представлены на примерах таких приложений, как Lichess, Chesscom, StepChess, Chess24. Они дают возможность находить необходимые дебюты, миттельшпильные и эндшпильные точные и проблемные позиции, редактировать шахматную информацию, осуществлять игру с любым контролем времени, исправлять ошибки при анализе позиций. Используя элементы главной панели, шахматист может проанализировать всю партию, внимательно изучая каждый ход и, тем самым, проводя глубокий и точный расчет вариантов или весь анализ и оценку позиции. При подготовке шахматиста с помощью компьютерных программ в эндшпильных позициях представляется возможным наиболее эффективно с меньшими затратами времени, нервной энергии и большим объёмом изучаемого материала овладеть законами и закономерностями игры в заключительной стадии партии.

Технология использования особого режима сети Интернет «Online» имеет неограниченные возможности по повышению эффективности тренировок. Но, к сожалению, не все шахматисты понимают важность этого изобретения. Режим «Online» позволяет наблюдать за шахматной игрой мастеров своего дела в режиме реального времени, угадывать ходы, оценивать стратегическое и тактическое мастерство, тренировать свои навыки и оценивать последние новшества в теории шахмат [3]. По сути, режим «Online» позволяет шахматистам высшей квалификации организовать оптимальный тренировочный процесс.

Таким образом, с использованием новых методик в подготовке шахматистов, двигательная плотность может увеличиться до 80%, а результаты тренировок могут достигать уровня международного мастера спорта. Инновационные средства позволяют контролировать процесс тренировки и

подготовки спортсмена, а также корректировать его оперативно. Использование интернет-ресурсов позволяет подробно планировать тренировки и проводить дистанционные тренировки. Новые методы и средства расширили возможности тренеров и учеников в подготовительном процессе, включая искусственных помощников тренера и дистанционную подготовку. Однако, использование компьютерных технологий требует от тренера высокой информационной культуры. Тренер играет ведущую роль в процессе обучения и управления, поэтому его роль усилится.

Литература

1. Указ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Официальные сетевые ресурсы Президента России. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения 06.02.2023)
2. Поткин В.А. Психологические особенности тренировочного процесса шахматистов высшей квалификации с применением инновационных компьютерных шахматных технологий / В.А.Поткин // Спортивный психолог. 2011. №1. С.77-81. (дата обращения 06.02.2023)
3. Поткин, В.А. Инновационные шахматные компьютерные программы и Интернет – основа прогресса современных шахмат / В.А. Поткин, Е.П. Линовичкий, Т. Найдоски // Детский тренер. М.: РГУФКСИТ. 2011. №1. С.11-21. (дата обращения 06.02.2023)

*Т.А. Короткевич, студ., рук. В.А. Широченко, к.т.н., доц.
(МОУВО «Белорусско-Российский университет», Могилев, Республика Беларусь)*

ПОДСИСТЕМА АНИМАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Развитие вычислительной техники и методов математического моделирования в современный период открывает перспективы решения задач повышения эффективности производства совершенно на новом уровне, привлекая информационные технологии. Одним из таких прогрессивных методов является технология имитационного моделирования объектов любой природы, в том числе и производственных процессов.

Имитационное моделирование – это метод исследования, который использует компьютерное моделирование для симуляции и анализа процессов и систем. С его помощью можно имитировать реальные ситуации и выстраивать динамику поведения как простых, так и достаточно сложных систем. В зависимости от задачи имитационное моделирование может быть использовано для исследования экономических аспектов процессов производства в целом, анализа динамики производственного процесса как с технической точки зрения, так и с организационной, прогнозирования различных выходных параметров производства и т.д. Это позволяет ученым и проектировщикам представлять систему и понимать ее поведение без прямого эксперимента. Имитационное моделирование помогает понять, как работает система, прогнозировать поведение и изменения в будущем, а также создавать новые решения для повышения эффективности и производительности.

Основные преимущества имитационного моделирования заключаются в обеспечении возможности анализировать сложные процессы и системы, сокращать временные затраты на исследования, глубоко проникать в суть

работы сложных систем и процессов, а также использовать модели для нахождения оптимальных решений.

При всех достоинствах имитационного моделирования его результаты, представленные в виде числовых данных, характеризующих различные аспекты поведения системы, не позволяют в полной мере разобраться в проблемах функционирования исследуемой системы.

Характерным примером является производственный процесс, в котором осуществляются механические операции на оборудовании, расположенном на одном участке цеха, а другие операции, например, сборочные, на другом участке. В этом случае кроме механических и сборочных операций в модели необходимо учитывать временные затраты на транспортировку изделий из одного места в другое и на переезд транспортных средств к месту погрузки. При этом на эффективность производственного процесса будет оказывать и то, как быстро реагирует транспорт на необходимость транспортировки, по каким маршрутам осуществляется движение транспорта, количество используемого транспортного оборудования, его грузоподъемность и другие параметры.

Для детального анализа эффективности такого производственного процесса недостаточно иметь данные о количестве произведенной продукции и производительности всех производственных единиц, включая и транспортное оборудование. Наилучшее представление об особенностях исследуемого процесса можно получить только с помощью анимации функционирования всего процесса в целом, имея возможность визуально проследить за возникающими проблемами и выявить причинами их возникновения.

Таким образом возникает задача графического отображения анализируемого производственного процесса, на котором должны быть отображаться процессы как накопления, так и истощения межоперационных заделов и перемещения заготовок, и деталей с помощью внутрицехового транспорта по специальным транспортным проездам, т.е. фиксированным траекториям движения.

Отображение изменения межоперационных заделов можно осуществить путем изображения графического элемента прямоугольной формы (столбика) с высотой, символизирующей величину этого задела. При увеличении задела высота столбика должна расти, а при истощении уменьшаться. Анимацию функционирования оборудования можно осуществить с помощью элемента, который представляет так называемую бегущую строку и расположенного рядом с элементом, символизирующим выполняемую операцию. Степень заполнения этой полоски будет характеризовать степень выполнения операции от начала до полного завершения. Наиболее сложной задачей является отображение движущегося объекта по невидимой, но заданной траектории.

Решение задачи создания анимации имитируемого объекта осуществлено на платформе .NET 6.0 с помощью языка программирования C#. При построении анимации в качестве ресурсов использованы класс **lineControl** и пространства имён **System.Windows.Controls**, **System.Windows.Controls.Primitives** и **System.Windows.Input**.

Для создания необходимых графических объектов использована специальная .NET-система под названием WPF (Windows Presentation Foundation). WPF создана для построения клиентских приложений Windows с визуальными возможностями взаимодействия с пользователем. Она представляет собой графическую подсистему в составе .NET Framework, использующую для пользовательского интерфейса язык XAML (eXtensible Application Markup Language). Система обладает богатым функционалом, дающим значительные преимущества в разработке клиентских приложений, которое при этом очень легко использовать. WPF имеет возможность создания анимации в границах заданного рабочего пространства.

Фиксирование курсора в рабочем пространстве **Canvas** и определение траектории движения объекта осуществляется с помощью метода **Mouse.GetPosition()**, который записывает ее в массив **_lines**. Для работы с мышью используются методы **LeftButtonDown**, **Canvas_PreviewMouse** и **Canvas_PreviewMouseRightButtonDown**. Для создания траекторий используются методы **ClearCanvas**, который очищает поле и останавливает все анимации, происходящие на нём; **SetLinePosition**, который задает положение линий на основе положения курсора и относительно границ поля и **Canvas_MouseMove**, который обновляет линию в связи с движением курсора.

Для запуска анимации используются методы **StartAnimation**, который обращается к методу **StopAnimation**. Этот метод предварительно прекращает все имеющиеся на данный момент анимации на пространстве **Canvas**, после чего фиксирует нынешний поток функции анимации и поочередно реализует с элементами массива **_lines** метод **BeginAnimation**. Последний активизирует **Storyboard**-элемент xaml, представляющий собой графический объект, движение которого отображается в анимации на рабочем окне.

Для построения этого функционала используются следующие переменные **_lines** – это массив типа **lineControl**, содержащий все линии, участвующие в анимации; **Mode** – тип линии; **Delay** – задержка анимации; **Speed** – скорость анимации; **_animationThread** – поток анимации.

Весь процесс построения анимации состоит в том, что пользователь кликает на какое-то место на холсте программы, позиция курсора фиксируется и добавляется в массивы точек. После пользователь кликает на другое место. Вторая точка связывается с первой и создаёт линию между ними. Все последующие клики позволяют создать ломаную линию, состоящую из отдельных точек. Для запуска анимации, вызывается метод **StartAnimation**, и он самостоятельно анимируют движение по заданным линиям траектории.

Использование такого подхода позволяет разбить процедуру имитационного моделирования на три достаточно самостоятельных этапа. Первым является построение имитационной модели в графическом виде. При этом на рабочем пространстве вырисовываются все элементы, которые учитываются в модели. Это элементы совершающие какие-либо операции, т.е. оборудование, например, токарные и фрезерные станки. Это межоперационные заделы, т.е. места складирования заготовок и произведенных деталей. И,

наконец, транспортное оборудование, например, электрокары, тележки и др. Для последних вырисовываются все возможные траектории движения и точки остановки для погрузки и выгрузки перевозимых деталей. Построенный графический объект представляет собой исходные данные для описания структуры и параметров имитационной модели. Для задания остальных необходимых параметров, которые из графического описания не получили своих значений, используется специальный интерфейс.

На втором этапе происходит работа имитационной модели, в которой отрабатываются в динамике взаимодействия всех ее элементов и в качестве результата моделирования получаем хронографии всех произошедших событий, т.е. начало и окончания выполнения всех операций, моменты передачи деталей между межоперационными заделами, моменты погрузки и выгрузки деталей и др.

На третьем этапе осуществляется визуализация всех результатов моделирования. К ним относятся числовые значения выходных параметров исследуемого объекта, графики, отражающие функционирование элементов объекта во времени, и анимация процесса во времени.

Анимация производственного процесса является наиболее полным и наглядным способом представления результатов имитационного моделирования. Она позволяет с большой степенью подробности изучать динамику исследуемых объектов и видеть в буквальном смысле слова моменты взаимодействия или рассогласования в работе тех или иных производственных элементов, понимать причины потери эффективности всей системы в целом. При большой размерности модели ее визуальное представление может потерять наглядность из-за большой насыщенности элементов. В этом случае есть возможность выделения конкретных областей в отдельное окно или окна и изучения этих областей отдельно от всей системы.

Разработанная система имитационного моделирования была использована для анализа эффективности производства на одном из промышленных предприятий города Могилева и показала свою высокую эффективность. На основе проведенных исследований были отработаны принципы оптимального управления цеховым транспортом и всей производственной системой в целом.

*М.В. Круглякова, студ.; рук. Д.Ю. ШUTOVA, к.э.н.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

УГРОЗА БЕЗОПАСНОСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ: SQL-ИНЪЕКЦИИ

Ежегодно организации по всему миру несут миллионные финансовые и репутационные потери вследствие осуществления угроз информационной безопасности, таких как несанкционированный доступ к информации, внутренний отказ информационной системы или нарушение целостности данных. Развитие технологий в области защиты информации, совершенствование методов и алгоритмов шифрования, в свою очередь,

повлияло на возникновение новых способов атак злоумышленников и появление серьезных уязвимостей приложений и систем. Однако некоторые типы уязвимостей остаются актуальными в течение длительного периода времени, несмотря на достаточное количество методов, и средств защиты и предупреждения. Примером выступает SQL-инъекция, впервые примененная в киберпространстве более чем 20 лет назад. Известная международная организация OWASP, ведущая деятельность по обеспечению и улучшению безопасности программного обеспечения, включает в разработанный ей рейтинг наиболее критичных уязвимостей SQL-инъекции. При этом данная угроза в OWASP TOP 10 2021 года занимает третье место и следует сразу после нарушений контроля доступа и сбоев в криптографии [1].

Все вышесказанное обуславливает потребность в понимании специалистами по информационной безопасности и разработчиками информационных систем предпосылок к результативному выполнению SQL-инъекций для предотвращения этих атак и защиты мест возможных уязвимостей веб-приложений.

В рамках данного исследования была поставлена цель выявить причины многочисленных успешных реализаций угроз безопасности веб-приложений посредством SQL-инъекций, а также изучить основные результаты данного вида атаки, которые позволяют отнести ее к критически опасным уязвимостям.

SQL-инъекция происходит во время передачи информации в цепочке «пользователь - сервера приложений - сервера базы данных - база данных». В классической форме атаки в пользовательские входные переменные злоумышленник внедряет дополнительный код, который позволяет выполнить измененный запрос к базе данных. Таким образом, итогом может стать повышение уровня доступа к вычислительным ресурсам, а затем чтение данных из таблиц, модификация информации, удаление записей в базе данных согласно преследуемым целям.

В результате анализа научно-методических публикаций было выявлено, что авторы выделяют несколько типов атак с помощью SQL-инъекций, при этом особенности системы управления базами данных или язык программирования приложения не оказывают существенное влияние на реализацию угрозы безопасности (рисунок 1).

Основные причины появления возможностей для проведения SQL-инъекции выделены в исследовании Власова В.С., Клименко В.Д., Сомовой Е.И. [2].

1. Динамичность построения SQL-запросов.
2. Обработка исключений некорректна.
3. Обработка специальных символов некорректна.
4. Обработка типов данных некорректна.
5. Конфигурация системы управления базами данных небезопасна.

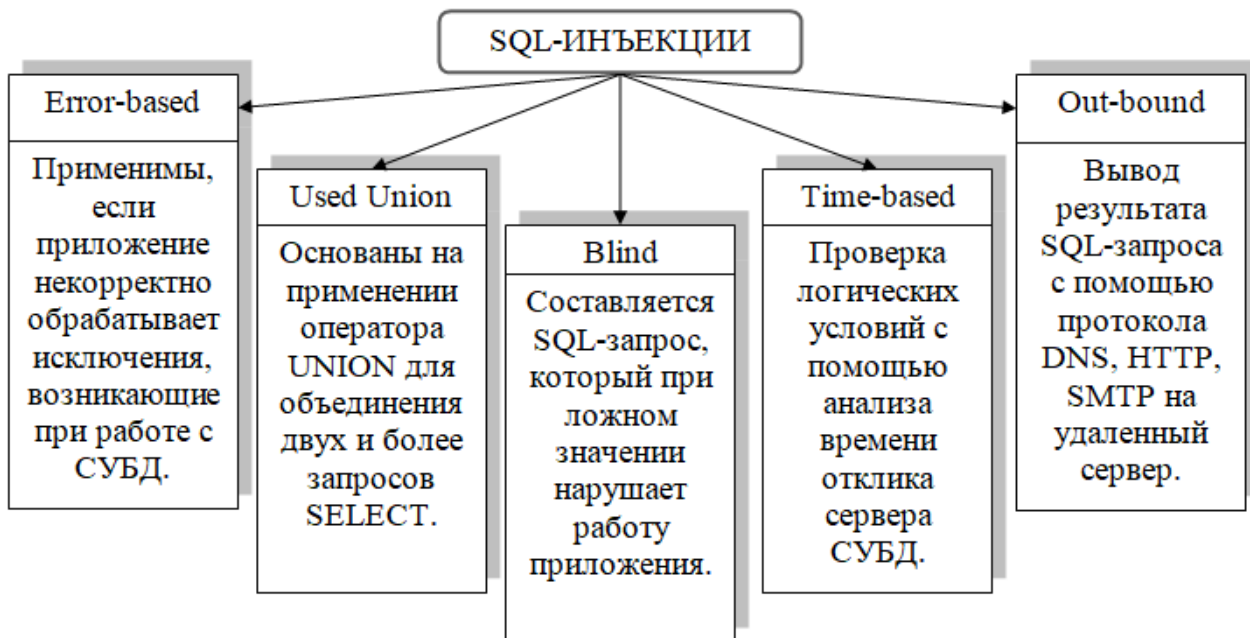


Рисунок 1 - Техники использования SQL-инъекций

Простота и удобство использования динамических SQL-запросов к базе данных, однако, часто нивелируются возможностью осуществления с помощью подобного кода SQL-инъекции. Решением проблем с безопасностью в таких случаях может стать применение подготовленных выражений, хранимых процедур или параметризованных запросов, которые поддерживаются некоторыми видами систем управления базами данных.

Уязвимостью становятся ошибки при выполнении программ и работе с системой управления базами данных, которые называют исключительными ситуациями. Сообщения об возникших проблемах не должны разглашать конфиденциальную информацию. Даже сведения о языке программирования приложения или версии системы управления базами данных могут помочь злоумышленнику нанести вред веб-приложению.

Следующими важными методами защиты является контроль над обработкой приложением специальных символов, которые могут находиться во входных параметрах запроса, и проверка вводимого типа данных в каждом конкретном случае.

Параметры безопасности системы управления базами данных при правильном регулировании могут снизить вероятность реализации SQL-инъекций. Грамотное распределение прав доступа на подключение к базе данных уменьшит количество действий, которые возможны к выполнению SQL-операторами.

Применение автоматизированных средств выявления уязвимых для SQL-инъекций процедур, запросов и других элементов приложения является хорошим способом тестирования и проверки. С помощью такого решения, разработчик может избежать потенциальных уязвимостей, которые могут являться дополнительными к вышерассмотренным причинам успешности атак

типа SQL-инъекция.

Основными результатами успешной SQL-инъекции может стать: получение структуры базы данных злоумышленником, утечка информации, содержащейся в базе данных приложения, искажение веб-приложения (deface), например, замена адреса электронного кошелька, отказ в обслуживании (DoS), чтение системных файлов, повышение уровня доступа некоторых пользователей к ресурсам [3].

Последствиями вышеперечисленных действий для владельцев веб-приложения могут стать финансовые и репутационные потери. Утечки конфиденциальных данных приводят к возникновению финансовых рисков: риска ликвидности, рыночного риска, операционного риска.

Таким образом, в процессе данного исследования было изучено понятие SQL-инъекция и выявлены причины осуществимости такой угрозы безопасности веб-приложений. Кроме того, были рассмотрены основные последствия реализации подобного вида атак на приложения. Можно также сделать вывод о том, что SQL-инъекции заслуженно присвоен класс критически опасной уязвимости благодаря широкому диапазону возможных действий при успешном выполнении атаки. Независимо от количества программ и сервисов для поиска различных уязвимостей, разработанных за большой период времени математических методов, методик на основе алгоритмов искусственного интеллекта, инструментов машинного обучения и нейронных сетей, SQL-инъекции по-прежнему позволяют злоумышленникам получать доступ к конфиденциальным данным. Эта угроза продолжает оставаться значимой для специалистов по информационной безопасности и разработчиков веб-приложений.

Литература

1. OWASP Top 10 - 2021 The Ten Most Critical Web Application Security Risks [Электронный ресурс] // OWASP the free and open software security community, 2023. URL: <https://owasp.org/www-project-top-ten/> (дата обращения: 15.03.2023).
2. Власов В.С., Клименко В.Д., Сомова Е.И. Аналитический обзор sql-инъекций // Актуальные вопросы науки и техники. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. Пенза, 2020. С. 45-48.
3. Митрофанов М.В., Крибель А.М., Фроленков А.С., Спицын О.Л. Методика обнаружения атак, типа SQL-инъекция на основе алгоритмов искусственного интеллекта, методом задачи классификации // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2021. Т. 13. № 5. С. 96-102.

*С.А. Лакеев, студ.; рук. В. А. Курылев, доц.; Я. А. Федулов, доц.
(Филиал ФГБОУ «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ

Предмет аналитической геометрии заключается в исследовании геометрических форм с помощью алгебраического анализа. В различных отделах элементарной математики алгебра прилагается к решению многих геометрических вопросов. [1]. Благодаря алгебраическим решениям, и средствам компьютерной графики стало возможным решение задач аналитической геометрии, и представление результата на экране компьютера.

При помощи компьютера можно проводить расчёты различной сложности, и с предельно коротким временем. Помимо произведения вычислений так же необходимо обеспечить вывод полученного результата. В стандарте языка C89 представлена модель потокового (консольного) ввода-вывода. Она реализуется функциями для работы с потоками ввода-вывода, объявленными в заголовочном файле `<stdio.h>`. Но для вывода геометрии она не подойдёт, так как на консоль можно выводить только текстовую информацию, а при решении задач аналитической геометрии необходимо выводить на экран графические примитивы: точка, прямая, прямоугольник, окружность, многоугольник. Для решения подобных задач у операционных систем с графическим интерфейсом есть свой набор функций для взаимодействия с аппаратными устройствами, при помощи которых производится необходимый расчёт и вывод на экран.

В стандарте C89 языка программирования C отсутствуют какие-либо средства для построения графических пользовательских интерфейсов, поскольку многообразие возможных аппаратных средств не позволяет создать такую одновременно универсальную и производительную модель взаимодействия с ними, которая была бы применима ко всем платформам, для которых существуют соответствующие стандарту трансляторы C. [2].

Так, например, для операционных систем семейства Windows NT для отображения пользовательского интерфейса используется Windows API, а для рисования треугольников, линий или точек на кадре, а также для запуска операций высокой параллельности на GPU используется Direct3D. В операционных системах Unix для отображения пользовательского интерфейса применяется X Window System (X11), а для обработки и вывода двумерной и трёхмерной компьютерной графики применяется OpenGL. Как можно заметить, каждая операционная система по-своему реализует доступ к аппаратному обеспечению и выводу графической информации на экран.

Поскольку каждая платформа имеет свой собственный способ создания и отображения окон и графики, обработки пользовательского ввода и доступа к любому низкоуровневому оборудованию. Каждая из них имеет свои собственные сложности и синтаксис. SDL предоставляет единый способ доступа к этим функциям, специфичным для конкретной платформы. Это единообразие приводит к тому, что разработчик уделяет больше времени на решение конкретной задачи, а не беспокоится о том, как конкретная платформа позволяет ему обрабатывать или получать пользовательский ввод и последующий вывод информации. Поставленная задача может быть довольно сложной, и наличие такой библиотеки, как SDL, может относительно быстро справиться с её решением. Возможность написать программу в Windows, а затем переход к её компиляции в OSX или Linux практически без изменений в коде чрезвычайно мощный способ, и он идеально подходит для разработчиков, которые хотят ориентироваться на как можно большее количество платформ. SDL упрощает такого рода кроссплатформенную разработку. Хотя SDL чрезвычайно эффективен для кроссплатформенной разработки, он также является отличным

выбором для решения задач с учетом только одной платформы, благодаря своей простоте использования и обилию функций.

SDL имеет большую базу пользователей и активно обновляется, и поддерживается. Есть также отзывчивое сообщество вместе с полезным списком ссылок. Документация для SDL обновлена и постоянно поддерживается. Посещение веб-сайта SDL предлагает множество статей и информации со ссылками на документацию и форумы.

Simple DirectMedia Layer (SDL) – это свободная кроссплатформенная библиотека, предназначенная для обеспечения низкоуровневого доступа к аудио, клавиатуре, мыши, джойстику и графическому оборудованию через OpenGL и Direct3D. [3]. Библиотека SDL написана преимущественно на языке C (рисунок 1) и может использоваться программами на большом числе языков программирования с различными парадигмами.

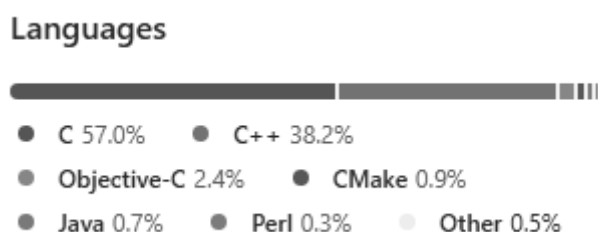


Рисунок 2 – Соотношение использования языков программирования при разработке SDL

Библиотека SDL отлично подходит для кроссплатформенного вывода графической информации на экран. Но она не обладает готовыми функциями для рисования графиков, и всех геометрических фигур. В SDL присутствуют только функции рисования:

- Точки
- Линии
- Прямоугольника

На основе этих функций можно разработать функции, которые подойдут для решения задач аналитической геометрии. С возможностью вывода графической информации на экран, и обладающими кроссплатформенными свойствами.

Например, при помощи алгебраических способов задания геометрических фигур, и использовав библиотеку SDL, была разработана программа, проверяющая, попадает ли введенная точка с координатами (x, y) в заштрихованную фигуру. При решении этой задачи, для наглядности, программа должна построить координатную плоскость, фигуры, и заштриховать соответствующую заданию фигуру. Заштрихованная фигура может быть комплексной, т.е. состоять из нескольких геометрических фигур (рисунок 2).

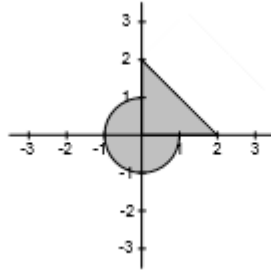


Рисунок 2 – Заштрихованная фигура

Для решения задач подобного типа необходимо знать алгебраические способы задания таких геометрических фигур как:

- Прямая
- Прямоугольник
- Окружность
- Эллипс
- Треугольник
- Ромб

А также, при помощи аналитической геометрии, определять принадлежность точки с координатами (x, y) данной фигуре.

Цель настоящей работы заключалась в разработке функций для рисования сложных геометрических фигур, и алгоритмов, определяющих принадлежность вводимой пользователем точки, конкретной геометрической фигуре.

В результате были разработаны необходимые функции и на их основе была написана программа (рисунок 3), которая способна отображать на координатной плоскости различные геометрические фигуры, принимать при помощи указателя мыши координаты точки, и определять её принадлежность к заштрихованной фигуре.

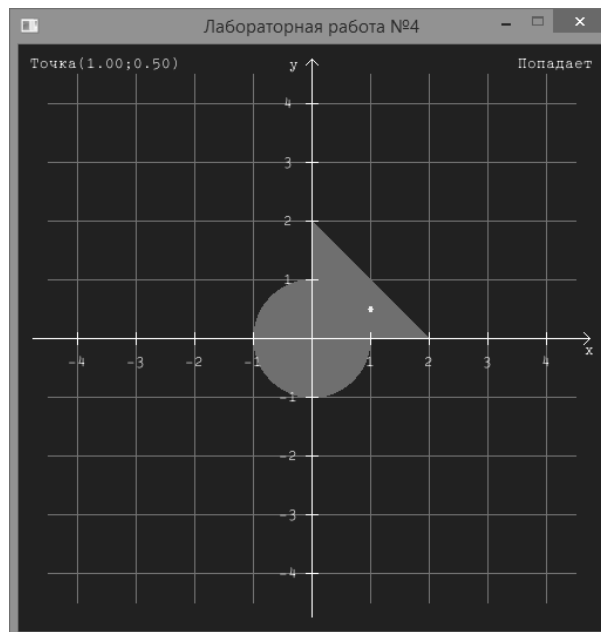


Рисунок 3 – Программа определяющая принадлежность точки заштрихованной фигуре

Ещё одна цель разработки дополнительных графических средств на основе библиотеки SDL заключается в создании функций для построения графиков (рисунок 4). Используя способы записи основных математических функций и библиотеку SDL, можно построить график функции, исследовать его, и отобразить результаты исследования.

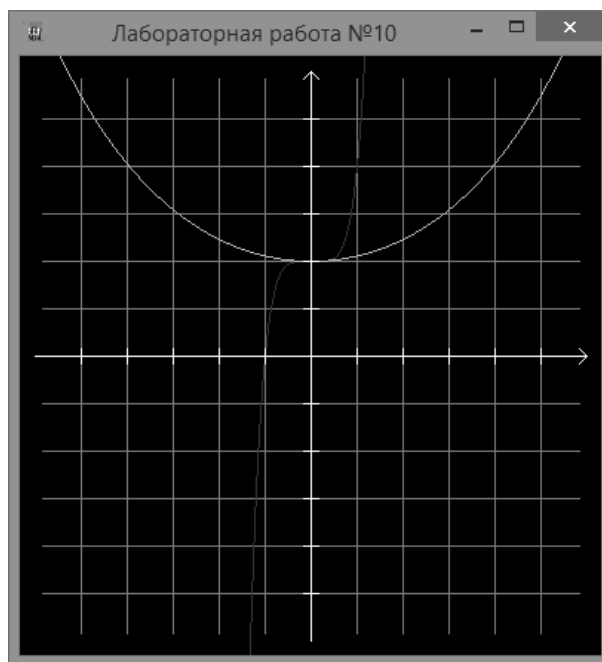


Рисунок 4 – Программа для построения графиков функций

В результате были разработаны функции для построения координатной плоскости и графика функции. На основе которых написана программа, обрабатывающая математическое выражение, и строящая на его основе график функции, который связан с координатной плоскостью.

Отображаемый результат может масштабироваться в зависимости от размеров окна. Для этого в библиотеке SDL реализован обработчик событий, который позволяет зарегистрировать определённое событие такое как:

- Изменение состояния окна
- Закрытие окна
- Изменение состояния клавиатуры
- Изменение состояния координатного устройства (мышь)
- Изменение состояния джойстика

После регистрации события его можно обработать, получив данные, и обработав их. Например, при изменении размеров окна, регистрируется соответствующее событие. И можно получить данные, которые соответствуют новому размеру окна. А уже на основании этих данных выполнить расчёты, и отобразить график функции и координатную плоскость с соответствующим размером окна масштабом.

В результате освоения основных функций библиотеки SDL, на их основе были разработаны функции для решения прикладных задач аналитической геометрии, с возможностью вывода результатов на экран, средствами

компьютерной графики. А именно, отображение в графическом пользовательском интерфейсе (окне) графической информации, обработанной по средствам аппаратного ускорения.

Таким образом можно сделать вывод, что библиотека SDL достаточно мощный инструмент, который подходит для обширного ряда задач компьютерной графики, и работы с мультимедийными устройствами. Основным её плюсом является то, что она кроссплатформенная, и при её использовании получают высокопроизводительные программы. За счёт того, что библиотека SDL написана преимущественно на языке программирования C. А также использует низкоуровневые инструменты, которые предоставляются операционной системой, и обеспечивают взаимосвязь с аппаратными средствами компьютера на низком уровне.

С множеством предоставляемых функций библиотека SDL является не сложной в освоении, и не требует глубоких знаний о том, как определённая операционная система взаимодействует с аппаратным обеспечением компьютера. Следовательно, хорошо подходит для решения прикладных задач с использованием компьютерной графики и взаимодействия с пользователем по средствам графического пользовательского интерфейса.

Литература

1. Привалов, И. И. Аналитическая геометрия : учебное пособие / И. И. Привалов. — 38-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210353> (дата обращения: 11.03.2023). — ISBN 978-5-8114-0518-3.
2. Гуцин, А. Н. Применение библиотеки SDL для разработки программ на языке C : учебное пособие / А. Н. Гуцин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 118 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63684> (дата обращения: 11.03.2023). — ISBN 978-5-85546-833-5.
3. SDL Wiki — Introduction to SDL [Электронный ресурс]: URL: <https://wiki.libsdl.org/SDL2/Introduction> (дата обращения: 11.03.2023).

*В.О. Мавренкова, маг.; А.С. Федулова, ст.пр.; рук. Я.А. Федулов, к.т.н.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ВОЕННО-ТАКТИЧЕСКИХ ИГР

В современном мире актуальным остается вопрос тренировки и развития профессиональных качеств военных различных специальностей и уровней подготовки. Одним из перспективных и активно развивающихся направлений является применение командных военно-тактических игр нового поколения имитирующих элементы боя с применением стрелкового оружия. Примером игр данного вида является военно-тактическая игра «Лазертаг», в которой используется безопасное лазерное оружие и датчики, фиксирующие попадания. Оборудованием для данной игры являются: автоматы, пистолеты и другие виды оружия, оснащенные передающим устройством, имитирующем выстрел; жилеты, шлемы и повязки, оснащенные датчиками поражений, вид которых изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Датчик поражения на головной повязке для военно-тактической игры.

По результатам проведенного анализа было заключено, что готовые комплекты для тактической игры «Лазертаг», включающие в себя в минимальном варианте: головные повязки с устройством управления, и набор оружия для двух команд обладают следующими недостатками.

1. Игровые комплекты обладают завышенной общей стоимостью.

2. В состав комплектов могут входить электронные компоненты, не выпускающиеся на отечественных производствах, что существенно затрудняет их приобретение, ремонт и замену.

3. Использование игровых комплектов подразумевает различные, в том числе тяжелые для электронного оборудования условия, что повышает требования к их надежности и увеличивает частоту ремонтных работ.

4. Внутренняя логика работы управляющего устройства и связанных с ним программных средств скрывается в коммерческих интересах, что также затрудняет эксплуатацию в случае выхода из строя отдельных элементов оборудования.

Указанные недостатки готовых решений обуславливают актуальность выбранной в данной работе задачи проектирования центрального устройства в составе игрового комплекта военно-тактической игры «Лазертаг».

Основными функциями разрабатываемой системы управления, контролирующей игровой комплект являются следующие.

1. Предварительная настройка оружейной части комплекта (боезапас, перезарядка, дополнительные магазины патронов, частота и количество выстрелов).

2. Установка настроек контроля времени раунда.

3. Подключение к программным средствам дистанционного управления игровым комплектом.

4. Настройка индикации получения урона и выбывания игрока.

5. Общее управление игровым комплектом.

Роль разрабатываемой системы – функционирование комплекта для командной военно-тактической игры «Лазертаг». Структурная схема проектируемого устройства (системы управления) изображена на рисунке 2.

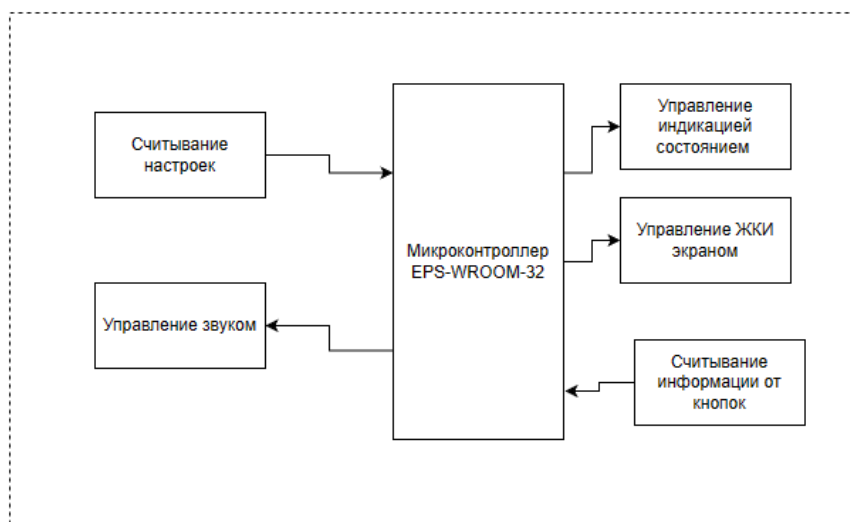


Рисунок 2 – Структурная схема устройства управления военно-тактической игры.

Основу управляющего устройства составляет микроконтроллер, который считывает информацию о настройках, управляет звуком, индикацией состоянием, выводит информацию на жидкокристаллический дисплей, также считывает информацию от кнопок, а также осуществляет общее управление игровым комплектом.

На рисунке 3 изображены структурная схема системы управления вместе с внешними связями. Разрабатываемая система содержит следующие внешние связи.

1. Wi-Fi модуль для сопряжения игрового комплекта с программными средствами и расширенной настройки оборудования: запись настроек, звуков, выбор игрового сценария, сетевой запуск комплектов в игру.

2. Внешний звуковой вывод для передачи звуковой информации игрокам: начало игры, ранение/попадание, смерть, выстрел, конец игры.

3. Светодиодный датчик индикации. Светодиоды находятся по всему периметру повязки, и служат визуальным отображением того, что игрок ранен или убит.

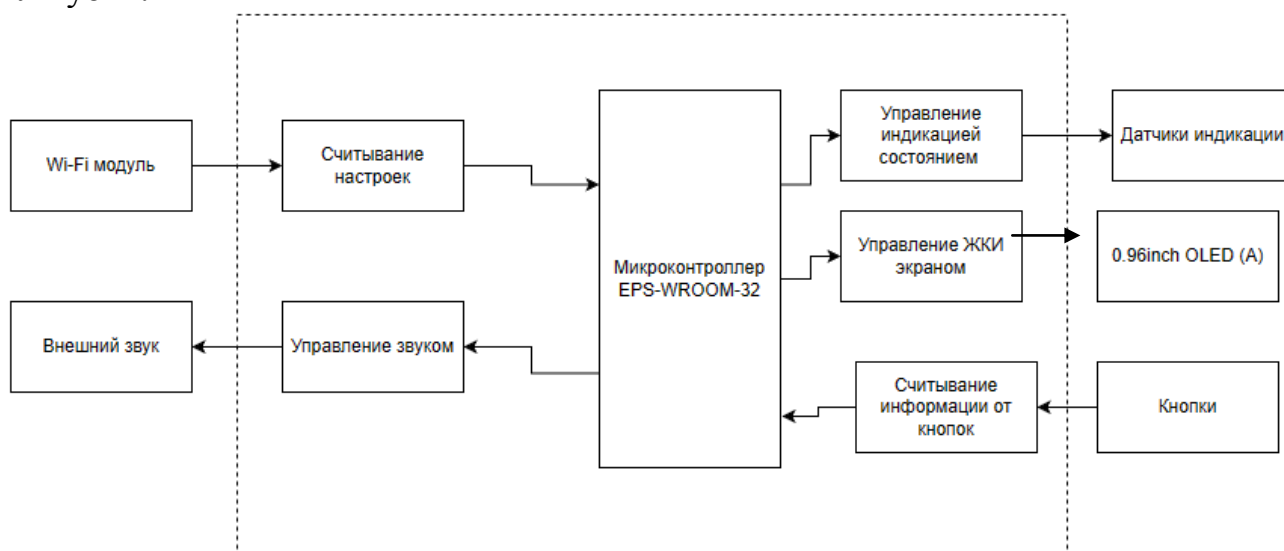


Рисунок 3 – Структурная схема системы управления игровым комплектом военно-тактической игры с внешними связями.

4. Дисплей отображения информации (0.96inch OLED (A)) служит для представления данных о состоянии головной повязки: уровень заряда, индикация сопряжения с оружием, состояние Wi-Fi модуля, выбор количества подключённых оружия и дополнительных устройств.

5. Управляющие кнопки, по которым микроконтроллер получает информацию с оружия о перезарядке, произведенном выстреле, попадании в соперника.

К дополнительным функциям разрабатываемого управляющего устройства, расширяющим базовый набор, относятся: запись настроек для оружия и повязки; запись истории произведенных выстрелов и полученного урона; управление началом, концом и временем раунда; передача информации игрокам о поражении устройства; запись новых звуков для оружия и головной повязки.

На данный момент существует два основных варианта реализации головной повязки и закрепленного на ней устройства управления: проводная и беспроводная повязка. В рамках разрабатываемого игрового комплекта для военно-тактических игр была выбрана беспроводная реализация повязки на основе протокола радиопередачи Wi-Fi, обладающая следующими преимуществами.

1. Отсутствие лишних проводов в игровом комплекте существенно повышает удобство использования. Провода спрятаны в повязку, применяемое оружие подключается к устройству управления по протоколу Wi-Fi.

2. Беспроводные повязки позволяют пользователю играть в сетевые военно-тактические игры и различные сценарии, управляемые с компьютера.

3. Становится доступна возможность выгрузить игровую статистику по каждому пользователю.

4. Датчики поражения в беспроводной технологии более заметны на ярком солнце.

5. Управляющий блок с дисплеем позволяет подключать другие типы игрового оружия, устанавливать режимы игр, отображать базовые настройки, версию прошивки и уровень заряда.

В дальнейшем планируется развитие разрабатываемого игрового комплекта для командных военно-тактических игр. Тестируется применение нового поколения датчиков поражения, менее восприимчивых к внешним источникам помех. Рассматриваются возможности создания новых игровых сценариев, добавление новых настроек, добавление новых цветов головных и нательных повязок. Разрабатываются новые виды оружия с эффектом поражения по области, такие как гранаты и бомбы. Планируется экспорт статистики игровой сессии в различные наиболее широко применяемые файловые форматы хранения данных. Реализуется возможность прямого отображения результатов игр в социальные сети.

Литература

1. Бобков, С. Г. Методы и средства аппаратного обеспечения высокопроизводительных микропроцессорных систем: учебное пособие: / С. Г. Бобков, А. С. Басаев. – Москва: Техносфера, 2021. – 264 с. – ISBN 978-5-94836-610-4.
2. Копылов, В. А. Управление подразделениями в мирное время: учебник / В. А. Копылов, В. С. Янович, В. В. Гавриленко. – 2-е изд., испр. и доп. – Красноярск : СФУ, 2020. – 496 с. – ISBN 978-5-7638-4311-8.
3. Федотов, А. В. Компьютерное управление в производственных системах: учебное пособие для вузов / А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 620 с. – ISBN 978-5-8114-8065-4.

*Е.В. Мурашкин, студ.; рук. С.А. Федулова, ст.пр.; Я.А. Федулов, к.т.н.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ВЕБ-РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ШАБЛОНИЗАТОРА ДОКУМЕНТОВ

Благодаря повсеместному развитию Интернета, предприятиям и организациям предоставляется удобная возможность информировать потенциальных клиентов о своих товарах и услугах высокоскоростным и экономичным способом, организовав собственный веб-сервис или веб-приложение. Но так как возможности интернет-технологий постоянно растут, то в настоящий момент необходимо строить гибкий, управляемый данными и мгновенно реагирующий на изменяющиеся нужды посетителей веб-сервис.

Для разработки информационной системы шаблонизатора документов используют различный стек технологий и инструментов. В начале требуется выбрать базу данных, в которой будут храниться все документы и шаблоны. Одними из самых популярных систем управления базами данных на данный момент являются: MySQL; PostgreSQL; Oracle; Microsoft SQL Server. Каждая из перечисленных СУБД имеет ряд преимуществ и недостатков в использовании, но поскольку PostgreSQL поддерживается большинством серверов и удобна в использовании, она была выбрана для разработки системы шаблонизатора документов.

Для разрабатываемой информационной системы с использованием СУБД PostgreSQL были составлены следующие модели:

- Component (модель, в которой содержатся все необходимые компоненты для создания шаблона).
- TypeComponent (модель позволяющая выбрать тип компонентов).
- Layout (модель шаблона документов).
- Certificate (модель самого документа).

Спроектированная диаграмма сущность-связь базы данных информационной системы шаблонизатора документов представлена на рисунке 1.

Для наибольшего охвата целевой аудитории сервиса и предоставления наилучшей доступности в качестве вида реализации программных средств информационной системы была выбрана форма веб-приложения. Указанный тип программных продуктов разделяется на клиентскую и серверную часть.

Серверная часть веб-приложений реализуется с использованием программных платформ, определяющих структуру и программное обеспечение информационной системы, облегчающих разработку и объединение разных компонентов большого программного продукта.

К основным преимуществам использования программных платформ относят экономию времени разработки, возможности масштабирования программного кода и встроенные средства безопасности.

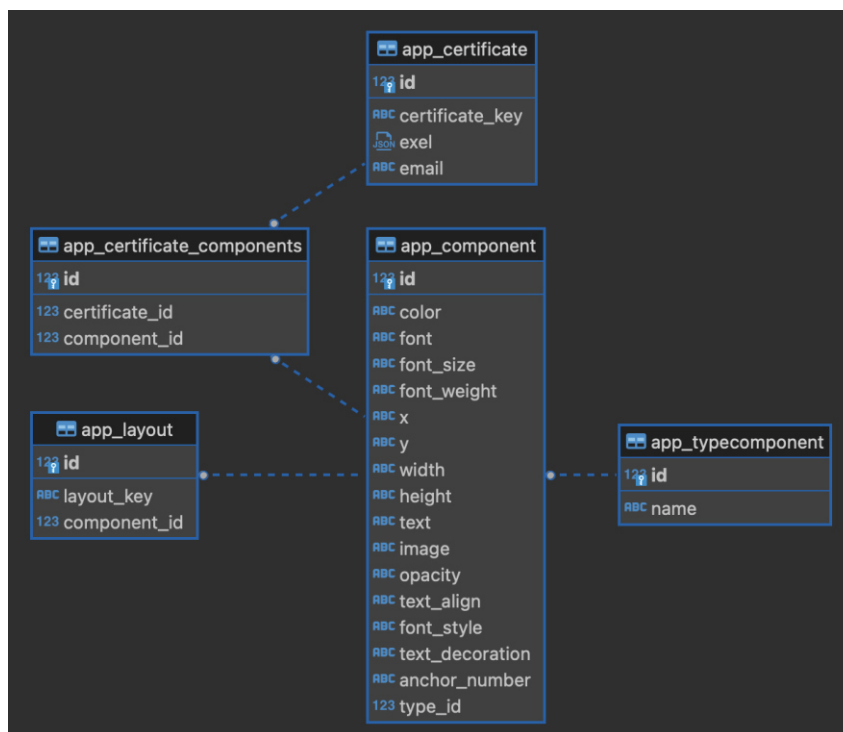


Рисунок 1 – Диаграмма сущность-связь базы данных информационной системы шаблонизатора документов.

Наиболее распространенными программными платформами для разработки веб-приложений на данный момент являются:

- Django – бесплатная платформа для веб-приложений на основе языка Python с открытым исходным кодом, следующая архитектурному шаблону MTV (модель-шаблон-представления).

- Laravel – бесплатная программная платформа на языке PHP с открытым исходным кодом, специально разработанная для создания сложных сайтов и веб-приложений.

- Ruby on Rails (RoR) – платформа, написанная на языке программирования Ruby, реализующая архитектурный шаблон MVC (модель-представление-контроллер) для веб-приложений, а также обеспечивающая их интеграцию с веб-сервером и сервером баз данных.

В качестве программной платформы для серверной части программных средств информационной системы шаблонизатора документов была выбрана связка Python – Django. Основными преимуществами данной программной платформы перед указанными ранее являются: простота в реализации и

изучении; расширенный набор встроенных средств безопасности; широкий выбор шаблонов веб страниц; доступность документации; большое сообщество разработчиков.

Следующим этапом разработки информационной системы после создания моделей, подключаются следующие инструменты:

- Django Rest Framework – это библиотека, которая работает со стандартными моделями Django для создания гибкого и мощного API проекта.

- Git – наиболее широко применяемая система контроля версий и коллективной разработки.

- Docker – программная платформа позволяющая разработать, протестировать и развернуть спроектированный веб-сервис.

- Различные библиотеки языка Python, облегчающие разработку веб-сервиса и позволяющие использовать написанный ранее код в своем проекте.

В качестве технологий разработки клиентской части проектируемой информационной системы шаблонизации документов рассматривались следующие:

- HTML – язык гипертекстовой разметки, с помощью него создается каркас страниц проектируемого сервиса.

- CSS – каскадные таблицы стилей, с помощью которых реализуется общее стилевое оформление страниц.

- JavaScript – скриптовый язык программирования, с помощью которого реализуется логика отображения визуальных элементов на клиентской части разрабатываемого приложения.

Это основной стек технологий, без которого не обойдется ни одна клиентская часть веб-сервиса.

Наиболее распространенными программными платформами для разработки клиентской части разрабатываемого веб-сервиса являются:

- React, также известный как ReactJS или React.js – библиотека JavaScript с открытым исходным кодом для создания компонентов пользовательского интерфейса.

- Angular – программная платформа для создания продвинутых бесшовных (одностраничных) веб-приложений – SPA (Single Page Applications) – на языках программирования TypeScript, JavaScript, Dart.

- Vue – это активно развивающаяся программная платформа для создания пользовательских интерфейсов.

По результатам анализа преимуществ и недостатков указанных программных платформ, для проектирования клиентской части разрабатываемого веб-сервиса была выбрана платформа React. Особенностью платформы является внутренний язык JSX, представляющий из себя расширение языка JavaScript для формирования HTML разметки.

Дополнительно к возможностям программной платформы React для реализации клиентской части проектируемой информационной системы

шаблонизации документов были задействованы дополнительные библиотеки визуального моделирования:

- Redux – менеджер, позволяющий управлять состоянием приложения.
- Axios – библиотека, представляющая альтернативный способ взаимодействия с базой данных, заключающийся в преобразовании пересылаемых сообщений в формат JSON и автоматическом разборе полученных ответов.
- Formik – библиотека для работы с формами.
- Material UI – библиотека готовых компонентов, позволяющая использовать уже написанные стилизованные фрагменты кода.
- JSPDF – библиотека, позволяющая реализовать возможности создания, редактирования и просмотра pdf файлов.

На основе выбранного стека технологий и инструментов были разработаны программные средства информационной системы шаблонизатора документов. Экран главной формы разработанных программных средств представлен на рисунке 2.

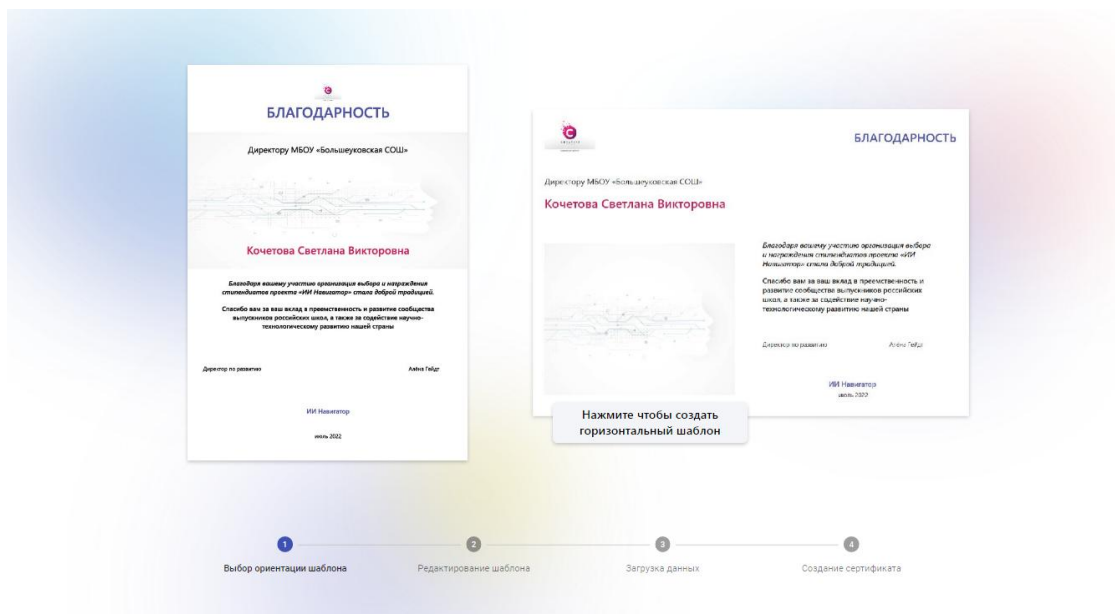


Рисунок 2 – Экранная форма главного окна информационной системы шаблонизатора документов.

Экранная форма редактирования шаблона представлена на рисунке 3.

Выборный набор технологий и инструментов позволил создать доступный и мульти платформенный сервис шаблонизации документов. Он может быть дополнен другими не менее важными технологиями.

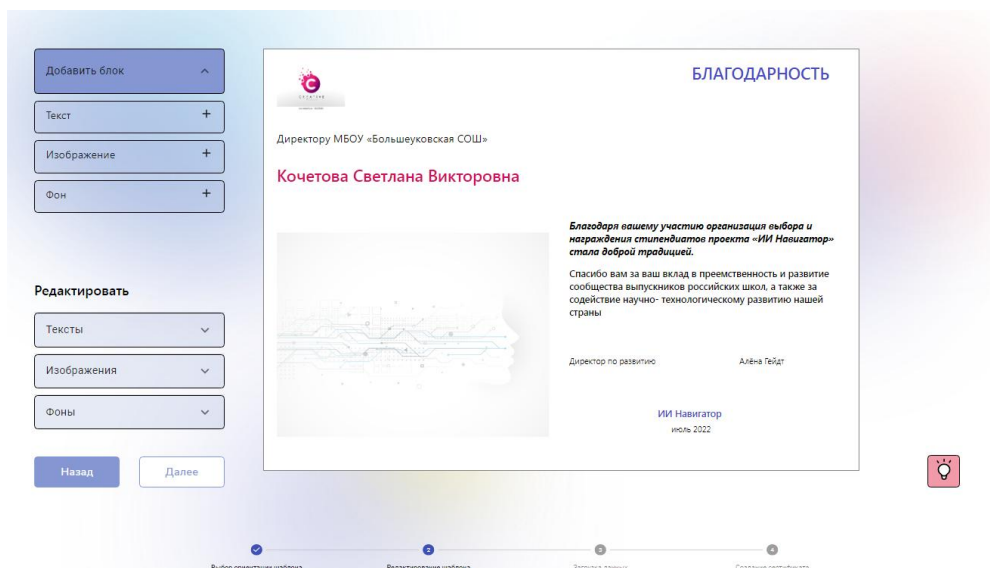


Рисунок 3 – Экранная форма окна редактирования шаблона информационной системы шаблонизатора документов.

В дальнейшем планируется дополнить информационную систему рядом дополнительных функций, таких как редактирование и добавление пользователей, редактирование профиля личной страницы пользователя информационной системы с возможностью сохранения собственных шаблонов документов, монетизация проекта, расширенные возможности редактирования шаблонов (гербовые печати, водяные знаки, форматы документов).

Литература

1. Меле, А. Django 2 в примерах / А. Меле; перевод с английского Д. В. Плотниковой. – Москва: ДМК Пресс, 2019. – 408 с. – ISBN 978-5-97060-746-6.
2. Розенталс, Н. Изучаем Typescript 3 / Н. Розенталс; перевод с английского Д. А. Беликова. – Москва: ДМК Пресс, 2019. – 608 с. – ISBN 978-5-97060-757-2.
3. Солодушкин, С. И. Разработка программных комплексов на языке JavaScript: учебное пособие / С.И. Солодушкин, И.Ф. Юманова ; под общ. ред. В. Г. Пименова ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. – 135 с. – ISBN 978-5-7996-3034-8.

*В.А. Недюхин, студ., рук. В.А. Широченко, к.т.н., доц.
(МОУВО «Белорусско-Российский университет», Могилев, Республика Беларусь)*

ПОДСИСТЕМА СОЗДАНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ГРАФИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

Современное развитие вычислительной техники содействует все более широкому использованию имитационного моделирования для анализа и исследования динамики сложных производственных системы. Имитационное моделирование позволяет проводить анализ эффективности функционирования производственных процессов, находить узкие места производства, определять причины их появления и устранять эти причины, подбирая оптимальные параметры производства.

Несмотря на высокую эффективность имитационным моделированием занимается достаточно ограниченный круг специалистов-исследователей. Это обусловлено достаточно ощутимыми трудностями построения имитационной

модели исследуемого объекта. Существующие программные системы, позволяющие использовать имитационное моделирование, созданы и создаются преимущественно универсальными, применимыми для моделирования объектов различной природы и назначения. Наряду с неоспоримыми преимуществами такого подхода он обладает и весьма серьезным недостатком. Такой инструмент требует специальных знаний и умения для того чтобы с помощью универсальных средств моделирования построить максимально адекватную имитационную модель и поэтому доступен только достаточно квалифицированному специалисту с определенным опытом моделирования. Это значительно сужает круг специалистов, использующих такой инструмент.

Для более широкого распространения технологии имитационного моделирования целесообразно приблизить сложную технологию исследования к специалистам из предметной области, которые более глубоко понимают специфику и стоящие перед ними задачи. Одной из таких областей является материальное производство. Существует огромное количество машиностроительных, текстильных, химических и других производств, для которых имитационные модели будут строиться на одних и тех же принципах и с применением одних и тех же подходов, понятных для специалиста из предметной области.

Принципы разработки имитационных моделей производственных систем рассмотрены многими авторами. На их основе модели таких систем реализуются путем построения строгой последовательности активных элементов, представляющих собой производственное оборудование, выполняющие соответствующие машинные операции за определенное время. Между производственными единицами расположены межоперационные заделы, накапливающие изготовленные детали и служащие источником для последующего оборудования производственной цепочки.

Производственный процесс состоит не только из технологических операций, но и содержит ряд вспомогательных действий, таких как, например, транспортные операции. Они используются для передачи деталей от одного оборудования к другому. Цеховой транспорт может перемещать несколько различных деталей к различным пунктам назначения. От его качественного управления в значительной степени зависит загрузка производственного оборудования и эффективность обслуживаемых производственных процессов.

Создание имитационной модели производственного процесса подразумевает выстраивание четкой последовательности технологических и вспомогательных операций, в результате которой будет получен некоторый готовый продукт. Для построения такой последовательности используется специальная палитра графических элементов, которые с помощью компьютерной мышки устанавливаются в определенное место пространства, предназначенного для изображения модели. Для отображения технологических операций используются упрощенные изображения станочного оборудования, предназначенного для соответствующей обработки. Изображение межоперационных заделов осуществляется с помощью прямоугольников,

напоминающих места складирования заготовок. Последовательность переходов при выполнении технологических операций изображаются стрелками, имеющими взаимосвязь с соответствующими элементами. Вспомогательные операции могут также изображаться с помощью специального оборудования или простым кружочком если оборудование не используется или его изображение не имеет существенного значения.

На рисунке 1 представлен фрагмент имитационной модели построенной с помощью созданной графической подсистемы имитационного моделирования.

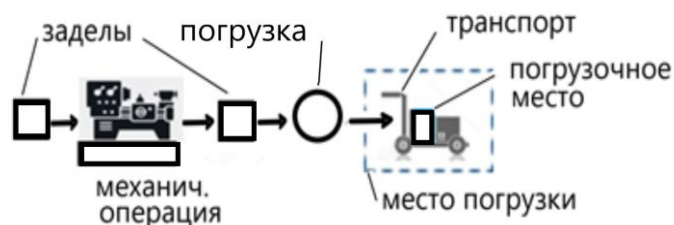


Рисунок 1 - Фрагмент имитационной модели

На рисунке показана механическая операция, представленная графическим изображением токарного станка. Перед и после технологической операции изображены заделы, в которых находятся заготовки и произведенные детали. После накопления готовых деталей в количестве заданной транспортной партии они будут погружены на транспортное средство для перевозки к другому оборудованию.

Палитра так называемых инструментов, т.е. элементов, из которых строится имитационная модель может модифицироваться и дополняться необходимыми элементами. В качестве таких элементов могут быть упрощенные схематические изображения, напоминающие реальное оборудование или просто геометрические фигуры, не несущие реалистичной нагрузки. В тех случаях, когда имеет смысл внешний вид модели максимально приблизить к реальности можно использовать фотографии существующего оборудования. Для этого сделаны специальные графические заготовки, внутри которых можно располагать любые графические объекты, а затем дополнить ими уже имеющиеся палитры инструментов.

Таким образом можно графически описать довольно сложные производственные процессы, включающие в себя множество технологических операций. Производственное оборудование может располагаться в непосредственной близости или на значительном удалении, требуя использования транспортного оборудования для обеспечения неразрывности производственного процесса.

После построения графической модели исследуемого объекта осуществляется ее преобразование в исходные данные для подсистемы моделирования, которая и осуществляет запуск процесса имитации. Для задания количественных значений необходимых для имитации параметров дополнительно используется диалоговая подсистема, которая функционирует на

основе построенной графической модели объекта. В качестве задаваемых параметров могут быть начальные значения межоперационных заделов, без которых производственный процесс не может начаться, величины транспортных партий, при накоплении которых осуществляется передача изделий между соответствующими операциями и длительности этих операций. Значения длительностей операций могут быть как детерминированными, так и вероятностными. В последнем случае необходимо будет задать закон, на основе которого будет формироваться случайное значение длительности операции и необходимые параметры, например, математическое ожидание и дисперсию в случае использования нормального закона распределения.

Моделируя производственный процесс с учетом всех его особенностей, можно определить все его выходные параметры, например, количество произведенных изделий за смену, загрузку оборудования в процессе производства, накопление полуфабрикатов на промежуточных заделах или их нехватку для непрерывного производства и другие. Список выходных параметров зависит от специфики решаемых задач и определяется исследователем в процессе построения имитационной модели. После детального анализа результатов имитационного моделирования можно подобрать оптимальные параметры организации производства, обеспечивающие его максимальную эффективность с учетом динамики.

Такой подход к процедуре создания имитационной модели значительно упрощает процесс ее разработки и позволит обойтись без привлечения к нему математиков и программистов. Специалисты из предметной области с использованием такой подсистемы смогут достаточно быстро построить нужную им модель и сосредоточить свое внимание на решении своих профессиональных задач, не отвлекаясь на освоение тонкостей математической формализации моделируемых объектов или на взаимодействие со специалистами, которые профессионально владеют методами математической формализации, но, возможно, недостаточно осведомленные в особенностях организации производства. Такое положение дел приведет в конечном итоге к повышению заинтересованности специалистов из предметной области в результатах моделирования и позволит им решать все более сложные производственные задачи.

Благодаря такому подходу специалист из предметной области используя только свои профессиональные знания легко и быстро строит модель, проводит на ней понятные ему испытания и получает нужную информацию для формирования управленческих решений.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ НАСТРОЙКИ САР

Системы автоматического регулирования (САР) используются для управления и регулирования процессов и систем в различных областях, включая промышленность, энергетику, транспорт, здравоохранение и т.д. Они позволяют автоматически контролировать температуру, давление, скорость, обороты, освещение и другие параметры процессов и систем, что повышает эффективность работы, снижает расходы и повышает качество продукции или услуг. САР также позволяют уменьшить риски аварийных ситуаций и обеспечить безопасность персонала.

Для обеспечения эффективного управления объектами, работающими в нелинейных условиях, могут использоваться различные виды ПИД-регуляторов. Такие регуляторы работают как часть системы обратной связи и используются для поддержания нужных значений выходных параметров. Три основных типа ПИД-регуляторов, которые широко используются на практике – это регулятор на основе нечеткой логики, нейронные сети и генетические алгоритмы.

ПИД-регуляторы на основе нечеткой логики широко применяются в различных областях, где требуется точное управление параметрами процесса. Регуляторы на основе нечеткой логики могут учитывать не только точные числовые значения, но и качественные параметры, которые невозможно выразить точным числом.

Преимущества:

1. Нечеткая логика позволяет работать с нечеткими понятиями, такими как "большой" или "маленький", что делает регулятор более гибким.
2. Могут быть применены к широкому диапазону систем управления.
3. Могут работать с системами, у которых мало данных о их динамике.
4. Нечеткая логика позволяет устранять нелинейности системы управления без необходимости её переработки.

Недостатки:

1. Требуют большого количества вычислений для обработки данных, что может ухудшить производительность.
2. Сложные в настройке и требуют более глубоких знаний в области теории нечеткой логики.
3. Могут быть чувствительны к шуму или внешним помехам.
4. Нечеткие системы управления могут иметь проблемы с интерпретацией нечетких понятий и правил управления, что может привести к ошибкам в управлении.

Такой тип регуляторов может быть использован в следующих сферах:

- **Производственная автоматика:** управление температурой в промышленных печах, контроль за скоростью производственных линий и других

процессов.

- Автоматические системы управления транспортом: контроль за скоростью движения транспортных средств или определением оптимального пути следования.

- Робототехника: управление роботами, включая манипуляторы, мобильные роботы, и другие виды роботов.

- Управление энергосистемами такими как энергосети, солнечные и ветрогенераторы.

- Управление крупными инфраструктурными системами отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и другими.

Таким образом, практическое применение ПИД-регуляторов на основе нечеткой логики очень широко и включает в себя большое число различных задач, связанных с автоматическим управлением и контролем параметров процессов. Настройка таких регуляторов достаточно сложная и требует определенного опыта и квалификации.

ПИД-регулятор на основе нейронных сетей, как и в случае с нечеткой логикой, могут эффективно работать в случае неоднородных данных и нелинейных связей между входными и выходными параметрами. Однако, в отличие от нечеткой логики, нейросетевые регуляторы обладают способностью к обучению на основе опыта и могут самообучаться в процессе работы системы управления. Они могут быть применены при высоком влиянии окружающей среды или внешних факторов, а также способны воспринимать и анализировать сложные и динамические входные данные, определять связи и моделировать неизвестные функции.

Преимущества:

1. Могут адаптироваться к сложным и изменяющимся условиям эксплуатации.

2. Позволяют более точно устанавливать параметры регулятора, что увеличивает качество управления.

3. Даже при незначительном изменении параметров объекта управления могут достичь точного результата благодаря способности нейронной сети к обучению.

Недостатки:

1. Сложные в настройке и требуют более глубоких знаний в сфере нейронных сетей и машинного обучения.

2. Могут терять точность и эффективность из-за вычислительной сложности нейронных сетей.

3. Могут выдавать некорректные результаты, если данные, получаемые от сенсоров, оказываются некорректными или неточными.

ПИД-регулятор на основе нейронных сетей может быть применен в таких областях, как:

- Промышленность: оптимизация производства, управления энергетическими системами, управления качеством.

- Робототехника: управление движением, координацией и регулированием сил.

- Автомобильная промышленность: управление двигателем, трансмиссией, тормозами и другими системами.

- Энергетика: управление солнечными и ветряными энергосистемами, системами хранения энергии.

- Финансы: управление финансовыми потоками, инвестициями и страхованием.

Таким образом, используя обученную нейросеть, можно быстро и эффективно определить оптимальные значения коэффициентов ПИД-регулятора. Также возможно использование нейронных сетей для предсказания изменений выходных параметров регулятора во времени. Нейронные сети успешно применяются для идентификации, моделирования, прогнозирования и управления сложными системами. Однако, необходимы высокие затраты на обучение нейронной сети и ее настройку для конкретного объекта управления.

ПИД-регуляторы на основе генетических алгоритмов используют генетический алгоритм для определения наиболее оптимальных коэффициентов ПИД-регулятора. Генетические алгоритмы являются эволюционными алгоритмами, которые используют операции мутации, скрещивания и выбора для генерации новых поколений решений, они могут самоадаптироваться и настраивать свои параметры управления в режиме реального времени. Такие регуляторы могут быть применены, когда существуют большие колебания в параметрах или параметров много и они имеют большое количество ограничений.

Преимущества:

1. Могут автоматически настраивать свои параметры, без необходимости специальной процедуры настройки.

2. Генетические алгоритмы могут найти оптимальные значения параметров ПИД-регулятора, даже если система управления является сложной и имеет нелинейную динамику.

3. Могут быть применены к системам, у которых мало данных о динамике или к системам с неизвестными параметрами.

4. Могут обеспечить точную и эффективную работу системы управления.

Недостатки:

1. Процесс настройки может быть очень медленным и требует большого количества вычислений.

2. Могут терять эффективность в случае, если параметры объекта управления существенно меняются.

3. Алгоритмы могут сойтись к локальному оптимуму, который не является наилучшим общим решением.

Такой тип регуляторов может быть использован в следующих сферах:

- Автоматизированные промышленные системы и робототехника: где точная и быстрая регулировка и управление процессами является ключевым фактором успеха.

- Управление отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха: регулировка температуры, влажности и других параметров для обеспечения комфортной среды в помещении.

- Электроника и электроэнергетика управление электрическими двигателями, насосами и другими устройствами.

- Транспортные системы: оптимизация работы двигателя и улучшение топливной экономии.

- Медицинская техника: контроль за температурой, давлением и другими параметрами в медицинских приборах и оборудовании.

Таким образом, генетические ПИД-регуляторы позволяют достигать оптимального управления в условиях неопределенности и изменчивости входных параметров и находят широкое применение в различных задачах автоматического управления. Они могут использоваться для оптимизации функций принадлежности нечеткой логики, определения наилучшего стабильного контроллера, вычисления наилучших весов для нейронной сети. Генетические алгоритмы имеют преимущество в том, что они способны находить глобальный оптимум быстрее, чем другие методы оптимизации. Однако, данный метод требует большого количества вычислительных ресурсов и времени для сходимости.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что выбор типа ПИД-регулятора должен основываться на специфике конкретной задачи и ее условиях. Регуляторы на основе нечеткой логики часто работают лучше в условиях неопределенности и шумных данных, в то время как нейронные сети находят свое применение в задачах с большим объемом данных и сложными моделями. Генетические алгоритмы находят применение в задачах оптимизации, где необходимо быстро найти глобальный оптимум. Также возможно использование комбинации нескольких методов, таких как нечеткой логики, нейронных сетей и генетических алгоритмов для создания гибридных ПИД-регуляторов.

Литература:

1. Макаров, И.М. Интеллектуальные системы автоматического управления /И.М. Макаров, В.М. Лохин. – М.: ФИЗМАЛИТ, 2001. – 576 с.

2. Шаровин И.М. Разработка математического и программного обеспечения нейросетевых алгоритмов адаптивных АСР: диссертация кандидата технических наук. Национальный исследовательский институт М.: МЭИ, 2013. – 206 с.

3. Нейронные сети и нейроконтроллеры: учеб. пособие/ М. В. Бураков. – СПб.: ГУАП, 2013. – 284 с

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА CRM-СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ С КЛИЕНТОМ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

В каждом городе существует множество организаций, оказывающих стоматологические услуги, как больших многопрофильных клиник, так и маленьких, частных стоматологических кабинетов. Но, несмотря на большое количество таких организаций, уровень автоматизации в них невысок. Данные хранятся в файлах, созданных с помощью текстовых редакторов или электронных таблиц. В таких организациях обычно нет ИТ-специалистов, а покупка специализированного программного обеспечения часто недоступна из-за ограниченных финансовых ресурсов.

Кроме того, проанализировав статью Лифшиц И. М. [1]., можно сказать, автор считает, что нет эффективного функционально законченного блока управления стоматологической клиникой (отделением). Также, стоит отметить, актуальностью анализа CRM-систем в стоматологии является тот факт, что, согласно базе проектов TAdviser на 2022 (рисунок 1) год приходится лишь 4% на медицину от общего количества использования CRM-систем. Что говорит о том, что данные системы слабо развиты в области медицины, а в частности, в стоматологии.

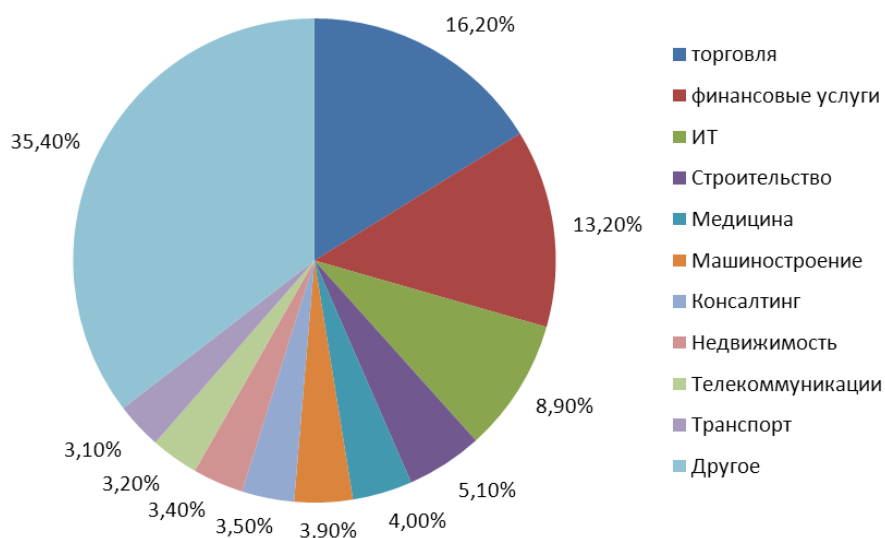


Рисунок 3 – Отраслевое распределение внедренных CRM-проектов на 2022 г.

Работа любой стоматологической клиники подразумевает взаимодействие с сотнями пациентов, которым нужно напоминать о записи на прием, а также поддержание контакта с поставщиками медикаментов и расходных материалов. Держать такой объем информации в разрозненных файлах без риска что-либо забыть нереально. Поэтому CRM-система для стоматологии незаменима. Именно поэтому необходимо рассмотреть наиболее распространенные системы

управления взаимоотношениями с клиентами, функционал которых наиболее эффективен именно для стоматологической организации.

При выборе программного продукта необходимо учитывать бюджет организации, функционал системы, индивидуальные особенности организации. Ведь рынок CRM довольно широкий, поэтому нужно четко определить, какие функции необходимы, чтобы не пришлось переплачивать за ненужные опции. Кроме того, важно проанализировать, что конкретно необходимо автоматизировать в клинике.

В таблице 1 [2] представлена сравнительная характеристика самых популярных систем управления взаимодействием с клиентами.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика CRM-систем

Название	Стоимость	Бесплатная версия	Функционал	
			Есть возможность	Нет возможности
DentalPRO	8780 руб/мес	Отсутствует	База клиентов, управление заказами, тайм-менеджмент, отчеты, системы лояльности	E-mail рассылки, диаграмма Гантта, открытый исходный код, веб-формы
Дента	0	Присутствует	База клиентов, управление заказами, тайм-менеджмент, отчеты, системы лояльности, веб-формы, E-mail рассылки, мониторинг эффективности персонала	диаграмма Гантта, открытый исходный код
IC: Стоматологическая клиника	1540 руб/мес	Отсутствует	База клиентов, управление заказами, тайм-менеджмент, отчеты, системы лояльности, веб-формы, E-mail рассылки, мониторинг эффективности персонала	диаграмма Гантта, открытый исходный код
docaCRM	0	Присутствует	Воронка продаж, база клиентов, управление заказами, продуктовый каталог, системы лояльности, отчеты, диаграмма Гантта, веб-формы	Тайм-менеджмент, открытый исходный код, интеграция с почтой, шаблоны проектов
Клиентикс	97250 руб/год	Отсутствует	База клиентов, управление заказами, тайм-менеджмент, отчеты, системы лояльности, веб-формы, E-mail рассылки, мониторинг эффективности персонала	диаграмма Гантта, открытый исходный код

Проанализировав вышеприведенную таблицу, можно сделать вывод о том, что у всех этих систем функционал схож, есть лишь небольшие отличия, но для некоторых клиник, эти отличия могут стать решающими в выборе той или иной системы.

CRM-системы можно разделить на следующие группы:

- системы для пользования 1-5 человек,
- 5-10 человек,
- 10-20 человек;
- 20 и более.

Также можно разделить на системы:

- для людей с опытом работы
- для людей без опыта.

Помимо этого, их можно классифицировать по области автоматизации. Данные классификационные признаки помогут выбрать нужную систему для различных целей и организаций.

Но, несмотря на то, что CRM-системы значительно упрощают и автоматизируют работу в стоматологической организации, у данных систем есть также свои недостатки, такие как [3]:

- немалая цена лицензионной программы CRM;
- возможность утечки информации, т.к. у любой программы может быть сбой в работе;
- установить и настроить корректную работу CRM может лишь специалист в данной сфере;
- всем сотрудникам необходимо пройти обучение по работе с CRM-системой.

Подведя итог, можно сделать вывод о том, что сложности внедрения CRM для стоматологии возникают как по вине разработчиков, так и из-за недостаточной осведомлённости владельцев организаций. Именно поэтому очень важно не только выбрать подходящую систему, но и найти таких специалистов, которые смогут правильно установить выбранную систему, а также правильно обучить сотрудников с ней работать. Только тогда CRM-система поможет автоматизировать необходимый бизнес-процесс или всю работу организации в целом.

Литература

1. Лившиц И. «По зубам» ли дантистам системы автоматизации? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.cnews.ru/articles/po_zubam_li_dantistam_sistemy_avtomatizatsii_2
2. Егорова А.А., Козлов С.А. Информационные системы: методы и средства проектирования. / А.А. Егорова, С.А. Козлов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2019. №106. С.1-9.
3. Прокопова Н.С. Исследование современных систем оптимизации бизнес-процессов стоматологической клиники / Н.С. Прокопова // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2019. №1(21). С.1-12.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Принятие решений является фундаментальной деятельностью во многих областях, от инженерии до финансов и здравоохранения. Во многих реальных ситуациях данные, используемые для принятия решений, являются неполными или неопределенными. В таких случаях традиционные методы принятия решений не дают удовлетворительных результатов. Нечеткая логика – это инструмент, который может эффективно справляться с подобными ситуациями. Данный метод допускает неопределенность и неточности в данных. Он основан на идее нечетких множеств, которые могут представлять частичные истины или степени принадлежности.

Данное исследование направлено на изучение применения нечеткой логики в процессе принятия решений и ее потенциальных преимуществ. В ходе исследования был проведен обзор литературы по использованию нечеткой логики при принятии решений, проанализированы сильные стороны и ограничения данного инструмента в процессе принятия решений. Это исследование актуально, поскольку оно может способствовать повышению точности, гибкости и надежности процессов разрешения задач в различных сферах.

Нечеткие множества и нечеткая логика являются новым направлением в математике и информатике, расширяющим классическую теорию множеств и формальную логику. В основе этого подхода лежит идея о том, что в реальном мире часто встречаются нечёткие и приближённые понятия и знания. Таким образом, для описания таких явлений и создания систем, способных работать с нечёткой информацией, была разработана математическая теория нечетких множеств. В 1965 году Л.А. Заде предложил понятие нечетких множеств и показал, что с их помощью можно описывать нечёткие понятия и знания, а также использовать их для нечетких выводов.

Нечеткие множества основываются на том, что каждый элемент множества может иметь не только значение 0 или 1, но и промежуточные значения, которые отражают степень принадлежности элемента к данному множеству. Нечеткая логика, в свою очередь, начинается с набора правил человеческого языка и основывается на них. Эти правила преобразуются в математические эквиваленты с помощью нечетких систем. Это позволяет упростить работу системного разработчика и компьютера, а также получить более точные представления о том, как системы ведут себя в реальном мире [1].

Беллман и Заде предложили в 1970 году нечеткую модель принятия решений, в которой цели и ограничения выражаются в терминах нечетких множеств, а решение определяется на основе соответствующей агрегации этих нечетких множеств. Эта область связана как с описательными, так и с нормативными теориями и уделяет основное внимание области управления, где

процесс принятия решений имеет ключевое значение для контроля запасов, инвестиций, действий персонала, разработки новых продуктов и распределения ресурсов. Решение принимается в условиях определенности, когда результат каждого действия может быть точно определен и упорядочен, и проблема принятия решения становится проблемой оптимизации, проблемой максимизации функции полезности.

В условиях риска, когда единственное доступное знание о результатах состоит из их условных распределений вероятностей, проблема принятия решения становится оптимизационной задачей максимизации ожидаемой полезности. А когда вероятности результатов неизвестны или могут даже не иметь отношения к делу, а результаты для каждого действия характеризуются лишь приблизительно, решения принимаются в условиях неопределенности, которая является основной областью для нечеткого принятия решений [3].

Подход нечеткой логики в процессе принятия решений основан на использовании нечетких множеств, которые присваивают степени принадлежности различным критериям. Затем степени принадлежности объединяются с помощью нечетких операторов для получения вывода. Процесс принятия решений с применением нечеткой логики включает в себя несколько этапов (рисунок 1) [3].

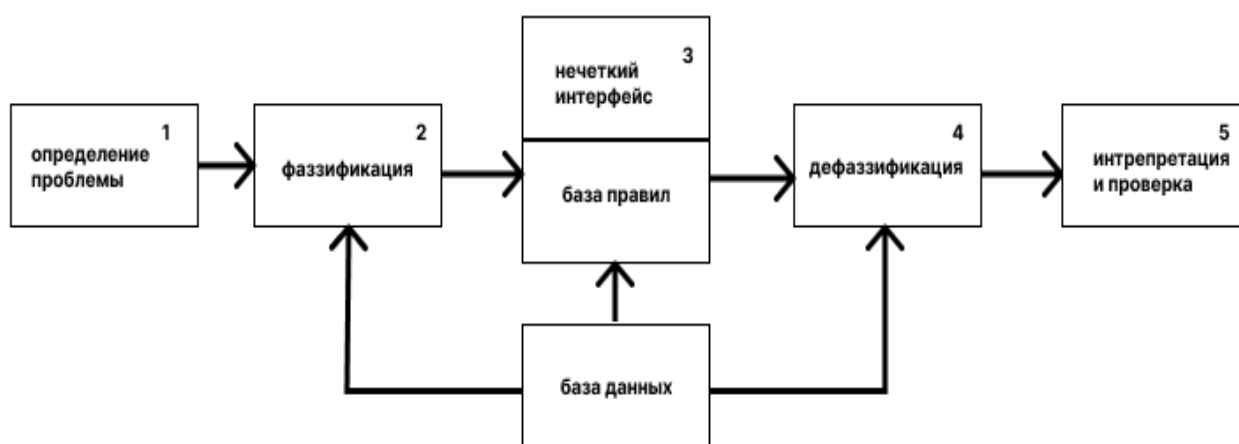


Рисунок 1 – Алгоритм применения нечеткой логики при принятии решений

На первом этапе определяются задача, переменные и критерии, участвующие в процессе принятия решений. Важно иметь четкое представление о проблеме, которую необходимо решить, чтобы принимать обоснованные решения и гарантировать, что система нечеткой логики должным образом спроектирована для решения проблемы. На этом этапе также необходимо учитывать контекст и ограничения проблемы. Например, проблема может быть связана с конкретной отраслью или доменом, и могут существовать нормативные или юридические требования, которые необходимо принять во внимание. Кроме того, могут существовать ограничения, связанные с ресурсами, такими как время, бюджет и доступность данных.

На следующем этапе выполняется преобразование входных данных в нечеткие множества. Входные данные сопоставляются с лингвистической переменной, которая представляет собой переменную, описываемую с использованием лингвистических терминов вместо числовых значений. Как только входные данные сопоставлены с лингвистической переменной, для каждого лингвистического термина определяются функции принадлежности. Функция принадлежности – это математическая функция, которая сопоставляет каждое входное значение со степенью принадлежности к соответствующему нечеткому множеству. Степень принадлежности представляет степень, в которой входное значение принадлежит нечеткому множеству, описываемому лингвистическим термином [1].

На третьем этапе задаются условные предложения, подтверждающие состояние конкретной переменной в терминах нечетких значений. Для каждой переменной могут быть заданы несколько условных предложений с разными значениями нечеткой переменной. Затем эти условные предложения используются для вычисления результата на следующих этапах принятия решения [1].

Следующий шаг — это перевод нечеткого результата вычислений в другую форму, чтобы можно было получить четкие числовые значения. Для этого нужен процесс «дефаззификации». Затем последним шагом является реализация наилучшего решения в практике. Успешное выполнение данного процесса может помочь достичь поставленной цели.

Нечеткая логика применяется в широком спектре реальных задач. Одним из примечательных примеров использования нечеткой логики в системах принятия решений является сфера финансов, где она используется для анализа тенденций фондового рынка и принятия инвестиционных решений. Кроме того, данный метод используется в системах управления для регулирования процессов, которые трудно смоделировать математически, таких как регулирование температуры, давления и скорости. Также нечеткая логика применяется в маркетинге для анализа поведения и предпочтений потребителей и принятия решений, связанных с разработкой продукта и рекламой. Нечеткая логика также используется в системах управления дорожным движением для управления транспортным потоком и уменьшения заторов [3].

Нечеткая логика имеет свои преимущества и недостатки при использовании в принятии решений.

Преимущества заключаются в следующем:

1. Способность справляться с неопределенностью: Нечеткая логика может обрабатывать неточную, неполную или неопределенную информацию, что делает ее пригодной для принятия решений в сложных и динамичных средах.
2. Гибкость: Нечеткая логика может легко учитывать изменения во входных данных и может быть адаптирована к различным сценариям, что делает ее более гибкой, чем традиционные системы, основанные на правилах.

3. Возможность моделирования сложных систем: Нечеткую логику можно использовать для моделирования сложных систем с множеством входов и выходов, что делает ее пригодной для принятия решений в широком спектре приложений.

4. Эффективность: нечеткая логика позволяет сократить время на принятие решений, уменьшить вероятность ошибок и улучшить качество принимаемых решений [3].

Недостатки заключаются в следующем:

1. Сложность вычислений: нечеткая логика может привести к сложным вычислениям и требовать больших вычислительных мощностей. Например, при использовании нечеткой логики в промышленности вычисление оптимальных параметров производства может потребовать значительных вычислительных ресурсов.

2. Необходимость экспертных знаний: применение нечеткой логики требует знаний и опыта эксперта в конкретной области для правильной интерпретации результатов и принятия правильных решений.

3. Отсутствие стандартизации: не существует стандартного метода проектирования моделей нечеткой логики, что приводит к несоответствиям и различным уровням точности в разных моделях.

4. Качество данных: Модели нечеткой логики требуют высококачественных входных данных, и любые ошибки или несоответствия в данных могут привести к неточным результатам.

5. Ограниченная применимость: Нечеткая логика может подходить не для всех задач принятия решений, особенно для тех, которые требуют точных решений.

6. Интерпретация результатов: нечеткие результаты могут быть трудны для интерпретации и объяснения, особенно если они основаны на большом количестве нечетких переменных.

Таким образом, в данной работе были проанализированы возможности и выявлена эффективность использования инструмента нечеткой логики в процессе принятия решений. Выяснено, что на сегодняшний день нечеткая логика – это мощный инструмент, который может быть использован в системах принятия решений для обработки неопределенности и неточностей в данных. Это обеспечивает систематический способ решения сложных проблем принятия решений и позволяет лицам, принимающим решения, включать как качественную, так и количественную информацию в процесс принятия решений. Однако, как и любой инструмент, он имеет свои ограничения и требует тщательного рассмотрения и планирования, чтобы быть эффективным в применении.

Литература

1. Борисов, В. В. Нечеткие модели и сети : учебное пособие / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов. — 2-е изд., стер. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. — 284 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111022> (Дата обращения: 2.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Нечеткая логика – принятие решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coderlessons.com/tutorials/akademicheskii/izuchite-nechetkuiu-logiku/nechetkaia-logika-pri-niatie-reshenii> (Дата обращения 28.02.2023).

3. A Fuzzy-Logic Approach In Decision-Making [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.analyticssteps.com/blogs/fuzzy-logic-approach-decision-making> (Дата обращения 28.02.2023).

*К.Н. Смирнова, студ.; рук. Б.В. Окунев, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ И МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Необходимость защиты персональных данных, представляет одну из наиболее важных задач в обеспечении безопасности информационных систем.

Информационные системы персональных данных (ИСПДн) - это комплекс технических и программных средств, предназначенных для сбора, обработки, хранения, защиты и передачи персональных, в соответствии с требованиями законодательства. ИСПДн используются для обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности персональных данных, а также для защиты их от несанкционированного доступа, уничтожения, изменения и распространения.

Защита ИСПДн включает в себя не только оценку уровня защищенности информационных систем, но и разработку соответствующих мероприятий по предотвращению утечек и несанкционированного доступа к персональным данным.

В соответствии с Российским законодательством [1], защита ИСПДн регулируется Федеральным законом от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных», а также другими руководящими документами, разработанными Федеральной службой безопасности и Федеральной службой по техническому и экспортному контролю.

Оценка защищенности информационных систем персональных данных осуществляется на основе анализа угроз и рисков, связанных с нарушением целостности, конфиденциальности и доступности персональных данных. Результаты этой оценки позволяют определить необходимые меры по обеспечению защиты персональных данных и созданию безопасной информационной среды.

При разработке мероприятий по защите ИСПДн учитываются не только технические аспекты, но и организационные и правовые. Кроме того, проводится обучение сотрудников, обрабатывающих персональные данные, по вопросам безопасности информации и предотвращению утечек.

Следует отметить, что защита ИСПДн должна рассматриваться не как единичное мероприятие, а как постоянный процесс, требующий регулярного анализа и модификации мер по защите информации в соответствии с изменяющимися условиями и угрозами. Регулярный анализ защищенности ИСПДн необходим для выявления и устранения уязвимостей, а также для оценки эффективности принятых мер по защите информации. При этом важно

учитывать как внутренние, так и внешние угрозы, такие как хакерские атаки, вирусы, взломы, утечка информации, несанкционированный доступ и другие. В случае выявления нарушений в защите ИСПДн необходимо принимать меры по устранению недостатков и предотвращению повторения подобных инцидентов в будущем.

Оценка уровня защищенности информационных систем персональных данных (ИСПДн) представляет собой необходимый шаг в обеспечении безопасности таких систем. Для успешного проведения такой оценки необходимо выполнить ряд этапов, включающих анализ уязвимостей, оценку рисков и выбор соответствующих мер по защите данных. Эти этапы представляют собой сложный и многоступенчатый процесс, который требует не только компетентности и опыта, но и применения соответствующих методологий и технологий. На рисунке 1 приведены основные этапы оценки уровня защищенности ИСПДн, которые являются необходимой основой для эффективной защиты персональных данных [2].

Этапы	Описание	Результаты	Используемые методы	Инструменты	Ответственный
1	Подготовка к оценке	Определение целей, области оценки и типа ИСПДн	Матрица угроз, анализ уязвимостей, анализ рисков	Компьютер с соответствующим и программами	Руководитель проекта
2	Сбор информации	Сбор данных об ИСПДн, ее характеристиках и условиях эксплуатации	Опросы, инспекции, аудит безопасности, анализ документации	Специальные программы, локальная сеть	Ответственный за безопасность информации
3	Анализ информации	Оценка текущего уровня защищенности ИСПДн, выявление уязвимостей и рисков	Анализ уязвимостей, анализ рисков, оценка технических и организационных мероприятий	Специальные программы, матрицы угроз	Аналитик безопасности
4	Оценка уровня защищенности	Оценка уровня защищенности ИСПДн на основе результатов анализа	Оценка уровня защищенности ИСПДн, выявление уязвимостей и рисков, список рекомендаций	Методы качественной и количественной оценки уровня защищенности	Специальные программы, матрицы угроз
5	Подготовка отчета	Подготовка отчета об оценке уровня защищенности ИСПДн	Сводная таблица результатов, список рекомендаций, описание методов и инструментов	Текстовый редактор, презентационное ПО	Руководитель проекта, аналитик безопасности
6	Разработка плана мероприятий	Разработка плана мероприятий по повышению уровня защищенности ИСПДн	Список рекомендаций, определение порядка реализации мероприятий	Методы выбора и приоритизации мероприятий	Специальные программы, матрицы угроз

Рисунок 1 – Этапы реализации оценки защищенности информационной системы персональных данных

На первом этапе происходит подготовка к оценке, которая включает определение целей, области оценки и тип ИСПДн. Для этого используются матрица угроз, анализ уязвимостей и анализ рисков. Руководитель проекта отвечает за выполнение этого этапа.

На втором этапе проводится сбор информации об ИСПДн, ее характеристиках и условиях эксплуатации. Для этого используются опросы, инспекции, аудит безопасности и анализ документации. Ответственный за безопасность информации осуществляет проведение этапа.

На третьем этапе происходит анализ собранной информации, оценка текущего уровня защищенности ИСПДн, выявление уязвимостей и рисков. Для этого используются анализ уязвимостей, анализ рисков и оценка технических и организационных мероприятий. Аналитик безопасности отвечает за проведение этого этапа.

На четвертом этапе проводится оценка уровня защищенности ИСПДн на основе результатов анализа, выявления уязвимостей и рисков. Для этого используются методы качественной и количественной оценки уровня защищенности, а также матрицы угроз. Инструменты для этого этапа включают специальные программы и матрицы угроз.

На пятом этапе подготавливается отчет об оценке уровня защищенности ИСПДн. Для этого используется сводная таблица результатов, список рекомендаций и описание методов и инструментов.

На шестом этапе разрабатывается план мероприятий по повышению уровня защищенности ИСПДн на основе результатов оценки, полученных на предыдущих этапах. В рамках этого этапа определяется список рекомендаций по улучшению безопасности ИСПДн и порядок их реализации.

Для выбора наиболее эффективных мероприятий используются методы выбора и приоритизации, такие как метод анализа иерархий или метод взвешенных экспертных оценок. В зависимости от характера и сложности ИСПДн могут быть использованы различные инструменты для проведения этого этапа, в том числе специальные программы и матрицы угроз.

Важным результатом шестого этапа является разработка плана мероприятий, который должен быть понятен и доступен всем участникам процесса. Кроме того, план должен быть гибким и подлежать корректировке при необходимости. Ответственным за этот этап может выступать руководитель проекта или специалист по информационной безопасности.

На рисунке 2 изображена схема, которая демонстрирует два основных подхода к оценке защищенности информационных систем: классификационный и формальный.

Классификационный подход к оценке защищенности информационных систем, основывается на проверке соответствия сертифицированных средств защиты, требованиям руководящих документов для определенного класса систем [3]. Этот метод не предоставляет количественной оценки уровня защищенности, а только устанавливает соответствие или несоответствие данному классу информационных систем.



Рисунок 2 – Основные подходы к оценке защищенности информационных систем

Второй подход, формальный, основан на создании математических моделей объекта защиты и анализа защищенности с учетом выбранных критериев и показателей. Для получения количественной оценки уровня защищенности информационных систем используются вероятностные методы.

В целях обеспечения безопасности информационных систем широко используются общие модели, которые позволяют оценить потенциальные уязвимости системы и рационально выбрать средства ее защиты. На рисунке 3 приводится информация о наиболее распространенных общих моделях, их характеристиках, подходах и целях применения.

Модель	Назначение	Особенности	Используемый подход
Математическая модель	Создание представления объекта в виде функциональных модулей	Оценка уязвимостей и состояния средств защиты с помощью математического моделирования	Математическое моделирование
Общая математическая модель	Отражение процесса взаимодействия источников угроз и средств защиты	Препятствует действию угроз с помощью математического моделирования	Математическое моделирование
Обобщенная модель	Отображение основных процессов, распределения и использования ресурсов защиты	Оптимизация защиты с использованием системного подхода	Системный подход
Модель общей оценки угроз	Оценка возможного ущерба от реализации угроз безопасности	Оценка экономической эффективности средств защиты с помощью экономического подхода	Экономический подход
Модель анализа разграничения доступа	Решение задач анализа и синтеза механизмов разграничения доступа	Анализ и синтез механизмов разграничения доступа с использованием аналитического подхода и моделирования	Аналитический подход, моделирование

Каждая из рассмотренных моделей специализируется на определенных аспектах процесса защиты информации. Например, одна из них может быть направлена на анализ взаимодействия между источниками угроз и средствами защиты, другая - на оптимизацию использования ресурсов защиты, а третья - на анализ механизмов разграничения доступа. Правильный выбор соответствующей модели оценки защищенности информационной системы, учитывающей ее особенности, позволяет эффективно обеспечить защиту информации и предотвратить возможные угрозы безопасности.

Оценка защищенности информационных систем является важной задачей, которую выполняют различные организации и предприятия для обеспечения безопасности своих данных и защиты от внешних угроз. Однако, данная работа является объемной и сложной, так как требуется учитывать множество факторов, угроз и уязвимостей, которые могут быть использованы злоумышленниками для нарушения безопасности системы.

В связи с этим, автоматизация процессов оценки защищенности информационных систем становится необходимой. Современные программные комплексы позволяют значительно ускорить процесс оценки, повысить точность результатов и снизить вероятность ошибок, что позволяет организациям существенно сэкономить время и ресурсы при проведении оценки.

Важным преимуществом использования программных комплексов для оценки защищенности информационных систем является возможность автоматического анализа большого объема данных, а также их быстрой обработки. Благодаря этому, оценка защищенности может проводиться чаще и в более короткие сроки, что повышает уровень безопасности системы.

Отсутствие автоматизации процессов оценки защищенности информационных систем может привести к ошибкам и недостаточной точности результатов, что может привести к серьезным последствиям для безопасности системы и компании в целом. Поэтому использование программных комплексов является необходимым условием для успешной оценки защищенности информационных систем и обеспечения безопасности данных.

Литература

- 1 Пиков В. А. Способ реализации требований 152-ФЗ «О персональных данных» в российской части информационно-телекоммуникационной сети «интернет» / В. А. Пиков, А. Е. Вергасова // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2018. № 4. С. 139-154.
- 2 Бурькова Е. В. Задача оценки защищенности информационных систем персональных данных / Е. В. Бурькова // Вестник Чувашского университета. 2016. № 1. С. 112-118.
- 3 Шабуров А. С. Моделирование оценки угроз безопасности информационных систем персональных данных / А. С. Шабуров, С. А. Юшкова, А. В. Бодерко // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2013. № 7. С. 149-159.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБЗОР ЛИДЕРОВ СУБД НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

В современных реалиях приходится применять огромное количество информации во всех сферах жизни. И, чтобы сохранить требуемые данные, для использования их в будущем, они должны быть структурированы. То есть данные следуют последовательному порядку и могут быть легко доступны и использованы человеком. Для реализации этого требования информация хранится в базах данных (БД). Чтобы управлять БД используется набор программных инструментов – СУБД. Такие программные обеспечение существенно сокращает время обработки и сортировки данных, требуемых для стабильной и эффективной работы сотрудников в компании [1].

При выборе СУБД нужно учитывать много фактов. Во-первых, какие задачи будут решаться. Например, при обработке большого количество транзакций и высокой нормализации данных следует использовать реляционную СУБД, а при реализации рейтинговой системы лучше всего подойдет графовая СУБД. Во-вторых, функциональные возможности. Предположим, количество пользователей сайта постоянно растёт, а значит программа должна уметь масштабироваться, иначе она не справится с возросшим трафиком и перестанет работать. В-третьих, наличие контроля работы системы дает возможность управлять оперативной памятью, что существенно увеличивает скорость обработки информации. Также обязательно надо учитывать производительность и надежность. К примеру, наличие параллельной архитектуры обеспечивает одновременную обработку данных, что в разы увеличивает производительность работы системы. А если СУБД имеет высокую надежность, то при сбоях система восстановит всю информацию за счет резервного копирования и при неполных транзакциях произведет откат изменений [2].

На данный момент существует много СУБД, удовлетворяющие требованиям пользователей. Но в связи с изменением геополитической ситуации в мире, многие иностранные компании полностью или частично приостановили деятельность на отечественном рынке. Также был подписан указ, запрещающий закупки зарубежного программного обеспечения для критической инфраструктуры. Благодаря этим событиям спрос на российское программное обеспечение вырос.

При помощи сервера Яндекс *Wordstat* были выявлены СУБД, вызывающие наибольший интерес со стороны пользователей российского сегмента сети. На рисунке 1 представлен график, показывающий количество запросов в поисковике за 2022 год на СУБД иностранного производства, а на рисунке 2 показан спрос на отечественные ПО.

По данным 1 графика можно сказать, что хоть доступ к зарубежному ПО ограничен, но на него все равно остается спрос. А по графику 2 видно, что

интерес к российским СУБД значительно вырос. Давайте рассмотрим самые востребованные отечественные программы подробнее.

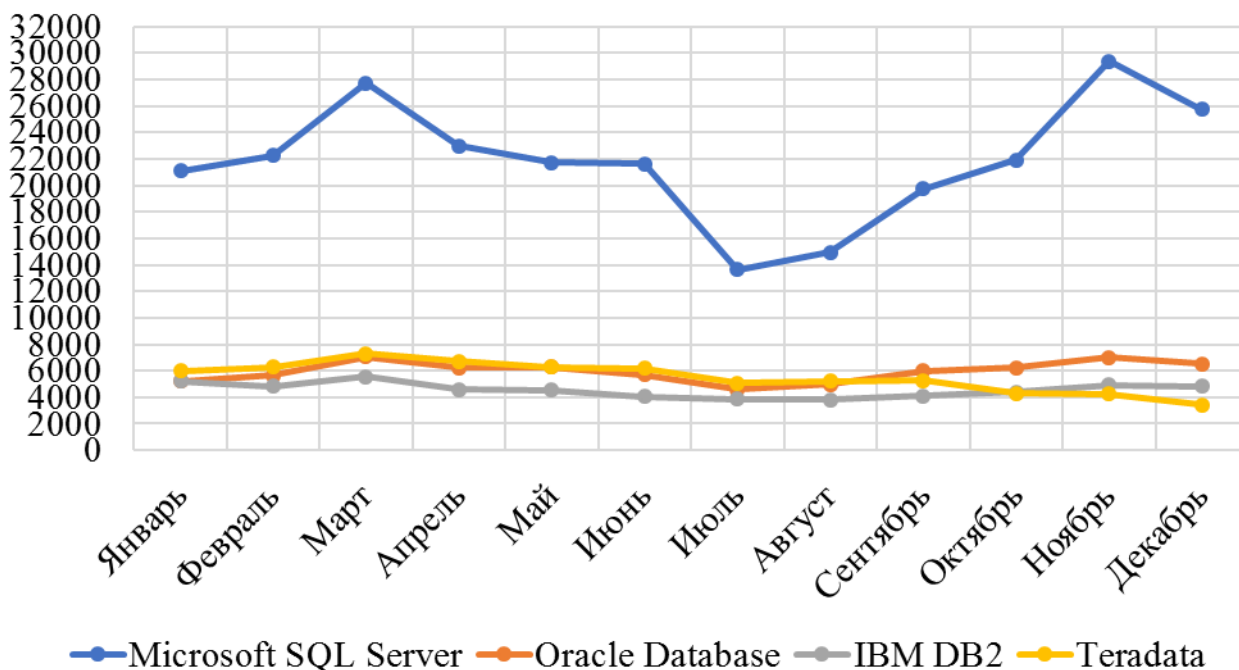


Рисунок 1 – Динамика интереса пользователей поисковика Яндекс к иностранным СУБД за 2022 год

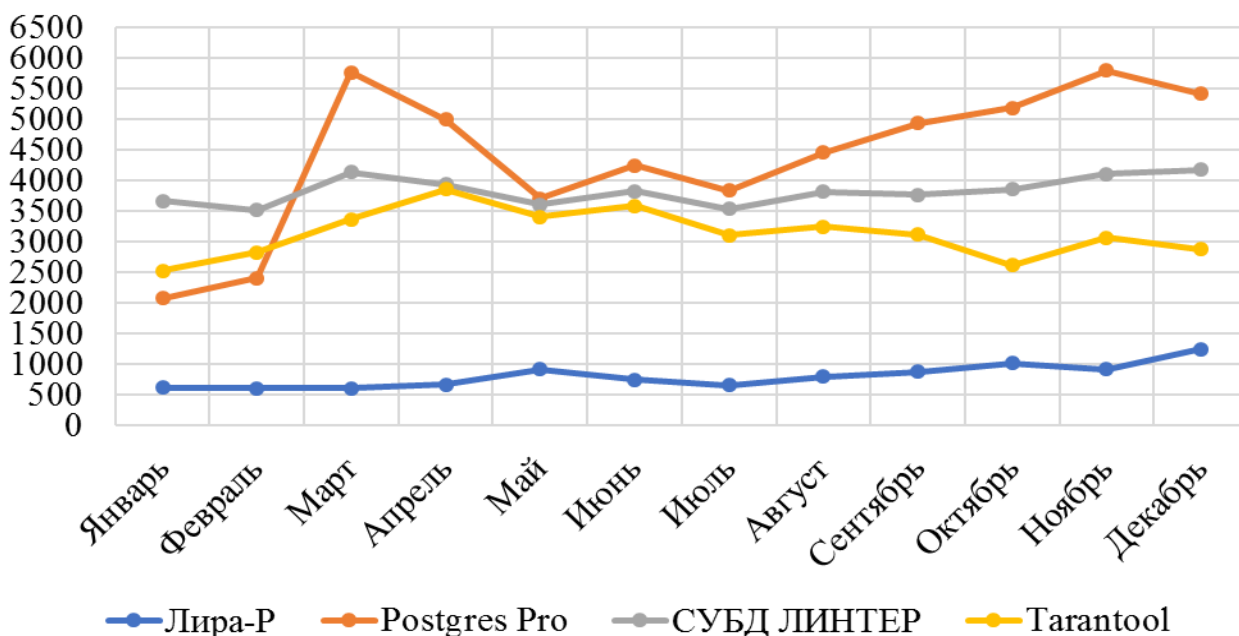


Рисунок 2 – Динамика интереса пользователей поисковика Яндекс к отечественным СУБД за 2022 год

Одна из самых востребованных программ – это *Postgres Pro*. Разработана компанией *Postgres Professional* в 2016 году. И в марте того же года СУБД включили в единый реестр российских программ для ЭВМ и БД, что дало

компания определенные преференции. К примеру, доступ к госзакупкам и освобождение от НДС при продаже данного продукта. Версии *Postgres Pro Enterprise* и *Postgres Pro Standard 9.5.2.1* были сертифицированы федеральной службой по техническому и экспортному контролю России. Данный сертификат удостоверяет, что программное обеспечение достаточно защищено и его можно использовать в системах для хранения персональных данных. Так как программа соответствует всем требованиям законодательства РФ, её могут использовать любые предприятия, в том числе и объекты критической инфраструктуры [3].

Многие организации выбирают *Postgres Pro* в первую очередь, потому что возможно совместное использование с продуктами 1С. Ведь независимо от направлений деятельности и масштабов, многие компании стараются автоматизировать бизнес-процессы, а 1С как раз этим и занимается. И при интеграции продуктов между собой, все фишки *Postgres Pro* можно использовать в 1С, что существенно упрощает работу сотрудников. Также плюсом является возможность записывать данные сразу на несколько серверов, что при отказе одного из серверов *Postgres Pro* даст возможность избежать потери данных. Кроме того, данное СУБД проще работает с транзакциями и поддерживает дополнительные системы аналитики. Клиентами *Postgres Pro* являются: федеральная налоговая служба, Минфин России, Сбербанк, Газпром нефть и т.д.

Следующая программа, пользующаяся спросом – это СУБД ЛИНТЕР. В её семейство входят три продукта:

- ЛИНТЕР СТАНДАРТ (Выдвигает минимальные требования к памяти оборудования. Включена в Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД.);

- ЛИНТЕР БАСТИОН (Включена в Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД. Получен сертификат ФСТЭК. В первую очередь предназначена для использования в подразделениях Министерства обороны, Министерства внутренних дел РФ, в силовых структурах, а также на предприятиях, обеспечивающих государственный оборонный заказ. Есть возможно разрабатывать автоматизированные системы (АС) до класса 2А включительно.);

- ЛИНТЕР *SoQoL* (Вводится разработка. Проект находится на стадии альфа-тестирования).

Преимущество данной СУБД – является полностью российской программой, созданной специалистами РЕЛЭКС. В отличии, например, от *Postgres Pro*, разработанной на основе открытого исходного кода свободно-распространяемой СУБД *PostgreSQL*. Программу приобрели: научно-производственное объединение Аврора, концерн Вега, концерн Моринформсистема-Агат, Банк России и т.д.

СУБД *Tarantool* является документно-ориентированным программным обеспечением с открытым исходным кодом. Его следует использовать, если от программы требуется свойство кэша. То есть данные, находящиеся в оперативной памяти и на диске, постоянно синхронизируются, потому что информация хранится в оперативной памяти, а на диск в журнал транзакций

записываются изменения после произведенных операций. Преимуществом перед другими СУБД является умение эффективно работать при высоких нагрузках и с большими объемами данных. *Tarantool* используют для работы с такие крупные компании как *Qivi* и *Yota*.

Наименее популярной среди представленных СУБД является программа Лира-Р. Это объектно-реляционная система, разработанная на основе PostgreSQL. С помощью неё строятся защищенные информационные системы, обрабатывающие данные ограниченного распространения. Имеет следующие возможности: парольная аутентификация, параллельное исполнение запросов, декларативное секционирование таблиц и т.д. Основные преимущества Лира-Р:

- предназначена для работы в операционных системах «Стрелец», «Основа» и «*Astra Linux SE*»;
- две версии исполнения: конфиденциальная и специальная;
- оригинальная подсистема регистрации событий.

Подведем итог проведенному обзору систем управления БД. Общий анализ рассматриваемых отечественных СУБД сведен в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ СУБД

СУБД	Входит в реестр российских программ для ЭВМ и БД	Имеет действующий сертификат ФСТЭК	Работает на всех основных платформах и ОС	Высокая производительность
Postgres Pro	+	+	+	+
ЛИНТЕР	+	+	+	–
Tarantool	+	–	+	+
Лира-Р	+	–	–	–

В связи с прекращением деятельности в России многих иностранных компаний, ранее лидирующих на нашем рынке, открылась ниша для отечественных СУБД. Импортозамещение активно финансируется специальными государственными программами, но несмотря на это, распространенных российских СУБД очень мало. Среди программных продуктов, представленных на рынке есть как очень удачные проекты, которые не уступают иностранным и удовлетворяют всем запросам российского бизнеса, так и те, которые требуются в доработке.

Таким образом, самой лучшей СУБД отечественного производства на сегодняшний день является Postgres Pro. Она подойдет как для крупных компаний с огромным оборотом данных, так и для небольших.

Литература

1. Турукина Д.А. Понятие данных. Понятие базы данных. Понятие системы управления базой данных // Актуальные проблемы современной науки. 2020. № 5(114). С. 178-179.
2. Омельченко М.В., Плотникова К.А., Дяглев С.П. Выбор СУБД для хранения больших данных // Инновационная наука. – 2020. – № 2. – С. 29-31.
3. Российская СУБД Postgres Pro [Электронный ресурс] // postgrespro.ru: URL: <https://postgrespro.ru/products/postgrespro> (дата обращения: 26.01.2023)

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ПАРОЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ: МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Безопасность и защита данных в веб-приложения – это очень важный вопрос, который требует внимания. В настоящее время, где все больше информации хранится в электронном виде, вопрос безопасности и защиты становится все более значимым. Веб-приложения в этой связи не являются исключением, поэтому важно обеспечить достаточный уровень защиты и безопасности в них с помощью пароля. Парольная защита является одной из ключевых механизмов обеспечения безопасности при входе в веб-приложение, поэтому методы и инструменты её реализации являются незаменимы в современном мире.

Актуальность методов и инструментов в веб-приложениях нельзя переоценить, так как несмотря на постоянное развитие технологий, проблема обеспечения в сети остается очень актуальной. Атакуются не только сайты социальных сетей, но и сервисы правительственных и образовательных учреждений, а также коммерческой компаний. Около 96% всех веб-приложений содержат хотя бы одну уязвимость, которая может быть использована злоумышленниками для несанкционированного доступа к конфиденциальной информации. Попытка злоумышленника получить доступ к пользовательской информации может привести к краже важных данных, таких как логин и пароль, личные данные пользователей, а также к распространению вредоносных программ. Защита паролей является одной из наиболее важных задач в области безопасности веб-приложений. Пароли часто являются первой линией защиты аккаунта пользователя, поэтому должны быть надежными и защищенными. Использование современных методов и инструментов механизмов парольной защиты необходимо для предотвращения взлома паролей веб-приложения и защиты конфиденциальности и безопасности пользовательских данных.

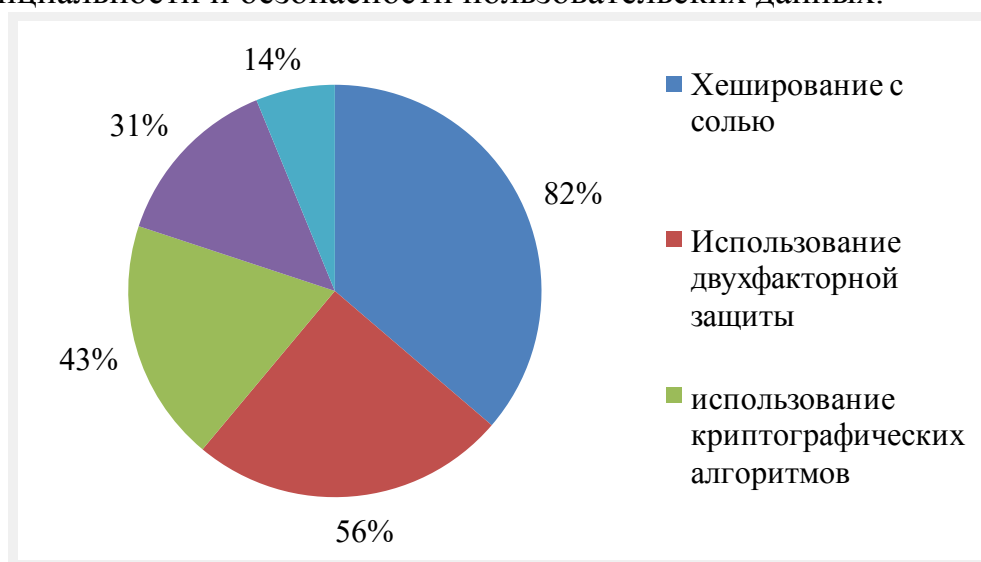


Рисунок 1 – Статистика использования методов защиты паролей

Согласно последним исследованиям в области безопасности веб-приложений (рис. 1), в 2021 году наиболее популярными методами защиты паролей [1].

1. Хэширование паролей с солью. Является одним из наиболее распространенных методов парольной защиты. Процесс заключается в том, что пароль конвертируется в уникальное значение - хэш - и хранится в базе данных. Каждый раз, когда пользователь вводит свой пароль, система преобразует его в хэш и сравнивает его с уже имеющимся в базе данных. Каждый раз, когда пользователь вводит свой пароль, система преобразует его в хэш и сравнивает его с имеющимся в базе данных. Для повышения безопасности хэширования часто используется соль – уникальная строка, добавляемая к паролю перед хэшированием. Это позволяет существенно обеспечить защиту от атак “словарь” и “аргументированные” (bruteforce).

2. Установка срока действия пароля. Для повышения безопасности принято устанавливать срок действия пароля, после истечения которого пользователю необходимо изменить его на новый.

3. Регулярная сквозная проверка безопасности: регулярная сквозная проверка безопасности может снизить риски, связанные с уязвимостями в веб-приложении. Для обнаружения потенциальных уязвимостей настоятельно рекомендуется применять специальные инструменты, такие как BurpSuite.

4. Использование двухфакторной аутентификации (2FA). Она может быть добавлена, чтобы повысить безопасность. Как правило, она предусматривает использование пароля и одноразового кода, отправляемого на мобильный телефон пользователя. Кроме того, использование 2FA может предотвратить перехват трафика и другие типы атак, связанных с угрозами безопасности.

5. Ограничение количества неудачных попыток входа. Веб-приложения должны ограничить количество неудачных попыток входа, чтобы предотвратить подбор паролей методом перебора.

6. Использование криптографических алгоритмов. Могут быть использованы для шифрования паролей и защиты их от несанкционированного доступа. При использовании этого метода пароль хранится в зашифрованном виде, то есть преобразуется в набор символов, которые для взломщика становятся нечитаемыми.

По статистике, основным методом защиты паролей, используется Хеширование паролей, однако для повышения уровня безопасности, необходимо использовать все вышеперечисленные методы, объединив их между собой. Сложность и время взлома пароля при использовании всех механизмов сразу, значительно возрастает. Но важно помнить, что статистика может меняться в зависимости от конкретных требований проекта, уровня безопасности, а также от использования новых методов защиты, которые могут стать популярными в будущем.

Инструменты реализации механизма парольной защиты:

- Библиотеки шифрования. Среди таких библиотек наиболее распространены bcrypt, PBKDF2, Argon2 и другие. Они обеспечивают эффективное хе-

ширование паролей, сложность перебора которых значительно выше, чем при использовании стандартных алгоритмов хеширования. Использование надежных библиотек шифрования позволяет эффективно защищать пароли от атак и защитить конфиденциальные данные.

- Фреймворки для создания веб-приложений. Многие современные фреймворки для создания веб-приложений включают в себя встроенные инструменты для защиты паролей, которые автоматически генерируют хэшированные пароли с солью и реализуют другие методы защиты. Разработчики веб-приложений часто предпочитают использовать такие фреймворки, так как они обеспечивают высокий уровень безопасности и облегчают разработку и настройку механизмов парольной защиты в приложении. Например, фреймворки Django и Ruby on Rails используют bcrypt, а фреймворк Symfony – PBKDF2.

- API для парольной защиты. Можно использовать специальные API для реализации механизма парольной защиты в веб-приложении, например, Password-Based Key Derivation Function 2 (PBKDF2) API.

- bcrypt: это API для хеширования паролей с помощью блочного алгоритма шифрования. Он позволяет создавать хэши паролей с индивидуальными настройками для определения сложности обработки с целью обеспечения безопасности.

- Argon2: это относительно новое API, созданное с учетом угроз современных атак, таких как атаки с использованием GPU. Он был выбран как победитель в Password Hashing Competition в 2015.

- PBKDF2: это стандартное API для создания ключей из паролей. Он используется для создания ключей шифрования (как альтернатива использованию самих паролей), которые могут использоваться для дополнительной защиты секретной информации.

- JSON WebToken (JWT): это API для создания токенов аутентификации, которые могут использоваться для безопасного обмена данными между разными приложениями или компонентами

Для определения статистики использования инструментов при реализации механизмов парольной защиты в веб-приложениях можно провести анализ данных на известных ресурсах, посвященных информационной безопасности и разработке программного обеспечения.

По данным 2019 года, наиболее распространенным инструментом для хеширования паролей в веб-приложениях была библиотека bcrypt, которую используют около 84% проектов, следующими по популярности были Argon2 (6,9%), PBKDF2 (4,4%), bcrypt (2,7%) и SHA-512 (1,5%). Argon2, PBKDF2 и bcrypt также используют соль для защиты пароля от взлома. SHA-512, несмотря на то, что не была разработана специально для хеширования паролей, также может использоваться для этой цели, но без соли и дополнительных мер безопасности, он может оказаться уязвимым к атаке [2].

Таким образом, механизм парольной защиты является важным элементом для обеспечения безопасности и защиты данных в веб-приложении. Реализация этого механизма может осуществляться с помощью различных методов и ин-

струментов, таких как хэширование паролей, использование соли, установка срока действия пароля, специальные библиотеки шифрования, фреймворки для создания веб-приложений и API. Выбор конкретного инструмента для реализации механизмов парольной защиты зависит от различных факторов, таких как требуемый уровень безопасности, особенности приложения и доступные ресурсы. Поэтому нет одного “лучшего” инструмента, который бы подходил для всех проектов.

Усиление реализации механизмов парольной защиты в веб-приложениях позволит повысить уровень безопасности и снизить вероятность несанкционированного доступа к конфиденциальной информации пользователей. Надежный пароль должен быть достаточно длинным и сложным, чтобы его нельзя было угадать или подобрать методом перебора. Кроме того, следует учитывать требования к паролю, которые включают в себя использование разных типов символов (букв, цифр, специальных символов), а также обязательную смену пароля через определенный период времени. Современные методы шифрования также могут быть использованы для обеспечения безопасности паролей и защиты пользовательских данных. Улучшение реализации механизмов парольной защиты может защитить пользователей от хакерских атак и повысить доверие к веб-приложению. Для достижения наилучших результатов рекомендуется использовать множество методов и стратегий безопасности.

Список литературы

1. Уязвимости и угрозы веб-приложений в 2020-2021 гг. [Электронный ресурс] // ptsecurity.com. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/web-vulnerabilities-2020-2021/> (Дата обращения: 18.03.2022)
2. Passwordhashingmethods: PBKDF2, Scrypt, BcryptandARGON2 [Электронный ресурс] // mo4tech.com. URL: <https://www.mo4tech.com/password-hashing-methods-pbkdf2-scrypt-bcrypt-and-argon2.html> (Дата обращения: 20.03.2022)

*С.С. Яковлев, студ.; рук. М.А. Свириденкова к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Интеллектуальные методы анализа данных – такие методы, с помощью которых можно выявить в большом объеме нужные закономерности (шаблоны информации), на базе которых строят модели, дающие возможность систематизировать данные, анализировать текущую и прогнозировать будущую ситуацию.

Универсальные наборы инструментов довольно сложные для неопытного пользователя и дороги как в приобретении, так и в дальнейшем обслуживании. Поэтому такие универсальные наборы не могут быть обширно задействованы в интегрированных системах. В настоящее время ведётся активный поиск новых методов анализа данных и всё больший интерес направляется на применение методов интеллектуального анализа данных.

Интеллектуальные методы анализа данных представляют ценный набор инструментов для руководителей в их производственной деятельности. От подобных инструментов требуется ориентированность на решение определённых, довольно разнообразных задач, требуется применение различных подходов.

Целью настоящей работы является исследование различных интеллектуальных методов анализа данных, определение их достоинств и недостатков, сравнение.

Интеллектуальные методы анализа данных помогают решать многие задачи аналитиков, однако их возможности, области применения, средства - различны. К главным задачам ИАД можно отнести следующие [2, с. 63-85]:

1) задача классификации – определить по ранее заданным признакам классы (группы) объектов, имеющие указанные характеристики. Задача относится к наиболее простой и часто решаемой задачей интеллектуальных методов анализа данных. Классификация – закономерность, на основе которой можно определить характеристики необходимого класса (группы);

2) задача регрессии – очень схожа с задачей классификации, определяются по ранее заданным признакам классы объектов, относящегося к определённой численной характеристике;

3) задача прогнозирования – применяется в большом числе направлений человеческой деятельности и представляет необходимую составную часть организации управления. Является одной из наиболее сложных задач ИАД, т.к. требует тщательного анализа исходных данных и применяемых методов. Цель прогнозирования – предсказать предстоящие события, один из ключевых инструментов принятия решений;

4) задача кластеризации – разделить набор объектов на группы (классы, кластеры) похожих объектов. Относится к описательным процедурам и производит анализ с целью разведки и изучения структур данных. Цель кластеризации - найти существующие структуры;

5) задача определения взаимосвязей – нахождение нередко встречающихся зависимостей (ассоциаций), связывающих объекты и события. Найденные зависимости составляют правила и в дальнейшем используются для анализа, и предсказания появления событий [1, с. 36-39];

6) анализ последовательностей (секвенциальный анализ) – необходимо обнаружить и описать закономерности в ряде последовательных событий.

7) анализ отклонений – производит поиск события среди множеств, которое существенно отличается от заданного параметра. Это сигнализирует об отклонении, необычном событии.

Существует несколько разновидностей классификации интеллектуальных методов анализа данных. По нашему мнению, наиболее эффективным в части определения направления исследования является разделение интеллектуальных методов анализа данных на статистические и кибернетические методы.

Представим сравнение указанных методов в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительный анализ интеллектуальных методов анализа данных

Интеллектуальные методы анализа данных	Достоинства	Недостатки	Состав
Статистические методы	<ul style="list-style-type: none"> • От исходных данных не требуется точная информация. • Могут эффективно обнаруживать новые объекты в наборах данных. • В эксплуатации не требуется высокая квалификация пользователя. • Существует большое число алгоритмов с опытом применения в инженерных приложениях. 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование статистических методов в системах требует обучения на длинной выборке. • Методы не могут работать без шаблонов поведения. • Для выявления новых закономерностей в данных подходят плохо. 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Дескриптивный анализ и описание исходных данных. 2 Анализ связей (корреляционный и регрессионный анализ, дисперсионный анализ, факторный анализ). 3 Многомерный статистический анализ (компонентный анализ, дискриминантный анализ, многомерный регрессионный анализ, канонические корреляции и др.). 4 Анализ временных рядов (динамические модели и прогнозирование).
Кибернетические методы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способны анализировать данные, даже если они неполные, зашумлённые, искажённые. 2. Хорошо работают с нелинейными зависимостями. 3. Можно приспособить в существующие среды. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отводится большое количество времени на обучение. 2. Высокий уровень ложных результатов. 3. При принятии решений отсутствует логика. 4. Требуются обширные знания для настройки. 5. Модели на основе кибернетических методов не умеют объяснять результаты, данные обязательно должны быть идентифицированы. 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Искусственные нейронные сети. 2 Нечёткая логика. 3 Генетические алгоритмы. 4 Деревья решений. 5 Эволюционное программирование. 6 Методы ближайшего соседа и k-ближайшего соседа. 7 Метод опорных векторов. 8 Экспертные методы

Статистические методы анализа данных используются во многих областях деятельности человека. Статистические методы используют для получения и обоснования суждений об объектах с некоторым непостоянством. Деятельность в этом направлении можно разделить на три группы:

- использование метода на наборе определённых данных;
- исследование данных реальных явлений в зависимости от деятельности человека;
- исследование общих данных.

Статистические методы применяют при решении экономических, государственных, социологических задач, а также большое влияние на развитие затронутых сфер деятельности, поэтому эта наука является важной для прогресса функциональных возможностей предприятия и финансового роста. Анализ данных и статистические расчёты предоставляют информацию об экономическом направлении и его развитии, темпах роста цен на рынке торговли.

Кибернетические методы – связанный с компьютерной математикой набор подходов, использующий совместно теорию искусственного интеллекта. Задачи метода разделяются на предсказательные и описательные, дополнительно кибернетические методы можно классифицировать по задачам:

- а) решающие задачи прогнозирования;
- б) решающие задачи сегментации.

Наиболее распространёнными алгоритмами кибернетических методов являются [2, с. 127-158]:

- метод k-ближайшего соседа – один из самых простых методов ИАД автоматической классификации и регрессии, принцип работы основан на хранении данных в памяти и последующем сравнении этих данных с новыми элементами;

- метод опорных векторов – это группа алгоритмов обучения с учителем, используемых для классификации или регрессионного анализа. С помощью данного метода можно решить задачи бинарной классификации;

- дерево принятия решений – метод ИАД применяемые для прогнозирования. С помощью данного метода решают задачи регрессионного анализа и классификации данных. Деревья принятия решений строят непараметрические модели и помогают решать задачи с отсутствием предопределённой информации о виде зависимостей между исследуемыми данными;

- нейронная сеть – метод, обучающий математическую модель вычислительного устройства, принцип работы которой подобен биологическим нейронам человеческого мозга. Нейронные сети применяют в различных областях: прогнозирование, обработка цифровых сигналов, синтез звука и др.;

- генетические алгоритмы – принадлежат к универсальным методам оптимизации, решающие различные разновидности задач различной сложности. Генетические алгоритмы можно интегрировать в нейронные сети или нечёткую логику для улучшения свойств последних;

- нечёткая логика – раздел логики, который обобщает классическую логику и теорию множеств. Применение нечёткой логики нашлось в управлении. Она позволяет удачно представлять мышление человека;

- экспертные методы – это методы, в которых обрабатываются и организуются мнения, и знания экспертов. Дальнейшее использование предоставленными экспертами знаниями для анализа и оценивания результатов опросов, прогнозирования развития хода событий. Применяются экспертные методы в различных областях: а) экстремальные ситуации; б) условия ограниченного количества времени; в) долгосрочное и среднесрочное прогнозирование; г) условия малодостоверной статистики объекта.

Нечёткие системы, нейронные сети и генетические алгоритмы – дополняют классические экспертные системы, считающиеся одними из главных направлений искусственного интеллекта;

Наиболее распространёнными моделями для отображения значений классификации являются деревья решений, классификационные правила, нелинейные и линейные функции. Деревьями решений строятся представления правил в иерархической структуре.

Знания, добываемые пользователем, учитываются только ранее неизвестные, потому ценность представляют только они, ранее известные знания в добыче не приносят ощутимой пользы. Применимость добытых знаний повышает их полезность и ценность. Найденные знания должны быть понятны и логически объяснимы, иначе добытые знания можно отнести к случайным.

Преимуществами ИАД являются:

- умение находить закономерности – использование хорошо исследованных статистических принципов для нахождения закономерностей в данных;
- возможность прогнозирования - использование найденных закономерностей для последующего предсказания неизвестных значений;
- способность анализировать исключения - анализ исключений или аномалий, найденных в закономерностях.

Выделяют различные направления применения технологий ИАД: торговля, искусство, машиностроение, медицина, банковское дело и др. В телекоммуникационном бизнесе - создание систем анализа трафика локальных вычислительных сетей представляет важную задачу. Так же технологии ИАД рекомендательны при создании систем информационной безопасности. Достаточно широк спектр решаемых задач интеллектуальными методами анализа данных в медицине. Классическим примером использования интеллектуального метода анализа данных является решение проблемы о кредитоспособности клиентов банка. Применение интеллектуальных методов анализа данных рационально при возникновении задачи автоматического анализа данных [1, с. 31-35].

Таким образом, в ходе проведенных исследований были рассмотрены интеллектуальные методы анализа данных; определено разделение их на группы; выявлены возможности, достоинства и недостатки обеих групп, а также основные направления использования.

Литература

1. Семенов А., Соловьев Н., и др. Интеллектуальные системы : учебное пособие / А. Семенов, Н. Соловьев, Е. Чернопрудова, А. Цыганков ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский

государственный университет, 2013. – 236 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259148> (дата обращения: 18.03.2023) . – Текст : электронный.

2. Чубукова, И. А. Data Mining : учебное пособие / И. А. Чубукова. – 2-е изд., испр. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Бинوم. Лаборатория знаний, 2008. – 383 с. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233055> (дата обращения: 18.03.2023). – ISBN 978-5-94774-819-2. – Текст : электронный.

СЕКЦИЯ 4 МИКРОЭЛЕКТРОНИКА И ОПТОТЕХНИКА

*В.В. Аверкиев, студ.; Р.А. Борсук, студ.; О.Д. Иванов, студ.; рук С.П. Астахов, к.т.н. доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВ ДИАГНОСТИКИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Компьютерные технологии являются неотъемлемой частью современного мира: они используются в банковской деятельности, промышленности и любые проблемы, связанные с компьютерами, могут привести к серьезным проблемам в работе этих сфер. Поэтому диагностика компьютерных систем представляет важную задачу для обеспечения их стабильной работы. При возникновении проблем с компьютером, необходимо быстро определить их причину, чтобы решить их и восстановить полноценную работу системы.

Для этих целей существует множество средств диагностики персональных компьютеров (ПК), основными из которых являются (рисунок 1):



Рисунок 4 – Виды диагностики персональных компьютеров

- программное обеспечения для диагностики ПК, позволяющее обнаруживать ошибки в работе операционной системы, драйверов, устройств хранения данных, памяти и других компонентов ПК.

Примерами такого программного обеспечения могут служить: *AIDA64*, *HWiNFO*, *CPU-Z* и другие. Такие программы требуют установки на жесткий диск, что не всегда реализуемо, особенно если ПК не загружается или не работает стабильно,

- тестеры компонентов – устройства, которые позволяют проверять отдельные компоненты ПК, например, жесткие диски, память, процессоры, видеокарты. Эти устройства помогают выявлять проблемы с конкретными компонентами, но они не могут определить ошибки на уровне *BIOS* или других системных компонентов,

- индикаторные платы – устройства, которые устанавливаются на материнскую плату ПК и показывающие коды ошибок, которые могут помочь определить проблему в работе системы,

- встроенные средства диагностики, которыми обладают многие современные материнские платы, могут показывать коды ошибок, проверять работу компонентов и тестировать систему в целом,

- метод «подмены», заключающийся в том, что для выявления неисправности конкретного компонента ПК, он временно заменяется на другой, известно исправный. Этот метод диагностики может быть полезен для выявления неисправностей в различных компонентах, таких как процессоры, материнские платы, видеокарты и другие. Однако этот метод не всегда является эффективным и может занять много времени, особенно если проблема вызвана несколькими компонентами или если вы не имеете под рукой известно исправных запасных компонентов,

- *POST cards PSI* (посткарта с шиной псисай) – электронное устройство, (внешний вид которого показан на рисунке 2), которое описывает процесс проверки компьютера при его включении и выводит код ошибки *BIOS* на экран.



Рисунок 5 – Внешний вид *POST cards PSI*

Концепция *POST cards* возникла в 1980-х годах для диагностики проблем с компьютерами *IBM*, так как они не имели встроенной системы самодиагностики,

поэтому была необходима внешняя плата, которая могла бы диагностировать проблемы в ПК. Известность они получили как платы самодиагностики или платы *POST (Power-On Self Test)*, и позволяли проверять работу различных компонентов ПК, таких как процессор, память, видеокарта, жесткий диск.

В 1990-х годах, когда ПК стали более распространенными, производители пост-карт начали создавать их для различных конфигураций и моделей ПК, внешний вид одной из первых моделей *POST cards* с шиной *ISA* изображена показан на рисунке 3.

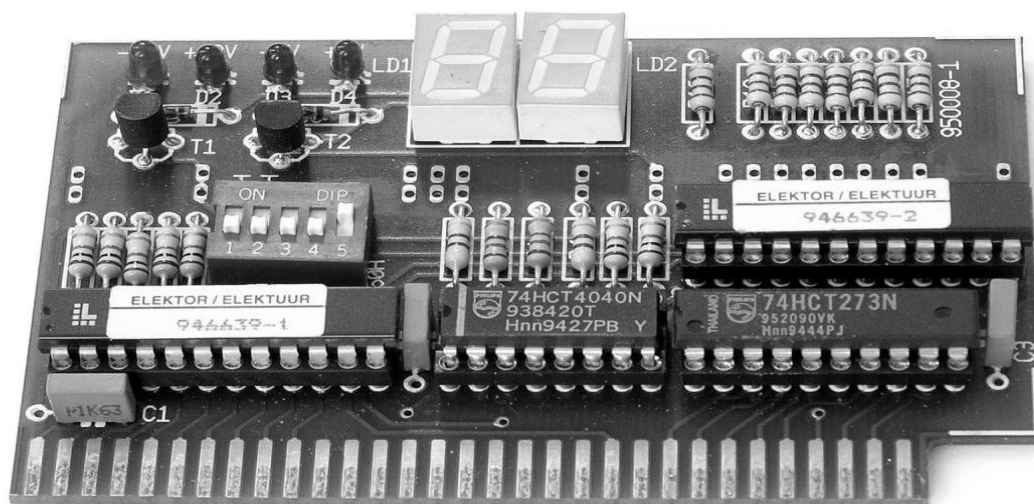


Рисунок 6 – Внешний вид одной первых *POST* посткарт с шиной *ISA*

В настоящее время *POST cards PSI* являются одними из наиболее распространенных и популярных типов *POST cards*, так как обладают рядом преимуществ другими средствами диагностики ПК:

- доступность информации, заключающееся в том, что позволяют пользователям получать доступ к различным видам информации о системе, которую они не могут получить из других источников. Это включает информацию о конфигурации системы, ошибки *POST*, информацию о *BIOS* и многое другое. Важно отметить, что информация, которую предоставляет посткарта, может быть очень полезной при диагностике проблемы.

- удобство использования, заключающееся в том, что *POST cards* обычно легко использовать, и пользователи не нуждаются в специальных навыках или знаниях, чтобы начать работу с ними. Это делает их идеальным выбором для обычных пользователей, которые не имеют технического опыта в диагностике компьютерных систем. Большинство *POST cards* подключаются к системе через

слот *PCI*, что делает процесс подключения и использования устройства не сложным,

- экономичность, заключающееся в том, что *POST cards* обычно являются очень экономичным выбором по сравнению с другими средствами диагностики ПК. Они обычно стоят дешевле, чем многие другие инструменты диагностики, такие как многофункциональные тестеры. Этот параметр делает *POST cards* доступными для широкого круга пользователей,

- надежность получаемых с их помощью результатов, заключающееся в том, что *POST cards* обычно очень надежны и могут долго функционировать. Они не подвержены необходимости периодической калибровки, которая требуется для некоторых других средств диагностики. Это обеспечивает точность и надежность результатов, которые они предоставляют,

- быстрота, заключающаяся в том, что *POST cards* могут обеспечить очень быстрое и точное определение проблем в ПК. Они могут предоставить информацию о проблемах еще до того, как операционная система загрузится, что существенно ускоряет процесс диагностики и ремонта. Быстрый доступ к информации о проблемах может существенно сократить время и затраты на диагностику и ремонт,

- универсальность, заключающаяся в том, что *POST cards* могут использоваться на большинстве типов ПК, включая стационарные и ноутбуки. Это делает их универсальным средством диагностики, которое можно использовать для решения проблем на различных типах систем. Посткарты также не требуют установки дополнительного программного обеспечения для работы. Они работают автономно и могут предоставить информацию о проблеме, даже если операционная система не загружена.

Таким образом, *POST cards PSI* являются одним из наиболее доступных, надежных и удобных средств диагностики ПК, которые могут значительно облегчить процесс поиска и устранения проблем в системе.

Они предоставляют быстрый доступ к информации о проблемах, обладают высокой точностью и надежностью результатов и могут использоваться на большинстве типов компьютеров.

Важно отметить, что *POST cards PSI* не являются «всемогущим» средством диагностики и не способны решить все проблемы, связанные с ПК, но при правильном использовании они могут быть очень полезным инструментом для диагностики и ремонта компьютерных систем.

Литература

1 Дмитриев, П.А. BIOS. Настройки. Описание, рекомендации по настройке, разгон ПК, решение проблем / П.А. Дмитриев. - М.: Наука и техника, 2017. - 191 с.

2. Платонов Ю. М., Уткин Ю. Г. Диагностика, ремонт и профилактика персональных компьютеров. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003ю – 312с.

РОБОТ-ТАНЦОР

В настоящее время на рынке существует огромное количество игрушек-анти-стрессов, помогающих человеку отвлечься от повседневного напряжения. Обычно такие игрушки представляют собой довольно простые системы вращающихся механизмов, но их разнообразие и сложность постоянно растет, как и потребность в них. Одним из вариантов такой игрушки можно назвать робот-танцор.

Робот-танцор по сути, представляет собой обычную игрушку, но инженерный подход и творческий интерес позволили собрать не просто игрушку, а полноценное многофункциональное устройство. Раньше не имея опыта за плечами в конструировании и создании своими руками устройств казалось чем-то невозможным и нереальным. Благодаря накопленному опыту и незаурядной мысли пришло понимание принципов работы, заложенных в данное устройство.

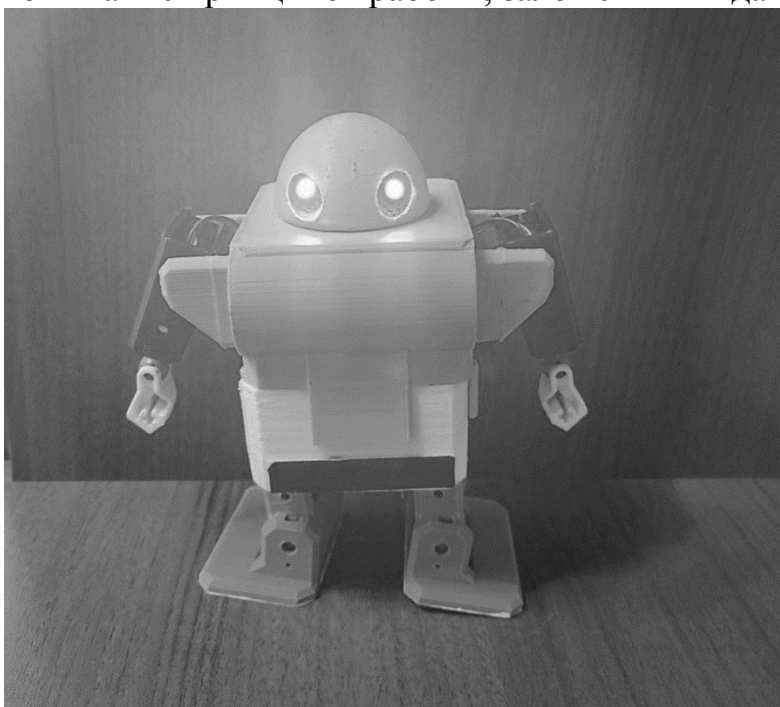


Рисунок 1 – Робот-танцор

Данная разработка представляет собой проект робота на основе платы Arduino nano, который умеет ходить, поворачиваться и танцевать. Робот так же может управляться с помощью телефона, благодаря подключённому Bluetooth модулю [1]. Для управления роботом было написано отдельное мобильное приложение, позволяющее контролировать поведение устройства.

На каждую кнопку в приложении было завязано определенное действие нашего устройства. Были заложены кнопки, отвечающие за включение и выключение робота а также пять по-своему уникальных режимов танца робота. Корпус был смоделирован и нарисован в специальной программе для 3D моделирования Autodesk, а затем эти компоненты были распечатаны на 3D принтере

(рисунок 5). Робот может работать от автономного источника питания (в данном проекте используется батарейка номиналом 9V) [2]. Общий принцип работы устройства заключается в том, что мы ставим устройство на любую ровную поверхность и включаем его с помощью Bluetooth приложения выбираем любой режим танца с помощью кнопок на экране. Необходимые компоненты для реализации данного проекта:

- Микроконтроллер Arduino Nano;
- Сервоприводы SG90
- Аккумулятор 9V;
- Резисторы;
- Корпус, распечатанный на 3D принтере;
- Светодиоды;
- LC-фильтр;
- Расширительная плата V5;
- Соединительные провода;

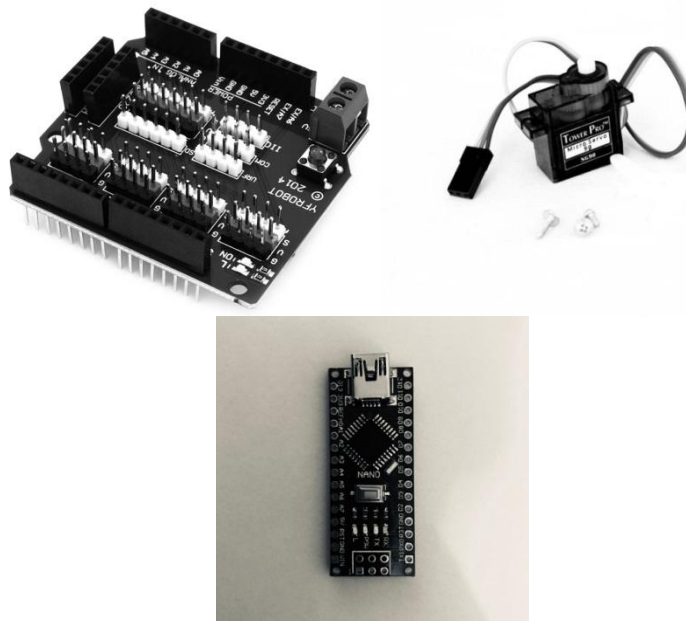


Рисунок 2 – Компоненты проекта

Для изготовления корпуса робота, как было сказано выше использовалось специальное приложение для моделирования 3D-деталей. А после этого они были распечатаны на 3D принтере:

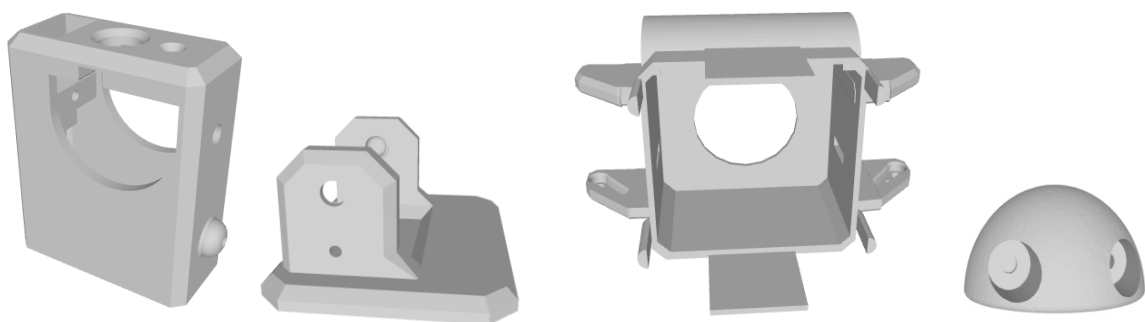


Рисунок 3- Смоделированные части корпуса устройства

Также был досконально продуман и разработан алгоритм работы устройства:

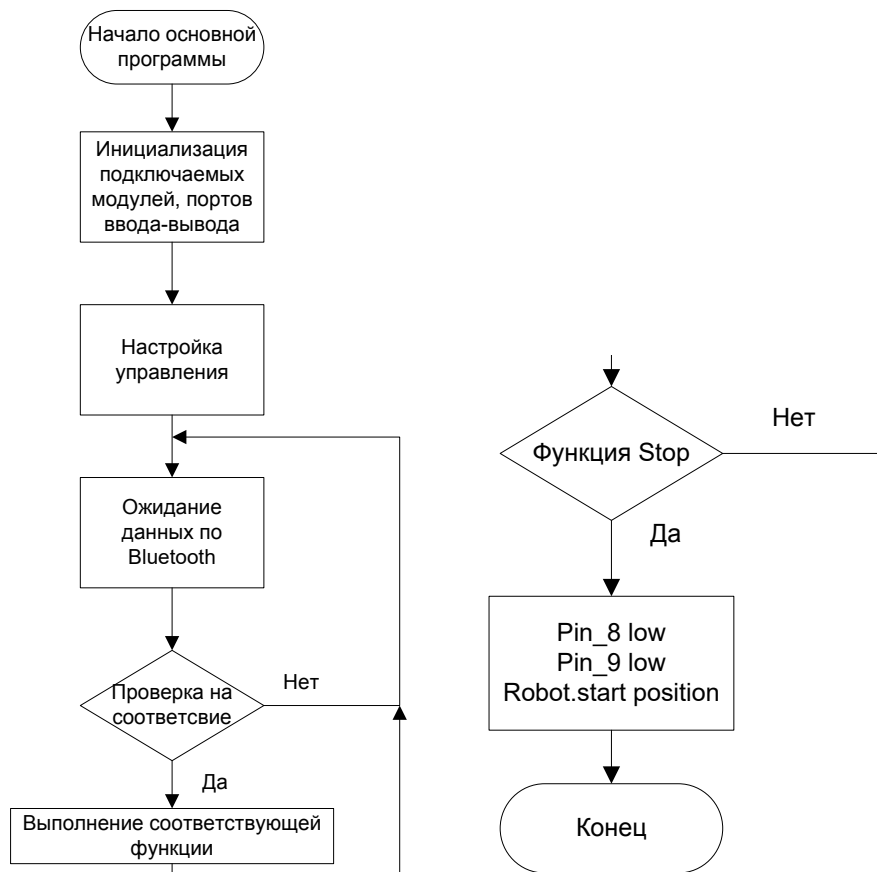


Рисунок 4- Блок-схема алгоритма

Таким образом, осуществленный проект в целом соответствует предъявляемым к нему требованиям, он получился компактным (итоговый размер), ярким, привлекающим внимание, простым и нативно понятным в использовании (пользователю требуется лишь выбирать понравившиеся ему режимы), так робот-танцор может продолжать танцевать пока не закончится заряд у батареи. В перспективе планируется модернизировать данное устройство, увеличить сложность и количество комбинаций танцев, а также увеличить емкость батареи.

Литература

1. Tsibrow.blogspot [Электронный ресурс] URL: <http://uselessbox.ru/>, свободный (дата обращения 04.02.23)
2. Robotics.net [Электронный ресурс] URL: <https://Robotics.com/>, свободный (дата обращения 04.02.23)

*Т.С. Астахова, студ; рук. С.П. Астахов, к. т. н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ОТРАЖАТЕЛИ-РАДИАТОРЫ ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ В ИСТОЧНИКЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Залогом длительного функционирования мощных излучающих диодов поверхностного монтажа является предотвращение условий, способствующих их деградации, прежде всего заключающееся в обеспечении эффективного теплоотвода от их кристаллодержателей.

Самым распространённым способом теплоотвода является обеспечение

кондуктивного контакта выведенного на нижнюю поверхность корпуса излучающего диода участка поверхности кристаллодержателя с устройством, характеризующимся повышенной теплоемкостью или возможностью эффективно отдавать тепло в окружающую среду, например [1]:

- с металлической печатной платой,
- с металлическим радиатором, размещенным на печатной плате из стеклотекстолита,
- с металлическим корпусом, внутри которого размещена печатная плата.

Наряду с необходимостью применения в источниках оптического излучения, оптических систем, формирующих диаграммы направленности излучения с заданными параметрами, это может существенно усложнять их конструкцию, как, например, у источника оптического излучения, вариант конструктивного исполнения которого показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Вариант конструктивного исполнения источника оптического излучения

В интересах упрощения конструкции источника оптического излучения, в состав которого входят излучающие диоды поверхностного монтажа, может быть применен подход, заключающийся в использовании отражателя-радиатора, совмещающего функции:

- формирования диаграммы направленности излучения,
- отведения тепла от кристаллодержателей излучающих диодов и его рассеяния.

Особенности конструктивного исполнения отражателя-радиатора поясняются рисунком 2 [2], на котором показаны:

- две проекции и сечение отражателя-радиатора (1),
- представляющий собой зеркальную оптическую систему (2) профиль внутренней поверхности отражателя-радиатора,
- поверхности отражателя-радиатора (3), обеспечивающие кондуктивный контакт с участком печатной платы,
- заглубленные отверстия (4) с внутренней резьбой,

- проточка (5), предотвращающая механический контакт отражателя-радиатора с печатной платой.

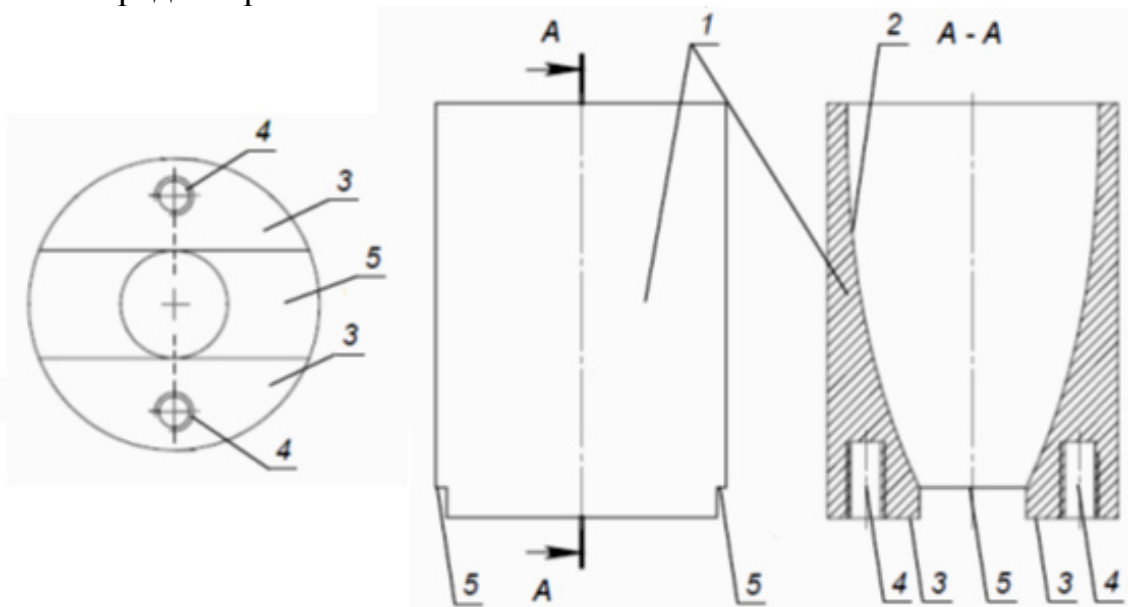


Рисунок 2 – Особенности конструктивного исполнения отражателя-радиатора

Необходимыми элементами печатной платы, обеспечивающими совместную работу излучающих диодов и отражателей-радиаторов, являются показанные на рисунке 3 [2]:

- токоведущие дорожки (6),
- границы мест установки (7) излучающих диодов,
- контактные площадки (8), кондуктивно сопрягаемые с теплоотводом кристаллодержателей излучающих диодов,
- границы мест установки (9) отражателей-радиаторов,
- кондуктивно связанные с контактными площадками (8) участки металлизированной поверхности (10) печатной платы, совпадающие с границами мест установки (9) отражателей-радиаторов,
- отверстия (11) для обеспечения винтового соединения отражателей-радиаторов с печатной платой.

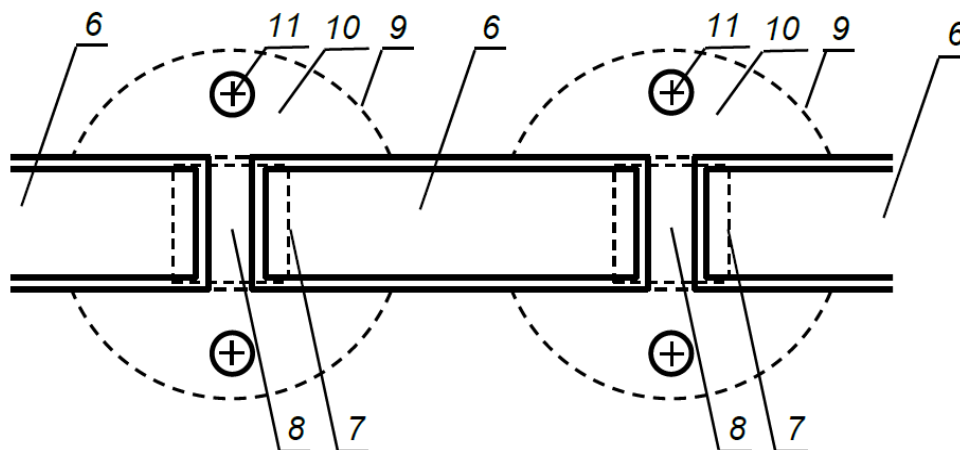


Рисунок 3 – Элементы печатной платы, обеспечивающие совместную работу излучающих диодов и отражателей-радиаторов

Вид печатной платы, предназначенной для установки отражателей-радиаторов, показан на рисунке 4 (с установленными излучающими диодами).

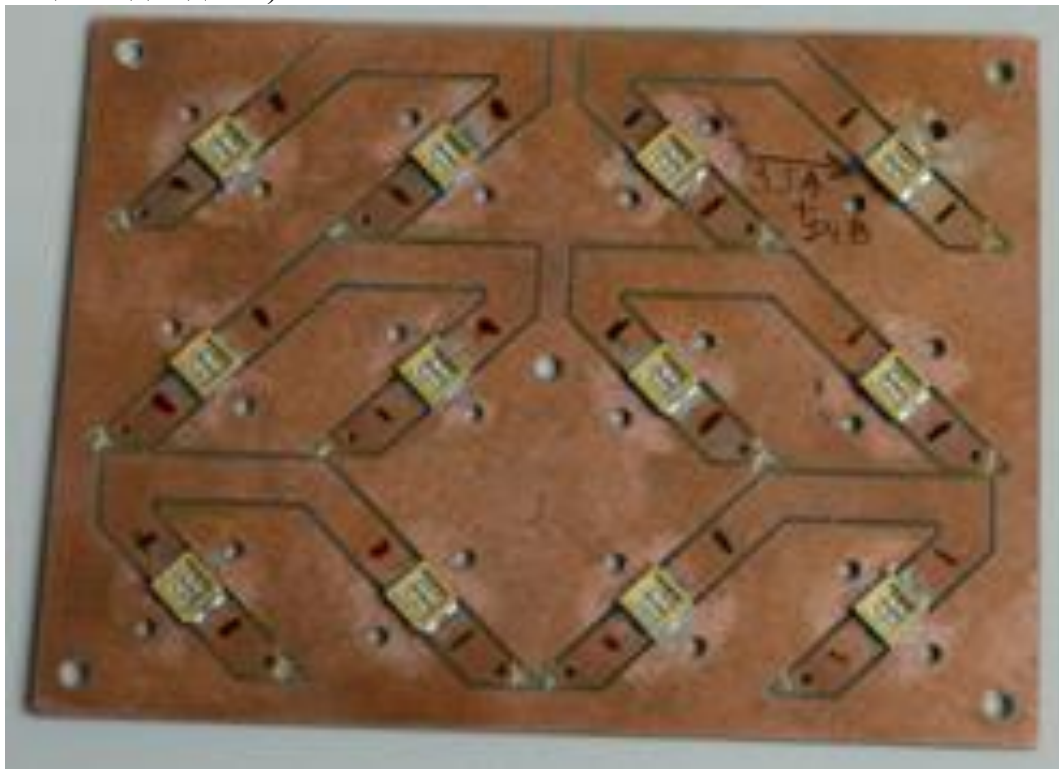


Рисунок 4 – Вид печатной платы, предназначенной для установки отражателей-радиаторов (с установленными излучающими диодами)

Аксиальное расположения излучающих диодов и отражателей-радиаторов способствует эффективному формированию диаграммы направленности излучения с требуемыми параметрами для источника оптического излучения.

Пример реализации печатной платы с установленными излучающими диодами и отражателями-радиаторами показан на рисунке 5.

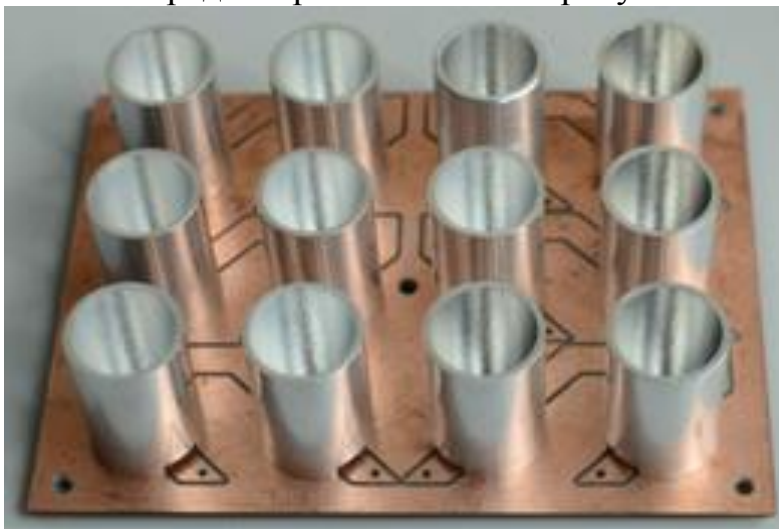


Рисунок 5 – Пример реализации печатной платы с установленными излучающими диодами и отражателями-радиаторами

Пример реализации источника оптического излучения с отражателями-радиаторами излучающих диодов показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – Пример реализации источника оптического излучения с отражателями-радиаторами излучающих диодов

Проведенные испытания источника оптического излучения с отражателями-радиаторами излучающих диодов подтвердили эффективность предложенного технического решения.

Литература

1 Астахова Т. С. Источник излучения с отражателями-радиаторами излучающих диодов / Информационные технологии, энергетика и экономика. Сб. трудов XIX-ой Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – Смоленск: Изд. «Универсум», филиал НИУ МЭИ в г. Смоленске, 2022. Т.1, С. 207-209.

2 Патент № 2773008 Российская Федерация, МПК F21V 29/70 (2015.01). Осветительное устройство с отражателем-радиатором излучающего диода : № 2021124041 : заявл. 12.08.2021 : опубл. 30.05.2022 / Астахова Т. С., Астахов С. П. ; заявитель «НИУ «МЭИ». – 9 с.

*Т.С. Астахова, студ.; рук. И.В. Якименко, д. т. н., доц.
(филиал ФГБОУВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЯРКОСТНОГО КОНТРАСТА СВЕЧЕНИЯ СВЕТОФОРА И ФОНА В АВТОНОМНОМ КОМПЛЕКСЕ ОБУСТРОЙСТВА ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА

Обеспечение безопасности пешеходов, переходящих проезжую часть в условиях плохой видимости или недостаточной освещенности по нерегулируемым наземным пешеходным переходам вне населенных пунктов, является важной задачей, актуальность которой остается высокой.

В интересах решения этой задачи разработана концепция автономной индикации и освещения наземных пешеходных переходов вне населенных пунктов, на основе возобновляемого источника энергии, как правило – солнечной панели, как, например, в автономном комплексе обустройства пешеходного перехода [1, 2], состоящего из (рисунок 1):

- солнечной панели,
- аккумуляторной батареи с контроллером ее заряда,
- датчика присутствия (движения) пешехода,

- кнопки-дублера датчика присутствия (движения) пешехода,
- *GSM/GPRS* модуля,
- блока управления,
- светофора Т.7 в светодиодном исполнении,
- знака «Пешеходный переход» в светодиодном исполнении,
- светодиодных светильников подсветки зоны пешеходного перехода,
- светодиодных светильников подсветки зоны ожидания,
- шумовых полос.

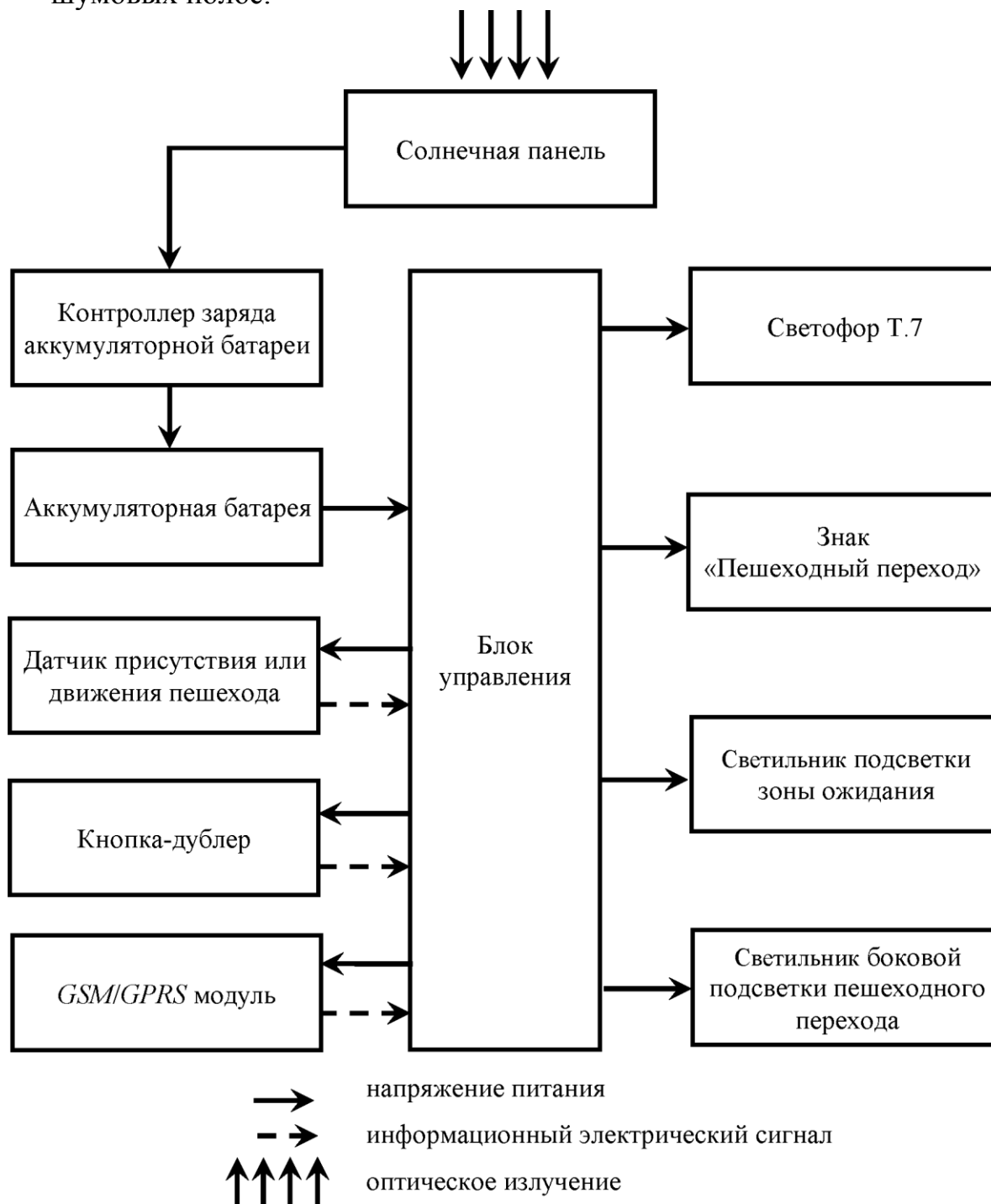


Рисунок 1 – Структурная схема автономного комплекса обустройства пешеходного перехода

Анализ реализованного в автономном комплексе обустройства пешеходного перехода алгоритма работы [1] показывает, что:

- в режиме его функционирования не предусмотрена постоянная оптическая индикация пешеходного перехода, что повышает риск дорожно-транспортного происшествия в условиях недостаточной видимости, особенно при дезактивации функции шумовых полос,

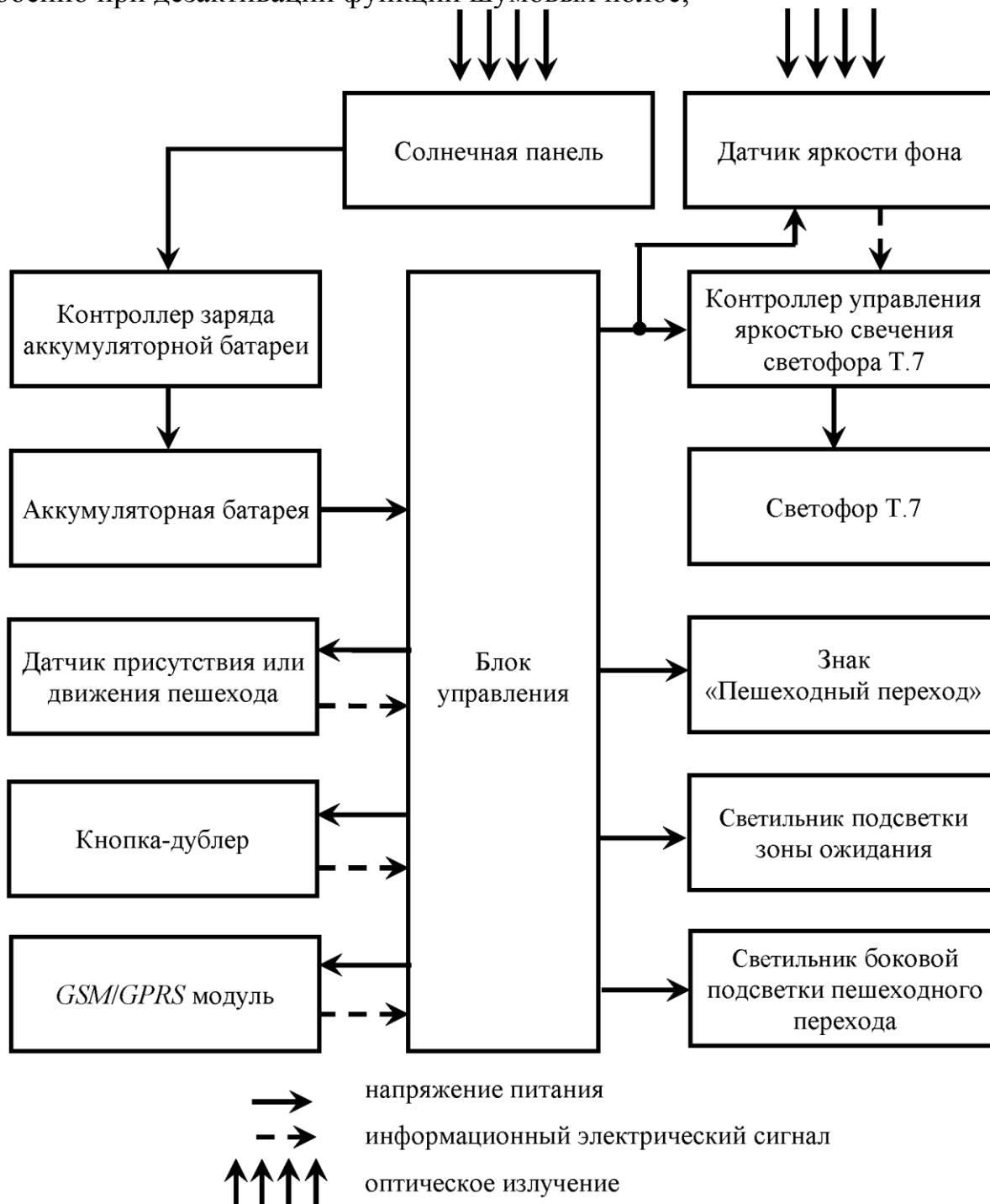


Рисунок 2 – Структурная схема автономного комплекса обустройства пешеходного перехода со стабилизацией величины яркостного контраста свечения светофора и фона

- наличие нескольких потребителей электроэнергии в его составе может создать предпосылки для уменьшения продолжительности функционирования в условиях снижения солнечной инсоляции (в частности, в зимний период).

- относительно большое количество потребителей электроэнергии в его составе может негативно сказаться на качестве (продолжительности) функционирования в условиях продолжительной недостаточной солнечной инсоляции (в частности, в зимний период).

С целью рационального расходования запасенной энергии в аккумуляторной батарее в состав автономного комплекса обустройства пешеходного перехода вводятся [3] датчик яркости фона и контроллер управления яркостью свечения светофора Т.7 (рисунок 2).

На контроллер управления яркостью светофора Т.7 поступает информационный сигнал от датчика яркости участка фона, в соответствии с которым он устанавливает величину яркости свечения светофора Т.7, обеспечивающую физиологически комфортную (не раздражающую органы зрения водителей) величину яркостного контраста свечения светофора Т.7 и участка фона, равную 0,3, вследствие чего снижается уровень потребления светофором Т.7 электрической энергии.

Литература

1 Патент РФ на изобретение № 2541591, МПК G08G 1/005, E01F 9/016, E01F 9/047, F21S 8/00. Заявка № 2013144477, заявл. 03.10.2013, опубл. 20.02.2015 / Вовчина П. И., Марусин В. С., Маслаков О. В., Пушкарчук Д. А. ; заявитель «НПО «ЯВИР». – 9 с.

2 Астахова Т. С., Якименко И. В. Способ реализации энергосберегающего режима работы комплекта освещения пешеходного перехода. Сб. трудов XVIII-ой Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Смоленск: Издательство «Универсум», филиал НИУ МЭИ в г. Смоленске, 2021. Т.2, С. 18-21.

3 Патент РФ на изобретение № 2786775, МПК F21S 9/03, G08G 1/005. Заявка № 2022113944, заявл. 25.05.2022, опубл. 26.12.2022 / Астахова Т. С., Астахов С. П., Якименко И. В.; заявитель «НИУ «МЭИ». – 9 с.

*Т.С. Астахова, студ; рук. С.П. Астахов, к. т. н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНОВ

Решение целевой задачи визуального обнаружения изображения искомого объекта, находящегося среди изображений других объектов в пределах одного кадра, полученного с помощью оптико-электронной системы, может осложняться различными факторами, наиболее распространёнными из которых являются:

- маскирующее действие растительности,
- возможность использование искомым объектом средств маскировки.

Значения спектральных коэффициентов отражения в пределах видимого диапазона ($\Delta\lambda_B = 400 \text{ нм} \div 760 \text{ нм}$), характеризующие искомый объект, использующий средства маскировки и растительность, в подавляющем большинстве случаев являются сопоставимыми величинами. Это создает объективные трудности для визуального различения как их самих, так и их изображений, полученных с помощью оптико-электронных средств.

Проведенные с помощью установки (рисунок 1), обеспечивающей получение видеоинформации в различных спектральных интервалах, экспериментальные исследования информативности:

- видимого диапазона ($\Delta\lambda_{\text{В}} = 400 \text{ нм} \div 760 \text{ нм}$),
- ближней области инфракрасного диапазона ($\Delta\lambda_{\text{ИК}} = 760 \text{ нм} \div 1200 \text{ нм}$),
- ближней области ультрафиолетового диапазона ($\Delta\lambda_{\text{УФ}} = 300 \text{ нм} \div 400 \text{ нм}$),

в условиях влияния маскирующего действие растительности и использования искомым объектом средств маскировки, позволили получить практические реализации изображений, примеры которых показаны на рисунках 2 – 4.

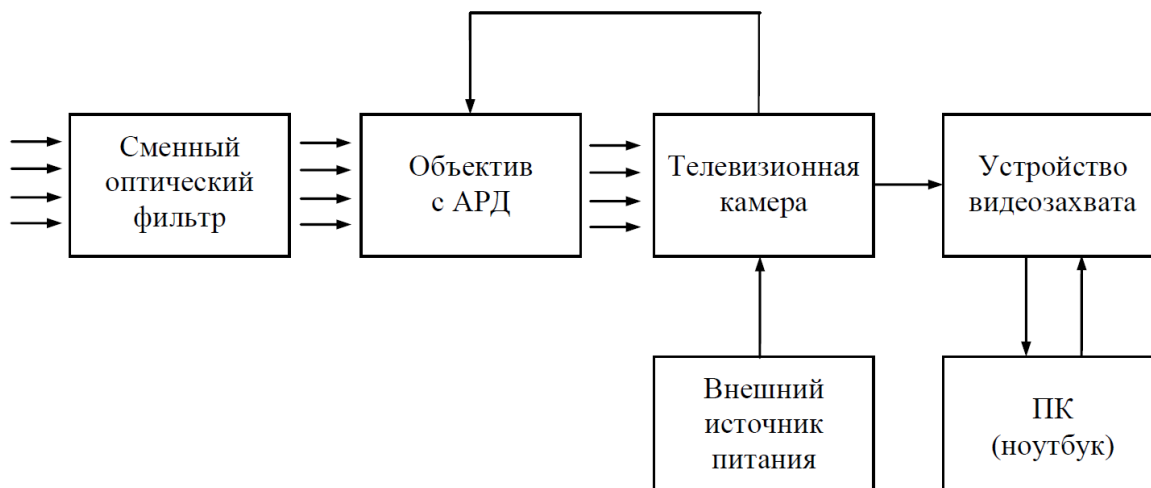


Рисунок 1 – Функциональная схема установки, обеспечивающей получение видеоинформации в различных спектральных интервалах

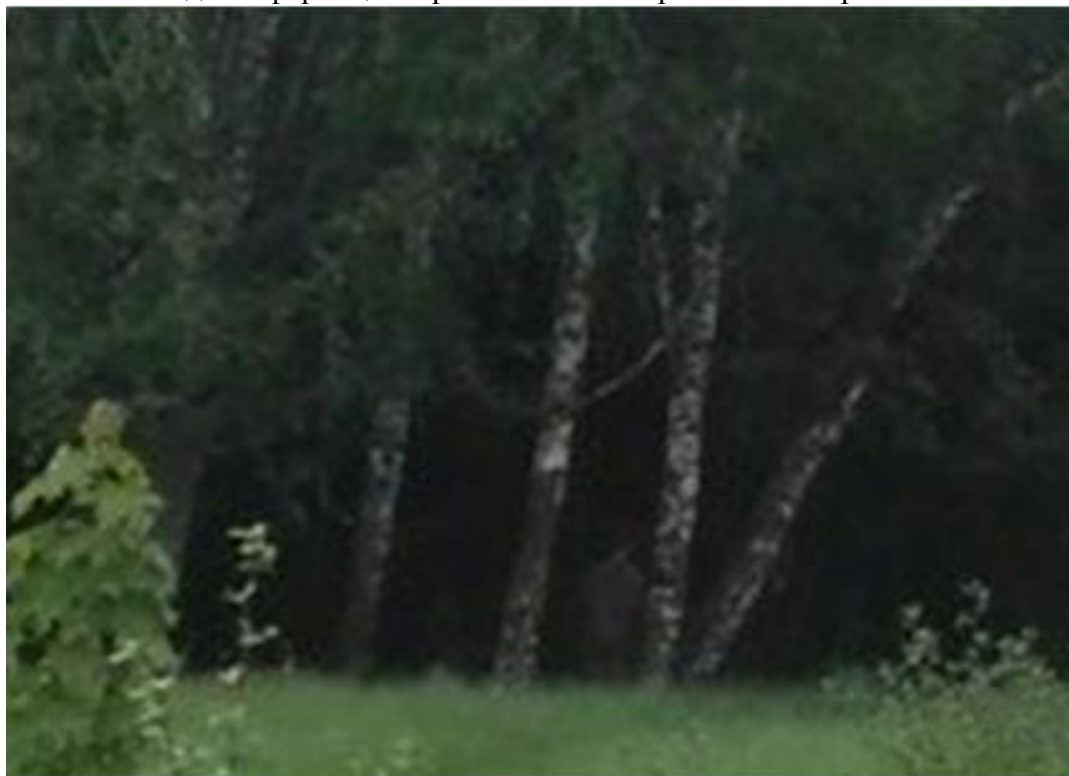


Рисунок 2 – Пример изображения объекта со средствами маскировки на фоне растительности (видимый диапазон)



Рисунок 3 – Пример изображения объекта со средствами маскировки на фоне растительности (ближняя область инфракрасного диапазона)



Рисунок 4 – Пример изображения объекта со средствами маскировки на фоне растительности (ближняя область ультрафиолетового диапазона)

Анализ полученных изображений позволил установить, что наиболее информативным является изображение, полученное в ближней области ультрафиолетового диапазона ($\Delta\lambda_{\text{УФ}} = 300 \text{ нм} \div 400 \text{ нм}$), так как на нем наблюдаются максимальные значения контраста между изображением объекта наблюдения и изображением маскирующего фона.

Это объясняется тем, что [1]:

- листва большинства видов растений поглощает до $93 \div 95 \%$ излучения в диапазоне $\Delta\lambda_{\text{В}} = 400 \text{ нм} \div 760 \text{ нм}$, оставшаяся часть излучения ($5 \div 7 \%$) отражается в узком спектральном интервале (в районе $\lambda = 550 \text{ нм}$),

- листва большинства видов растений отражает до $40 \div 60 \%$ излучения в диапазоне $\Delta\lambda_{\text{ИК}} = 760 \text{ нм} \div 1200 \text{ нм}$,

- листва большинства видов растений поглощает максимальное количество излучения (практически до 100%) в диапазоне $\Delta\lambda_{\text{УФ}} = 300 \text{ нм} \div 400 \text{ нм}$.

Литература

1 Сагдуллаев Т.Ю., Сагдуллаев Ю.С. Спектральная селекция и распознавание объектов// Вопросы радиоэлектроники № 2, 2012. С. 97-98

*А.А. Ахмедов, студ.; рук. С.А. Образцов, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SOC ZYNQ В УСТРОЙСТВЕ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ПРОТОКОЛУ USB

Развитие наноэлектроники и микропроцессорной техники позволило использовать в полезных устройствах и цифровых системах управления высокопроизводительные микросхемы, которые позволяют существенно снизить массогабаритные показатели конечной продукции за счет выполнения существенной части требуемых функций на одном кристалле. При решении наиболее сложных задач, требующих высокой производительности наибольшее предпочтение отдается микроконтроллерным ядрам (например, с ARM-архитектурой), которые зачастую имеют набор аппаратных ускорителей, дополнительных арифметико-логических устройств, сопроцессоров и т.п., а также программируемым логическим интегральным схемам (ПЛИС), на основе которых создаются конфигурируемые цифровые электронные схемы.

Существует целый ряд задач (например, в области радиолокации), когда невозможно обойтись каким-то одним типом микросхем, поэтому довольно частым решением является совместное использование микропроцессоров и ПЛИС. Данное решение имеет массу недостатков:

– необходимость организации высокоскоростного протокола между микросхемами;

– необходимость решения вопросов «обвязки», охлаждения, многослойной разводки платы для каждой из микросхем, в результате чего увеличиваются массогабаритные показатели конечного устройства;

– сложность проектирования системы на программном и аппаратном уровнях;

- непереносимость программной части на другие типы микросхем;
- высокое потребление и себестоимость конечной продукции.

Сравнительно недавно на рынке микросхем была произведена революция, которая заключается в выпуске микросхем серии *Zynq*, представляющих собой систему на кристалле, объединяющую в себе программируемую логику и процессорную систему, а также позволяющую использовать преимущества параллельной обработки в ПЛИС и гибкость/универсальность процессоров с *ARM*-архитектурой.

Одним из актуальных направлений разработки микропроцессорных устройств является устройство беспроводной передачи данных по протоколу *USB*, актуальность которой обусловлена повсеместным применением интерфейса *USB* и сопутствующей необходимостью использования проводного соединения. Вследствие чего в ряде современных экономических субъектов промышленной направленности ограничивается область применения из-за необходимости выполнения дополнительных монтажных работ для использования устройств. Существующие на данный момент преобразователи интерфейсов *USB–Wi-Fi* существенно ограничивают функциональные возможности устройств (например, в протокольной части или по скоростным параметрам передачи данных [1]).

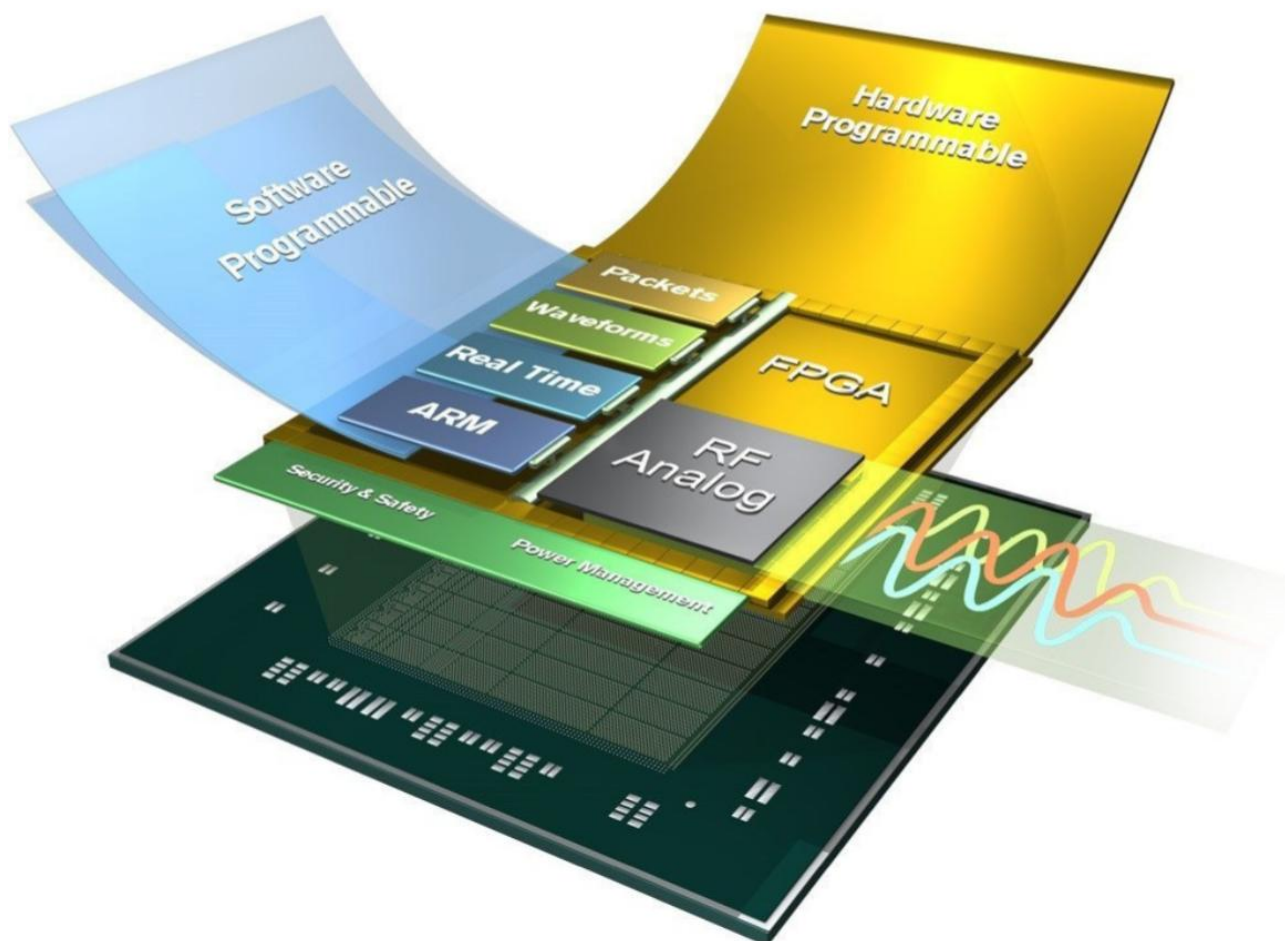


Рисунок 1 — Система на кристалле *Zynq*

Система на кристалле *Zynq* может стать отличной основой для разработки устройства беспроводной передачи данных по протоколу *USB*. Процессор в данном случае обеспечит гибкость аппаратного сопряжения с внешними устройствами по интерфейсу *USB* в части протокольной составляющей передачи данных, а высокопроизводительная ПЛИС может обеспечить наилучшую скорость передачи данных по беспроводному интерфейсу при подключении соответствующего приемо-передающего модуля.

Структурная схема предлагаемого технического решения при этом примет следующий вид (рисунок 2). Внутри самой системы на кристалле *Zynq* существует несколько различных интерфейсов и средств для взаимодействия микропроцессора и ПЛИС, одним из наиболее простых и высокоскоростных является интерфейс *AXI4*. С использованием обозначенной шины данных между ПЛИС и микропроцессором можно организовать потоковую высокоскоростную передачу данных, что устраняет возможные аппаратные ограничения *USB*-интерфейса по скорости передачи данных.

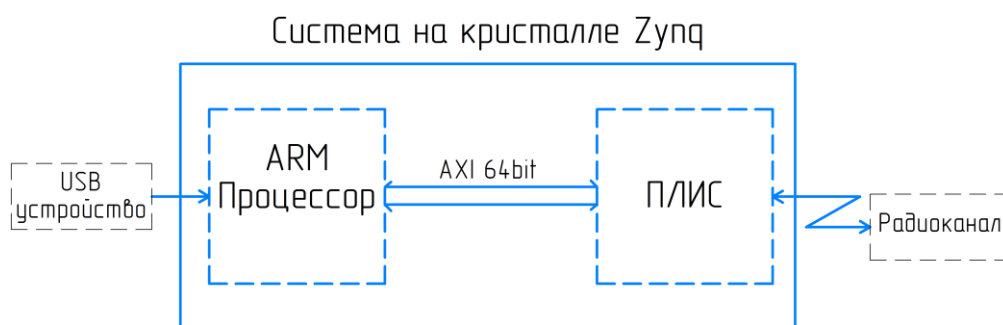


Рисунок 2 — Структурная схема устройства беспроводной передачи данных по интерфейсу *USB*

Актуальность использования системы на кристалле *Zynq* в качестве основы для проектирования устройства беспроводной передачи данных по интерфейсу *USB* подчеркивается также тем, что при выполнении обозначенных функций в ПЛИС и процессоре остается возможность организации дополнительных служебных модулей. Так устройство можно доработать для ведения мониторинга скорости и объема передачи данных в режиме реального времени, а также для возможности аппаратного шифрования данных по заложенным алгоритмам, что может существенно улучшить помехозащищенность передачи данных и их защиту от несанкционированного доступа к беспроводному каналу передачи данных [2].

Таким образом, были обозначены перспективы применимости системы на кристалле *Zynq* в качестве основы для проектирования устройства беспроводной передачи данных по интерфейсу *USB*. В данном исследовании также была обозначена структурная схема предлагаемого технического решения и его дополнительные возможности (аппаратный мониторинг и шифрование данных, которые позволят существенно улучшить помехозащищенность передачи данных и их защиту от несанкционированного доступа к беспроводному каналу передачи данных).

Литература

1. Иди, Ф. Сетевой и межсетевой обмен данными с микроконтроллерами / Ф. Иди. - М.: Додэка XXI, 2017. - 376 с.
2. «Основы создания беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. Практическое руководство по изучению, разработке и использованию беспроводных ЛВС стандарта 802.11» / Педжман Рошан, Джонатан Лизри. - М.: Cisco Press Перевод с английской Издательский дом «Вильямс», 2019. – 532 с.

*М.В. Березкин, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗВИТИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ МНОГОЗАТВОРНОГО ТРАНЗИСТОРА

В последнее время и транзисторы становятся все меньше и меньше по размеру, и вследствие этого их становится все больше и больше в одном микрочипе. Полевой транзистор с традиционной структурой металл-оксид-полупроводник (*MOSFET*) (рисунок 1) обладает некоторыми физическими ограничениями. Для того чтобы улучшить его производительность, необходимо применить некоторые современные технологии.

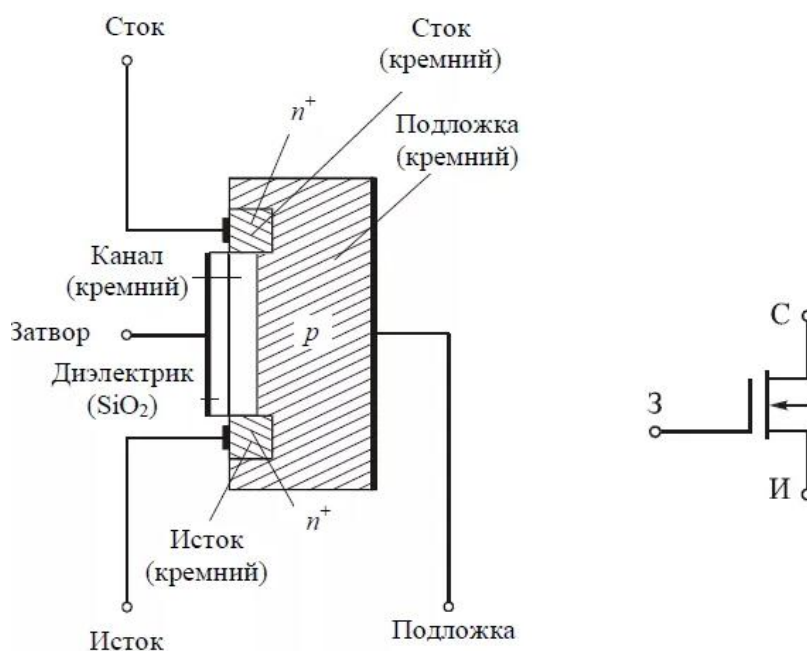


Рисунок 1 – Традиционной структура *MOSFET*

С одной стороны, для выполнения сложных функций требуется много транзисторов. Следовательно, транзисторы должны быть сделаны достаточно маленькими. С другой стороны, скорость переключения транзистора ограничивает производительность микросхемы. Согласно принципу зарядки конденсатора, скорость переключения зависит от размера конденсатора. Чем больше емкость, тем больше время зарядки и тем ниже скорость проводимости переключателя. Следовательно, нам нужно уменьшить емкость, чтобы увеличить скорость работы.

Емкость может быть уменьшена тремя способами: увеличением толщины диэлектрического слоя, изменением диэлектрической проницаемости и уменьшением площади.

С появлением транзистора с несколькими затворами производительность *FET* может быть улучшена. В этой статье мы обсудим, почему современные модели полевых транзисторов сталкиваются с фундаментальным препятствием для дальнейшей миниатюризации.

Идеальный переключатель должен удовлетворять трем условиям: ток, протекающий через переключатель, равен нулю, когда переключатель разомкнут. Второе заключается в том, что сопротивление переключателя равно нулю, когда переключатель замкнут. Последнее заключается в том, что переключатель может мгновенно и плавно менять состояние с включенного на выключенное и наоборот.

Решение состоит в том, чтобы построить структуру *FET* вертикально, переместив ее из горизонтального положения в вертикальное, и спроектировать электрод затвора, обернутый вокруг нескольких сторон проводящего канала, чтобы улучшить электростатический контроль канала. Эта структура с несколькими затворами может дополнительно уменьшить размер транзистора без ухудшения его производительности. Следовательно, после 16/14 нм структура полевого транзистора меняется с традиционной плоской структуры на структуру *FinFET*. На рисунке 2 показана *FinFET*, *GAAFET*, *MBCFET*.

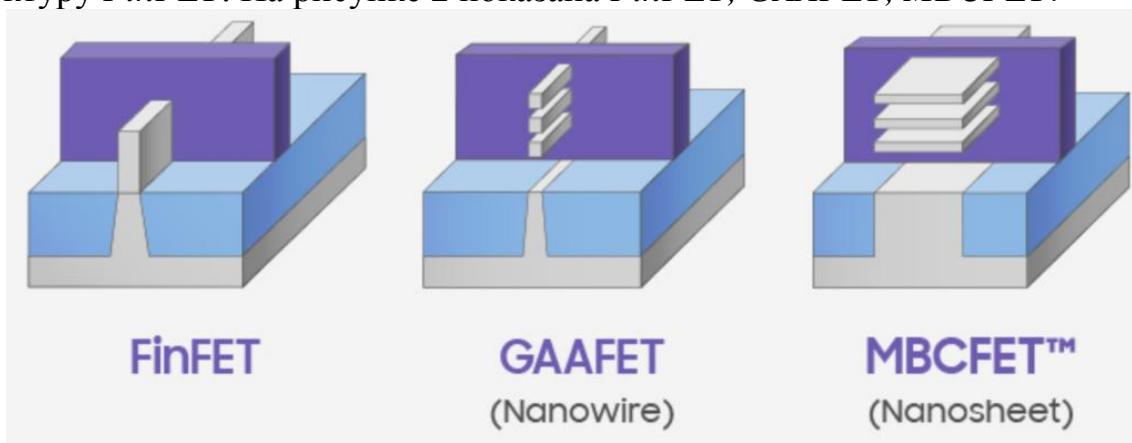


Рисунок 2 – *FinFET*, *GAAFET*, *MBCFET*

Процесс *FinFET* использует технологию легирования источника и стока, что приводит к выступанию активной области источника и стока, увеличивает толщину и площадь поверхности активной области и снижает контактное сопротивление источника и стока. В то же время легкое легирование *FinFET* в активной области значительно уменьшает эффект рассеяния частиц, улучшает подвижность носителей и увеличивает скорость переключения.

Транзистор *FinFET* не может работать из-за близкого расстояния между ребрами, повторного возникновения утечки и ограничений физических материалов. Таким образом, *GAAFET* эквивалентен усовершенствованию на основе *FinFET*, и структура транзистора по этой технологии изменилась. Затвор

и слив являются больше не ребром, а становятся "маленькими палочками", проходящими вертикально через затвор. *GAAFET* имеет две структуры (рис. 2); одна из них - обычный *GAAFET*, который использует нанопроволоку в качестве электронного транзисторного ребра; Другой - *MBCFET* с толстыми ребрами в виде нанолиста.

По мере уменьшения размера транзистора ток утечки становится все более и более сильным. *Intel* пришла к идее поместить затвор непосредственно под оксидный слой, с каналами по обе стороны или изолирующим кремнием, а затем поместить затвор снаружи, эта структура *FinFET* уменьшила ток утечки.

Технология *FinFET* была внедрена на практике, но в процессе производства все еще существуют некоторые проблемы и затруднения. Во-первых, структура *FinFET* обладает очень высоким сопротивлением доступу, что вызвано очень тонкой структурой и трудностью формирования трехмерного соединения. Во-вторых, структура *FinFET* будет влиять на характеристики напряжения и тока устройства. По сравнению с классическим плоским полевым транзистором структура транзистора также изменена с традиционной *2D*-структуры на *3D*-структуру, которая удовлетворяет как механическим, так и электрическим свойствам. *GAAFET* обеспечивает лучшую структуру транзистора, но это также создает много проблем при обработке. Поскольку технология *FinFET* является относительно зрелой, производителям микросхем необходимо изменить производство *GAASFET* с большими затратами. Внедрение некоторых новых материалов усложняет процесс и повышает требования к условиям окружающей среды. Взаимосвязи на каждом узле становятся все более и более компактными, что приводит к серьезным задержкам резистивной емкости. Еще одна проблема *GAASFET* заключается в том, что по мере увеличения плотности полевого транзистора изменения во внутренней структуре становятся все труднее обнаружить, и даже небольшие изменения могут привести к замедлению работы системы. Для *MBCFET* наиболее сложным является измерение замены одного нанолистного элемента, а наихудшая производительность нанолистного элемента определяет качество всего транзистора.

В настоящее время, по мере дальнейшего сокращения размеров транзисторов, *GAASFET* зарекомендовал себя как преемник *FINFET* для очень крупномасштабных технологических узлов. В будущем, по мере уменьшения размеров транзисторов, могут потребоваться структуры с полным затвором, такие как *CFET* и *Fork sheet-FEEDED*. Проще говоря, правильный технологический путь для расширения *FET* зависит от рынка, на который стоит ждать с нетерпением.

Литература

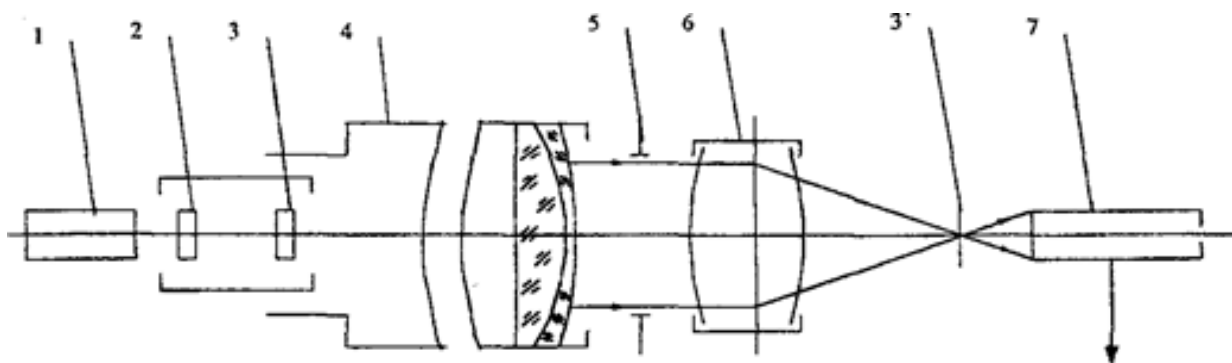
- 1 FinFET транзисторы. – URL: <https://habr.com/ru/post/456298/> Дата обращения: 18.03.23.
- 2 Мощные полевые транзисторы: история, развитие. – URL: <https://power-e.ru/components/moshhnye-polevye-tranzistory/>. Дата обращения: 18.03.23.
- 3 MOSFET транзисторы. Устройство, принцип работы. – URL: <https://go-radio.ru/mosfet-transistors.html>. Дата обращения: 18.03.23.

ВИЗУАЛЬНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОБЪЕКТИВОВ

Объективы представляют собой сложные оптические устройства, состоящие из комбинации дискретных оптических элементов, рассчитанных таким образом, чтобы компенсировать aberrации изображения. Объективы применяют в различных оптических приборах, поэтому умение определять их характеристики, помогут обеспечивать составление правильной спецификации. Существует множество различных способов оценки характеристик объектива в зависимости от области применения. Например, веса, размера, aberrаций, энергетических потерь и разрешения. Из этих характеристик разрешение часто является основным фактором стоимости объективов.

Разрешающая способность объективов определяется, как критерий количественной оценки качества изображения, создаваемого оптической системой, показывающий, сколько линий или предметных точек может изобразить отдельно объектив на отрезке длиной 1 мм. [1, 2] Для определения этого критерия качества используют разного рода штриховые миры, которые представляют собой тестовые таблицы с нанесенными на них штрихами различной длины и ширины.

Одним из проверенных и надежных способов является расчет разрешающей способности объектива с помощью оптической скамьи ОСК-2 (рисунок 1).



1 – осветитель, 2 – светофильтр, 3 – тест-объект, 3' – изображение тест-объекта, 4 – коллиматор, 5 – апертурная диафрагма, 6 – исследуемый объектив, 7 – измерительный микроскоп

Рисунок 1 — Схема оптической скамьи ОСК-2:

В установке основным элементом является коллиматор. С его помощью можно имитировать бесконечно удаленный тест объект. Что не маловажно, так как получается результирующее изображение, которое будет соответствовать бесконечно удаленному предмету. Корпус коллиматора имеет выдвижной тубус в окулярной части. Если в этом тубусе установить автоколлимационный окуляр, то коллиматор можно будет использовать как автоколлиматор. При юстировке тубус может перемещаться вдоль оси системы с помощью кремальерного устройства.

Другим важным компонентом выступает микроскоп. В его комплектации имеется набор объективов и окуляров с разной апертурой и увеличением. Поэтому, чтобы произвести измерения разрешающей способности исследуемого объектива, необходимо будет выбрать и установить простой окуляр. Микроскоп закрепляется на подвижном координатном столике, это дает возможность перемещать его в трех направлениях.

На первом этапе измерений производится юстировка. То есть необходимо совместить оптические оси микроскопа, исследуемого объектива и коллиматора. Эта процедура выполнялась при совмещении изображения тест-объекта, наблюдаемого в микроскоп с центром поля измерительной схемы. Кроме того, коллиматор был установлен на бесконечность с использованием уголкового зеркала и автоколлимационного окуляра, чтобы при фокусировке одновременно наблюдались шкала окуляра и автоколлимационное изображение марки. Затем перемещая окулярный тубус коллиматора, добились их четкого изображения.

На втором этапе в фокальной плоскости коллиматора установили стандартные штриховые миры, затем при помощи микроскопа производили анализ изображения миры, которое создает оптическая система.

Причем, если видны штрихи всех элементов выбранной миры, то устанавливали миру с меньшим порядком (рисунок 2). Для исследуемого объектива подобрали миру № 3.

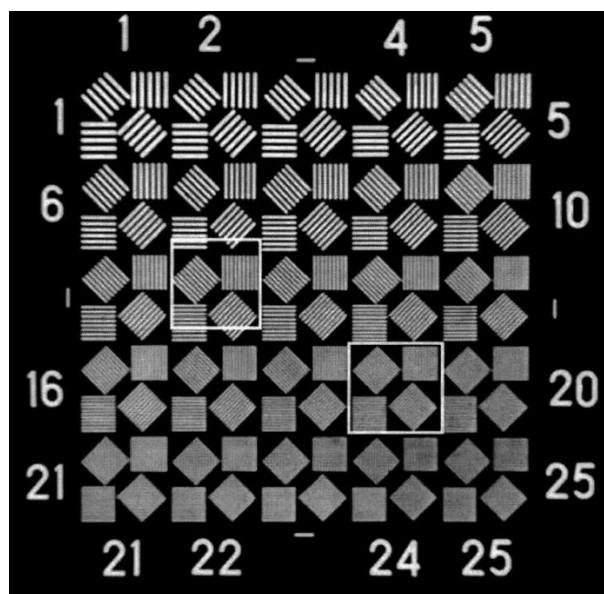


Рисунок 2 — Штриховая мира

Три светофильтра: синий, красный и зеленый установили возле объектива коллиматора. Здесь светофильтры нужны для того, чтобы посмотреть разрешающую способность в разных цветовых областях: красной, зеленой, синей. После чего можно будет сравнить в какой цветовой области объектив имеет наилучшее разрешение. Поэтому для объектива измерения производили с каждым светофильтром по очереди. Для каждой комбинации светофильтра и объектива количество видимых элементов наблюдали три человека, по одному разу. Это связано с разной разрешающей способностью глаза человека. Номер

последнего элемента, в котором штрихи всех четырех направлений видны раздельно записали в таблицу 1.

Таблица 1– Результаты измерения разрешающей способности объектива

Светофильтр	№ изм.	№ элем.	R, 1/мм	R _{ср} , 1/мм
Синий	1	7	44,87	47,82
	2	7	44,87	
	3	10	53,72	
Зеленый	1	11	56,88	62,78
	2	15	71,42	
	3	12	60,04	
Красный	1	11	56,88	61,09
	2	13	63,20	
	3	13	63,20	

Анализируя результаты измерений видно, что при зеленом светофильтре объектив имеет самую высокую разрешающую способность (таблица 1). Это вполне объяснимо, ведь зрительная система человека устроена таким образом, что к зеленому цвету чувствительна в большей степени, чем к красному и синему.

Разрешающую способность R (лин/мм) объектива вычислили по номеру N разрешающего элемента миры и известным базе миры b и фокусным расстоянием объектива $f'_{об}$ и коллиматора f'_k , вычисляли по формуле (1):

$$R = \frac{f'_k \cdot K_N \cdot 60}{b \cdot f'_{об}} \quad (1)$$

где K_N – это значение коэффициента для номера элемента миры. [3]

Для расчета фокусных расстояний рассматриваемого объектива использовали формулу (2):

$$f'_{об} = f'_k \cdot \frac{b'}{b}, \quad (2)$$

где f'_k – фокусное расстояние коллиматора ($f'_k = 1600$ мм), $b = 4,8$ мм – размеры тест-объекта (базы миры) [3], b' – размер изображения тест-объекта.

Размер изображения тест-объекта определяли по формуле (3):

$$b' = d \cdot l, \quad (3)$$

где d – количество делений микроскопа, приходящихся на видимые элементы миры; $l = 0,0404$ мм/дел – цена деления шкалы микроскопа.

В исследовании $d = 47$ дел, таким образом, по формуле (3) размер изображения миры, видимой через исследуемый объектив $b' = 1,90$ мм. Соответственно рассчитали фокусное расстояние по формуле (2) и получили значение $f'_{об} = 632,86$ мм.

По результатам эксперимента можно судить о высокой эргономичности измерений, производимых с помощью оптической скамьи ОСК-2. Помимо положительных качеств метод имеет и отрицательные, например, оптическая установка имеет большие габаритные размеры. А также необходимо затрачивать

время на юстировку. Однако представленный метод может послужить основой для создания портативного устройства для определения разрешающей способности объективов. Такое устройство сможет помочь убедиться в том, что производительности выбранного объектива будет достаточно для выполнения поставленной задачи.

Литература

1 Агапов Н.А. Прикладная оптика: учебное пособие/Н.А. Агапов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 286 с.

2 Гоголева Е.М. Прикладная оптика: учебное пособие/Е.М. Гоголева, Е.П. Фарафонтова. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2016. – 184 с.

3 Гавриленкова В.А. Оптические измерительные приборы [Текст]: /В.А. Гавриленков, А.М. Бочаров. – Смоленск: Изд-во «Кристалл», 2000. С.36-38.

*Д.Н. Буриков, студ.; рук. С.И. Зиенко, д.т.н., проф.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В АЛМАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Одним из наиболее востребованных научно-технических областей современной промышленности является поиск средств и методов исследования и применения излучений различной природы. Одним из наиболее перспективных направлений исследования излучений является исследование люминесцентных излучений. Люминесценция и люминесцентное излучение имеют множество применений: от освещения мест, в которых применение преобразователей электроэнергии в электромагнитные волны видимого диапазона света является невозможным [1], до исследования структур полимеров и процессов фотохимических реакций. Люминесценция также часто используется в хирургии для определения пораженных раком тканей (так как цвет люминесценции здоровых и пораженных тканей существенно отличаются).

Повсеместная применимость эффектов люминесценции обуславливает востребованность научно-инженерных сообществ в изучении люминесценции и люминесцентных излучений, перспективы исследования источников люминесцентного излучения и эффектов люминесценции в зависимости от видов материалов и физических свойств излучающих электромагнитные волны видимого диапазона света тел.

Применение люминесценции является достаточно востребованным в сфере алмазодобывающей промышленности. Алмазы на данном этапе научно-технического прогресса находят все большее применение в твердотельной электронике, которая является основой для создания подавляющего большинства приборов и устройств. В чистом виде (то есть природного происхождения) под алмазом понимаются некоторые минералы, но в отрасли твердотельной электроники под алмазами понимаются кристаллические модификации чистого углерода. Объемная ориентация элементов кристаллической решетки (т.е. направление поляризации) позволяет достичь высокой плотности элементной базы, наращиваемой на кристаллах и алмазах. В более ранние годы развития твердотельной электроники широкое

применение алмазов было нецелесообразным, поэтому подавляющее большинство полупроводниковой техники основано на применении материалов на основе кремниевых и германиевых кристаллов [2]. В связи с последними достижениями в области твердотельной техники изучение вопросов возможности широкого применения алмазов при изготовлении полупроводниковых приборов снова является актуальной задачей в силу того, что алмазы обладают сравнительно существенными преимуществами, которую обуславливают перспективы развития твердотельной электроники на основе алмазов в машиностроительной и других важных отраслях промышленности. Поэтому исследования в области алмазодобывающей промышленности являются перспективными и актуальными.

Алмазы извлекаются из пород, при этом выделяются три основных этапа, которые условно можно представить в виде подготовительного, этапа обогащения и этапа сепарации.

Первый этап заключается в механическом измельчении пород, в которых могут потенциально содержаться алмазы. Люминесценция в данном случае применяется для обнаружения пород, потенциально содержащих алмазы, при этом порода облучается направленным излучением, которое передает алмазам энергию, необходимую для высвобождения безмассовых частиц (переносчиков люминесцентного излучения). В результате механического измельчения пород формируются частицы, различаемые по разным классам крупности.

Этап обогащения предназначен для разделения частиц с разными классами крупности. При этом как правило применяются эффекты гравитационных притяжений и установки гидроциклонирования. Целью данных операций является выделение частиц с большей плотностью, в которых и содержатся алмазы.

Заключительный этап необходим для извлечения алмазов, в данном случае преимущественно используются методы рентгенолюминесцентной сепарации [3] (типовая схема такого прибора представлена на рисунке 1).

Работа устройства заключается в следующем: исходные материалы поступают в бункер для хранения исходных частиц. Далее частицы перемещаются от бункера к рабочей зоне рентгенолюминесцентного обнаружителя с помощью транспортной системы. Рентгенолюминесцентный обнаружитель состоит из трех основных блоков:

- источник рентгенового излучения, необходимый для направленного излучения частиц электромагнитными волнами рентгеновского излучения, в результате чего частицам передается необходимая для возникновения эффекта люминесценции алмазов энергия;

- фотоприемный элемент, который предназначен для детектирования люминесцентного излучения (то есть фактически передает в систему управления сигнал при обнаружении алмаза, который в результате воздействия рентгеновских лучей излучает люминесцентное свечение);

- система управления, которая управляет источником рентгенового излучения и принимает сигналы детектирования алмазов от фотоприемного

элемента. Принятые сигналы детектирования алмазов позволяют системе управления сделать вывод о нахождении искомого материала и, в соответствии с этим, задействовать исполнительный механизм сепарации.



Рисунок 1 — Схема прибора для рентгенолюминесцентной сепарации

Исполнительный механизм сепарации предназначен для распределения частиц в соответствующие приемники. Используется два вида приемников: приемник искомого продукта (то есть алмазы) и приемник «ложных» частиц (то есть такие частицы, которые по плотности близки к алмазам, но не являющиеся ими). Как было отмечено ранее процесс селекции частиц между приемником искомого продукта и приемником «ложных» частиц полностью ориентирован на принятые системой управления решения.

Применение источника рентгеновского излучения (то есть инициатор рентгенолюминесценции алмазов) и фотоприемного устройства (фотолуминесцентный приемник) является наиболее перспективным и востребованным методом селекции алмазов из всего потока измельченных пород, близких по плотности к алмазам, поскольку оборудования селекции в результате применения обозначенных устройств обладают сравнительно низкими массогабаритными показателями и наилучшей эффективностью обнаружения.

Таким образом, повсеместная применимость эффектов люминесценции обуславливает востребованность научно-инженерных сообществ в изучении и люминесцентных излучений и перспективность исследования источников люминесцентного излучения. Одним из наиболее перспективных направлений

использования люминесценции является алмазодобывающая промышленность.

Литература

1. Ощепков, А.Ю. Физика полупроводников: Учебник. 4-е изд., стер. / А.Ю. Ощепков. - СПб.: Лань П, 2020. - 400 с.
2. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы; Лань - Москва, 2019. - 480 с.
3. Миронов В. П., Митюхин С. И. Поглощение, люминесценция и внутренняя морфология алмазов бассейна р. Тунгуски // Геология и геофизика. – Т. 42. – №5. - 2001. – С. 831-840.

*Д.Н. Буриков, студ.; рук. С.И. Зиенко, д.т.н., проф.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Одним из наиболее востребованных научно-технических областей современной промышленности является поиск средств и методов исследования и применения излучений различной природы. Под излучением принято понимать некоторый процесс передачи энергии веществом на значительное удаление от источника излучение. Как правильно излучение передается при помощи фотонов, которые в силу своего бесконечно малого веса при заряде необходимой энергией могут покинуть среду-источник и переместиться от нее на значительное расстояние. Другим видом самопроизвольного излучения является радиоактивное излучение, процесс переноса энергии при этом основан на имеющих массу покоя частицах.

Говоря о самопроизвольном излучении имеется ввиду, что для генерации излучения не требуется применение какой-либо специализированной техники. Например, в радиолокации используется принцип направленного излучения в лоцируемое пространство пачек модулированных радиоимпульсов. Излучение в такой системе генерируется целенаправленно с помощью антенной или других излучающих элементов. То есть под самопроизвольностью излучению в данном случае понимается отсутствие прямого влияния человека, использующего различные сложные процессы преобразования энергии для достижения требуемого результата. Как правило при самопроизвольном излучении источником энергии может быть температура внешней среды, статическое электромагнитное поле [1], а также энергия химических реакций и т.д.

Одним из наиболее первых описанных видах излучений являются люминесцентные излучения, которые фактически заключаются в свечении вещества, которому была сообщена энергия возбуждения частиц – переносчиков излучения (кванты энергии). Свечение при этом не имеет тепловую природу, поскольку происходит при настолько низких температурах внешней среды, что объяснить процесс перехода тепловой энергии в энергию электромагнитных излучений видимого диапазона света не представляется возможным с помощью классической теории термодинамических излучений.

Пример применения эффекта люминесценции представлен на рисунке 1. В данном случае люминесцентное излучение значительно усиливается в газовой среде распространения люминесцентного излучения. Люминесценция и

люминесцентное излучение имеют множество применений: от освещения мест, в которых применение преобразователей электроэнергии в электромагнитные волны видимого диапазона света является невозможным, до исследования структур полимеров и процессов фотохимических реакций. Люминесценция также часто используется в хирургии для определения пораженных раком тканей (так как цвет люминесценции здоровых и пораженных тканей существенно отличаются).



Рисунок 1 — Пример люминесцентного излучения в газосветовой лампе

Повсеместная применимость эффектов люминесценции обуславливает востребованность научно-инженерных сообществ в изучении и люминесцентных излучений и перспективность исследования источников люминесцентного излучения. Целью данного исследования является исследование возможных источников люминесцентного излучения.

Под источником люминесцентного излучения понимается некоторый процесс, благодаря которому осуществляется передача энергии, необходимой для люминесценции материала. Рассмотрим основные физические процессы, в результате которых может возникнуть люминесцентное излучение:

1. Механическое воздействие тел друг на друга, при этом возникает триболоминесценция. Излучение в данном случае может быть вызвано ударами, трением о некоторую поверхность, раскалыванием тела или его измельчением. Одним из наиболее ярких представителей триболоминесценции является сахар.

2. Передача тепловой энергии материалу, в результате которой материал начинает излучать электромагнитные волны видимого диапазона света (термолюминесценция).

3. Излучение на материал электромагнитных волн видимого диапазона света, в результате чего он начинает светиться в течение некоторого периода

времени. В данном случае говорят об эффекте фотолюминесценции, которую можно в зависимости от материала разделить на быструю – флуоресценция с продолжительностью излучения, не превышающей $10^{-8} - 10^{-7}$ с, и медленную – фосфоресценция с продолжительностью люминесцентного излучения, не превышающей $10^{-4} - 10^{-2}$ с.

4. Протекание химических процессов и реакций, в результате которых у материала наблюдается свечение (хемилюминесценция). Данный источник люминесценции используется наиболее часто в средах, где невозможно использование преобразователей электроэнергии в излучение электромагнитных волн видимого диапазона света, например, при исследовании пещер. В данном случае используются трубочки с химическими веществами, изолированными друг от друга ампулой. При механическом повреждении ампулы вещества смешиваются друг с другом, обеспечивая протекание химической реакции с выделением люминесцентного излучения продолжительностью до нескольких часов (в зависимости от температуры окружающей среды, которая выступает в качестве некоторого катализатора протекания любого химического процесса за счет возможности смещения равновесия химической реакции в ту или иную сторону).

5. Возбуждение электрическим полем, в результате чего возникает эффект электролюминесценции, как правило используемый в полупроводниковой электронике и газоразрядных лампах [2].

6. Возбуждение радиоактивными излучениями, в результате чего возникает эффект радиолюминесценции.

7. Процессы переноса энергии электронного возбуждения между оптическими центрами свечения, в результате чего возникает эффект сенсibilизованной люминесценции.

Также различают сонолюминесценцию, которая заключается в излучении импульсного типа электромагнитных волн видимого диапазона света в результате лопания жидкого пузыря, предварительно сформированного с применением ультразвуковых волн, и биолюминесценцию, которая заключается в способности живых организмов к излучению электромагнитных волн видимого диапазона света из-за наличия в биологической структуре некоторых люминесцентных материалов.

Из отмеченных типов люминесцентного излучения наибольшей востребованностью обладает радиолюминесценция, поскольку применение данного вида излучения является наиболее эффективным излучением при сепарации алмазов в процессе их добычи.

Таким образом, в ходе данного исследования были изучены основные типы люминесцентного излучения, а также выделен наиболее востребованный из обозначенных (востребованность обусловлена алмазодобывающей промышленностью).

Литература

1. Ощепков, А.Ю. Физика полупроводников: Учебник. 4-е изд., стер. / А.Ю. Ощепков. - СПб.: Лань П, 2020. - 400 с.
2. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы; Лань - Москва, 2019. - 480 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНКЛИНОМЕТРОВ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Инклинометр, также известный как клинометр, представляет собой измерительный прибор, используемый для определения угла или наклона объекта или поверхности относительно горизонтальной плоскости. Обычно он состоит из корпуса или рамки, взвешенного или сбалансированного индикатора и градуированной шкалы или цифрового дисплея.

Датчики наклона могут использоваться в различных приложениях, таких как мониторинг тангажа и крена судна или самолета, измерение угла наклона при строительстве или топографической съемке, мониторинг наклона бурового оборудования при разведке нефти и газа и измерение наклона солнечных панелей для оптимального производства энергии.

Существует несколько типов датчиков наклона или инклинометров, включая маятниковые и гравитационные приборы, электронные датчики, использующие акселерометры или гироскопы, а также пузырьковые или спиртовые уровни. Они могут обладать различной чувствительностью и точностью, а некоторые могут быть оснащены дополнительными функциями, такими как регистрация данных и беспроводное подключение.

Магнитометрические инклинометры — это датчики наклона, которые используют измерения магнитного поля для определения ориентации объекта относительно магнитного поля Земли. На метрологические характеристики магнитометрических инклинометров может влиять ряд естественных факторов, которые могут повлиять на точность и надежность их измерений. Некоторыми из этих факторов являются:

Магнитное поле Земли не является постоянным и может изменяться как по силе, так и по направлению. Это может повлиять на точность магнитометрических инклинометров, поскольку они полагаются на измерения магнитного поля для определения угла наклона.

Магнитные помехи от других источников могут повлиять на точность измерений магнитометрических инклинометров. Эти помехи могут исходить от находящихся поблизости магнитных материалов, таких как сталь или железо, а также от других электронных устройств, генерирующих электромагнитные поля.

Изменения температуры могут повлиять на метрологические характеристики магнитометрических инклинометров, в частности на их чувствительность и дрейф. Высокие температуры могут вызвать тепловой дрейф, который может привести к ошибкам измерения.

Высокий уровень влажности может привести к образованию конденсата на датчике, что может повлиять на его производительность и точность.

Вибрации и удары могут повлиять на калибровку магнитометрических инклинометров и привести к ошибкам измерения.

Чтобы повысить точность и надежность магнитометрических инклинометров, важно проводить исследования и анализ этих природных факторов и разрабатывать стратегии по смягчению их воздействия. Это может включать использование методов компенсации температуры и влажности, экранирование датчика от магнитных помех и проектирование датчика таким образом, чтобы он был менее восприимчив к вибрации и ударам. Кроме того, регулярная калибровка и техническое обслуживание датчика могут помочь обеспечить его точность с течением времени [1].

Инклинометры используются в различных областях применения в микроэлектронике, где измерение малых углов или наклонов имеет решающее значение для достижения точной и надежной работы. Вот некоторые примеры применения инклинометров в микроэлектронике:

Выравнивание пластин: инклинометры используются для измерения угла наклона кремниевых пластин в процессе производства. Это важно для обеспечения правильного выравнивания пластины во время литографии, которая является ключевым этапом в производстве микроэлектронных устройств.

Определение положения: инклинометры могут использоваться в качестве датчика положения в устройствах микроэлектромеханических систем (MEMS). Например, они могут быть использованы для определения положения микрозеркала в проекторе с цифровой обработкой света (DLP), где угол наклона зеркала определяет положение пикселя на экране [2].

Измерение угловой скорости: инклинометры могут использоваться для измерения угловой скорости микроэлектронных устройств, таких как гироскопы или акселерометры. Эти устройства используют эффект Кориолиса для обнаружения изменений в ориентации или ускорении объекта, которые могут быть измерены с помощью инклинометра.

Тестирование MEMS: инклинометры могут использоваться для измерения угла наклона устройств MEMS во время тестирования и калибровки. Это важно для обеспечения того, чтобы устройство работало должным образом и соответствовало его техническим характеристикам.

Упаковка и сборка: инклинометры могут использоваться для обеспечения правильного выравнивания и позиционирования компонентов во время упаковки и сборки микроэлектронных устройств. Это важно для достижения надежной и последовательной работы устройства.

Инклинометры являются универсальным инструментом, который может использоваться в различных областях микроэлектроники, где измерение малых углов или наклонов имеет решающее значение для достижения точной и надежной работы.

Но инклинометры обычно не классифицируются на основе используемых алгоритмов. Инклинометры обычно классифицируются в зависимости от метода их работы или физического принципа, используемого для измерения угла или наклона.

Двумя основными категориями инклинометров являются:

1. Инклинометры на основе маятника — это инклинометры используют силу тяжести, действующую на маятник или груз, для измерения угла или наклона. Инклинометры на основе маятника можно дополнительно разделить на две подкатегории: механические и оптические. Механические маятниковые инклинометры используют физический индикатор, такой как пузырьковый или спиртовой уровень, для измерения угла, в то время как оптические маятниковые инклинометры используют свет и оптику для измерения угла [3].

2. Электронные инклинометры — это инклинометры, которые используют электронные датчики, такие как акселерометры или гироскопы, для измерения угла или наклона. Электронные инклинометры можно дополнительно разделить на две подкатегории: аналоговые и цифровые. Аналоговые электронные инклинометры обеспечивают непрерывный выходной сигнал, в то время как цифровые электронные инклинометры обеспечивают дискретный выходной сигнал.

Важно отметить, что в каждой категории существует множество разновидностей инклинометров, и классификация инклинометров может зависеть от различных факторов, таких как чувствительность, точность, разрешающая способность и условия эксплуатации.

Электролитический инклинометр — это тип инклинометра, который использует принцип электролитического определения наклона для измерения угла или наклона поверхности. В микроэлектронике электролитические инклинометры могут использоваться для измерения угла наклона кремниевой пластины в процессе производства или для определения положения микрзеркала в DLP-проекторе.

Принцип работы электролитического инклинометра предполагает использование электролита, который представляет собой проводящую жидкость или гель, и двух электродов, погруженных в электролит. Два электрода обычно изготавливаются из благородного металла, такого как золото или платина, который устойчив к коррозии и окислению.

Когда инклинометр ориентирован под углом, уровень электролита в электродах изменяется, вызывая разницу в электрическом потенциале между электродами. Эта разность потенциалов может быть измерена и использована для определения угла или наклона поверхности.

Чувствительность и точность электролитического инклинометра зависят от нескольких факторов, включая свойства электролита, форму и размер электродов, а также конструкцию измерительной схемы. Свойства электролита, такие как его проводимость и вязкость, могут влиять на время отклика и стабильность работы инклинометра. Форма и размер электродов могут влиять на чувствительность и линейность инклинометра, а также на его устойчивость к внешним факторам, таким как температура и вибрация. Конструкция измерительной схемы также может повлиять на точность и разрешающую способность инклинометра, а также на его совместимость с другими электронными системами.

В целом, электролитические инклинометры предлагают простое и экономичное решение для измерения малых углов или наклонов в микроэлектронике. Однако на их точность и надежность могут влиять различные факторы, и их производительность, возможно, потребуется откалибровать и проверить для обеспечения последовательных и точных результатов.

Интегрированная измерительная инклинометрическая система — это тип инклинометра, который сочетает в себе множество датчиков и методов измерения для обеспечения точных и надежных измерений угла или наклона. Система обычно состоит из блока датчиков, блока сбора данных и блока управления.

Блок датчиков — это компонент системы, который измеряет угол или наклон. Он может включать в себя несколько датчиков, таких как акселерометры, гироскопы и магнитометры, для обеспечения избыточности и повышения точности. Блок датчиков может также включать датчики температуры и влажности для компенсации факторов окружающей среды, которые могут повлиять на результаты измерений.

Блок сбора данных отвечает за обработку сигналов от сенсорного блока и преобразование их в цифровые данные, которые могут быть использованы блоком управления. Блок сбора данных может также выполнять фильтрацию, усиление и калибровку сигналов для повышения их точности и надежности.

Блок управления — это компонент системы, который использует цифровые данные от блока сбора данных для определения угла или наклона. Он может включать алгоритмы и программное обеспечение для обработки данных и выполнения объединения данных, которое объединяет измерения с нескольких датчиков для повышения точности и надежности результатов. Блок управления может также обеспечивать обратную связь с пользователем или другими системами на основе измерений.

Таким образом, интегрированные измерительные инклинометрические системы обычно используются в приложениях, где точное измерение угла или наклона имеет решающее значение, например, в гражданском строительстве и геотехническом мониторинге. Эти системы могут обеспечивать мониторинг и управление в режиме реального времени, позволяя на ранней стадии выявлять проблемы и своевременно вмешиваться для предотвращения повреждений или несчастных случаев.

Список литературы:

1. Антоненков Д. А. Особенности применения микроэлектронных компасов в сложных навигационных системах // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2019. – Т. 62. – №. 12. – С. 1087-1091.
2. Таланов С. Б. Развитие технологии беспроводных сенсорных сетей с использованием интеллектуальных датчиков // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. – 2019. – С. 218-223.
3. Афанасьев А. С., Матюхин Д. В. Реалии современного пути развития военной радиоэлектроники // Вооружение и экономика. – 2021. – №. 3. – С. 35-44.

*М.С. Ващенко, студ.; И.С. Грищенко, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

BLUETOOTH КОЛОНКА С ФУНКЦИЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕСТАМИ

Без музыки тяжело представить свою жизнь большинству людей на Земле. Это тот самый вид искусства, который подойдёт под любое настроение и находится в свободном доступе для каждого. Поэтому большую популярность стали приобретать устройства воспроизведения музыкальных произведений, всё больше людей начинают приобретать домашние акустические системы и станции. Разнообразие таких устройств по размеру, форме и качеству звука велико, поэтому было принято решение разработать устройство, отличающееся по функционалу от известных наличием дополнительной функции – управлению жестами.

В основу проекта «Bluetooth колонка с функцией управления жестами» положены датчик распознавания жестов *GY-PAJ7620*[1] и плата *Arduino Nano*[2]. Он несёт развлекательно-практический характер и создан как для получения навыков и опыта в программировании (в частности, написании скетча для работы датчика), пайке, так и в создании корпуса готового изделия. Проект показан на рисунке 1.



Рисунок 7 – Bluetooth колонка с функцией управления жестами

Устройство, представляющее собой музыкальный проигрыватель с переносным корпусом, реагирует на жесты при помощи датчика, расположенного сверху.

Корпус собран из нескольких ПВХ-труб (тройника, переходника и заглушек), что обеспечивает легкость и устойчивость устройства.

Внутри него располагаются все электронные блоки устройства (кроме датчика распознавания жестов):

- плата *Arduino nano*,
- многофункциональный аудио модуль *BT201*,
- зарядная плата *Micro USB 18650*,
- звуковоспроизводящий модуль *JQ6500*,
- *DC-DC* усилитель напряжения *5 В*,
- соединительные провода,
- батарея на *3,3 В*,
- динамики *10 Вт*.

Перед сборкой корпуса была собрана и протестирована электронная часть устройства. Функциональная схема показана на рисунке 2.

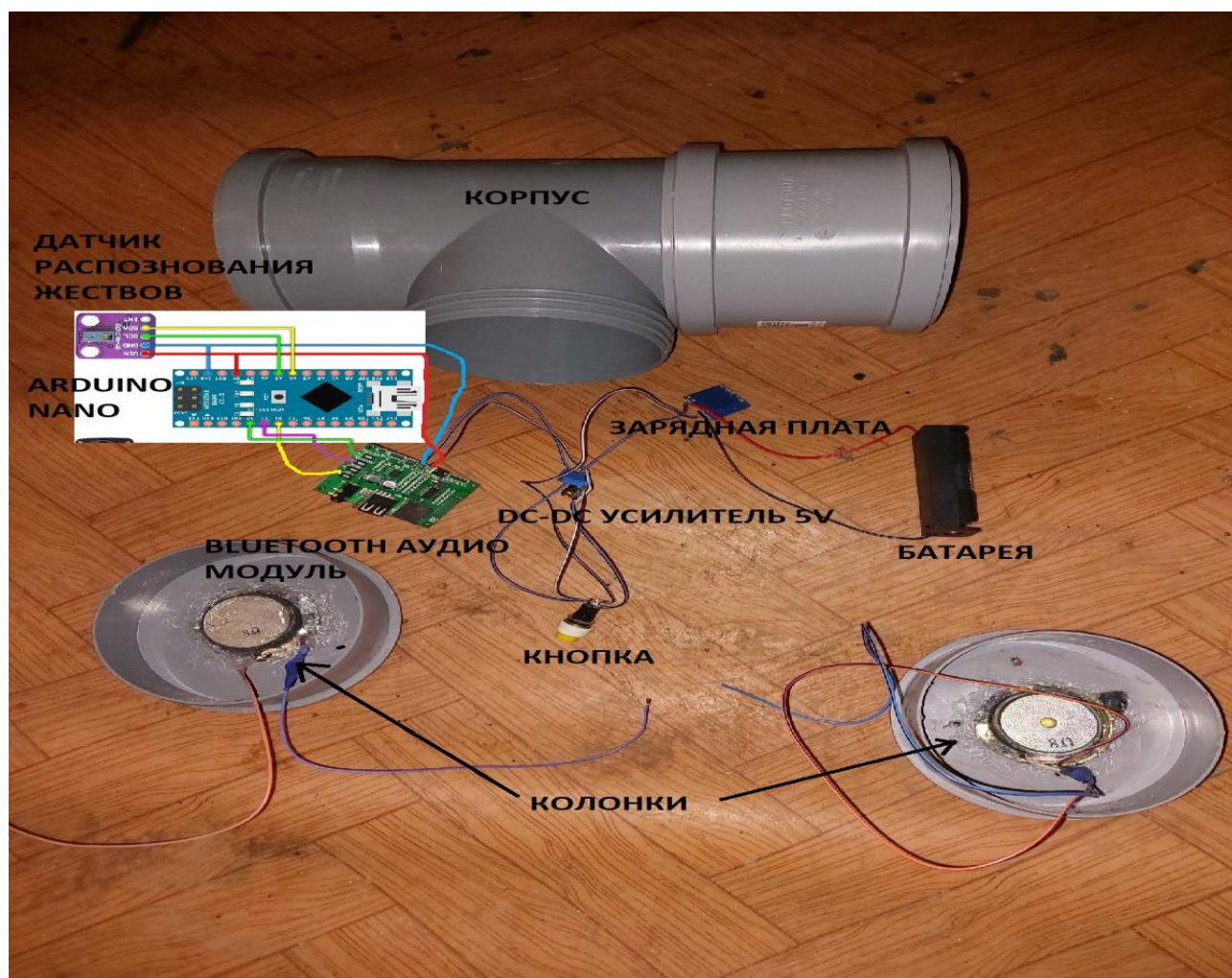


Рисунок 8 – Функциональная схема устройства

К плате *Arduino* подключены провода управления датчиком распознавания жестов приёмный и передающий сигнальные провода звуковоспроизводящего модуля. При включении питания ток через *DC-DC* усилитель поступает на звуковую плату. После подачи звукового сигнала с смартфона, подключённого через *Bluetooth*, на плату, сигнал через соединительные провода поступает на динамики, играет музыка.

Дальнейшее управление осуществляется двумя способами:

Управление через смартфон осуществляется в музыкальном плеере смартфона. Сигнал с телефона через *Bluetooth*-канал поступает на звуковую плату, где он обрабатывается и осуществляет переключение, остановку музыки, увеличение или уменьшение громкости звука.

Второй способ управления осуществляется при помощи жестов. Взмахи рукой влево и вправо считываются при помощи датчика жестов и обрабатываются на плате *Arduino Nano*, после чего сигнал поступает на звуковую плату и осуществляет управление музыкой и её громкостью.

Bluetooth колонка с функцией управления жестами экспонировалась на роботоконкурсе, проводившемся на кафедре «Электроника и микропроцессорная техника» ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске.

Дальнейшее развитие проекта может осуществляться добавлением в него светодиодной цветомузыки при помощи *RGB*-подсветки и микрофона, замены старых динамиков и батареи на более мощные для увеличения качества звука и продолжительности его работы.

Литература

1 *Datasheet Arduino Nano* [Электронный ресурс] .URL: http://arduino-kid.ru/arduino_nano_datasheet (дата обращения: 02.03.2023).

2 *Datasheet PAJ7620* [Электронный ресурс] .URL: <https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=PAJ7620&sField=2> (дата обращения: 02.03.2023).

А.С. Войцицкий, студ.; В.В. Бакушев, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц. (филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ НИЖНЕГО ПОЛИВА КОННЫХ ПОЛЕЙ

Чтобы в процессе тренировок и непосредственно в соревнованиях по конкуру лошадь идеально слушалась своего наездника во время преодоления препятствий, необходимо, прежде всего, создать условия для исключения возможности получения ею травм, одним из которых являются требования к качеству конного поля:

- поверхность грунта не должна продавливаться копытами лошади на глубину более 6 см,

- должна быть обеспечена достаточная величина коэффициента сцепления поверхности копыта лошади с поверхностью конного поля, исключающая возможность скольжения при отталкивании и приземлении,

- должна быть обеспечена требуемая эластичность грунта конного поля, исключающая возможность возникновения критических нагрузок на суставы ног лошадей.

Одной из технологий устройства конных полей, позволяющей выполнить эти требования, является так называемое «конное поле с системой нижнего полива», в котором грунта можно контролировать с точностью 1 ÷ 2 мм.

Принцип работы системы нижнего полива приливно-отливного действия основан на искусственном переувлажнении опорно-дренирующего слоя грунта

конного поля за счет разветвленной сети (в случае нехватки влаги), так и ее слив (в случае избытка влаги) показан на рисунке 1.

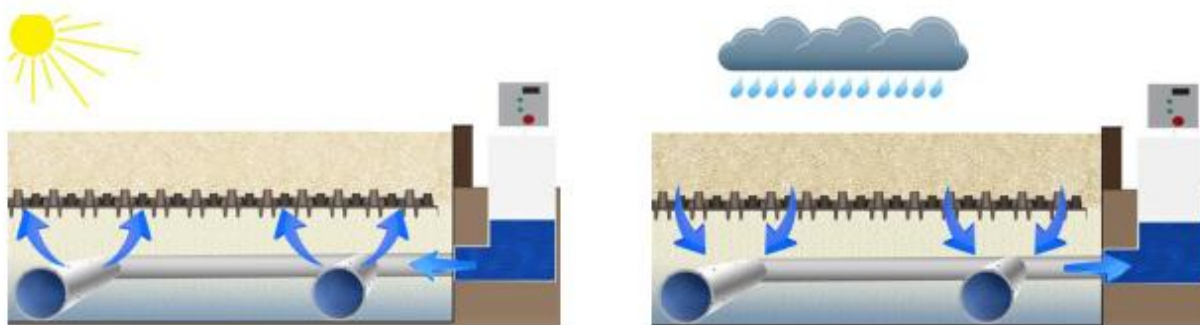


Рисунок 1 – Принцип работы системы нижнего полива приливно-отливного действия

Вода из переувлажненного слоя под воздействием капиллярных сил поднимается по мелким порам в верхний рабочий слой, при этом создавая одинаковую влажность и плотность грунта по всей поверхности площади поля.

Плотность рабочего слоя регулируется путем изменения уровня воды в дренажных трубах на основе автоматической системы, обеспечивающей поддержание влажности еврогрунта в стабильном состоянии по заданным параметрам независимо от погодных условий.

Основу автоматической системы составляет (рисунок 2) модуль системы управления нижним поливом, питающийся от однофазной сети переменного 230 В, к которому подключены электроклапан, насос мощностью 2,2 кВт и аналоговый датчик уровня, внешний вид которого показан на рисунке 3.

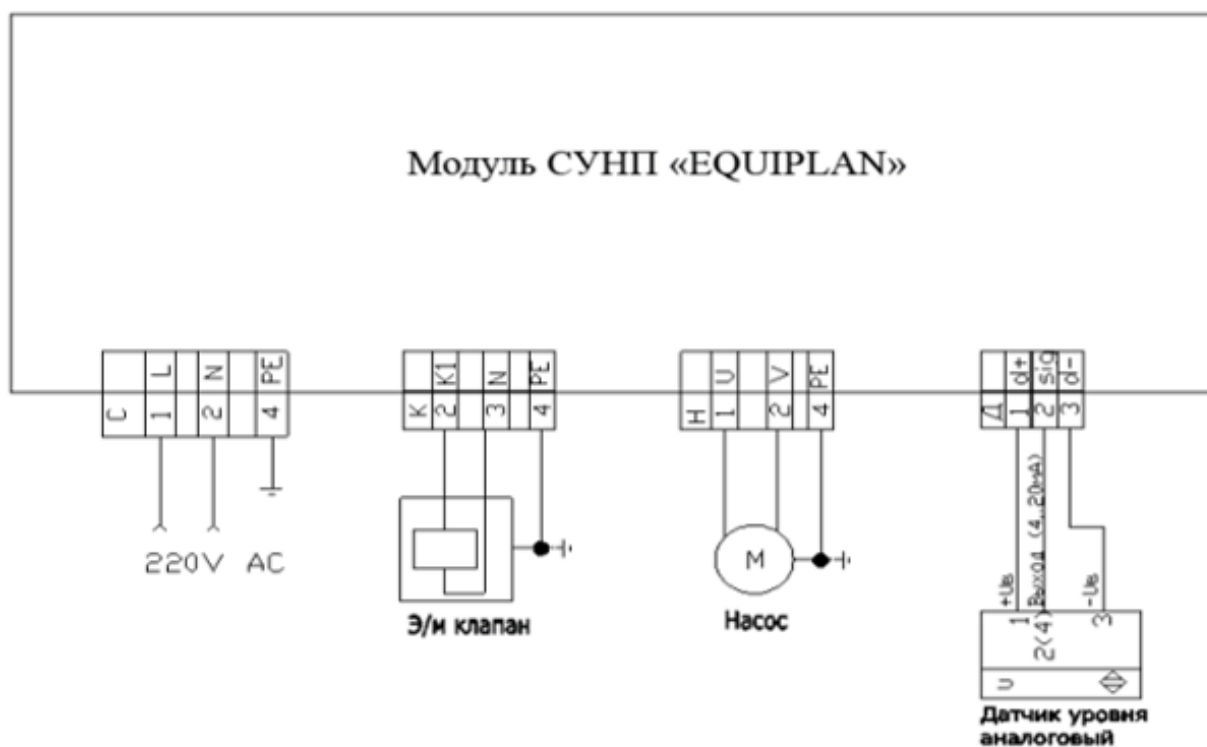


Рисунок 2 – Схема подключения модуля системы управления нижним поливом



Рисунок 3 – Внешний вид датчика уровня воды системы управления нижним поливом

За корректность функционирования автоматической системы отвечает блок управления, в который помимо модуля системы управления нижним поливом устанавливается сенсорная панель управления и индикации, на которой отображается вся информация по уровню воды в грунте конного поля, а также кнопки необходимых настроек (рисунок 4).

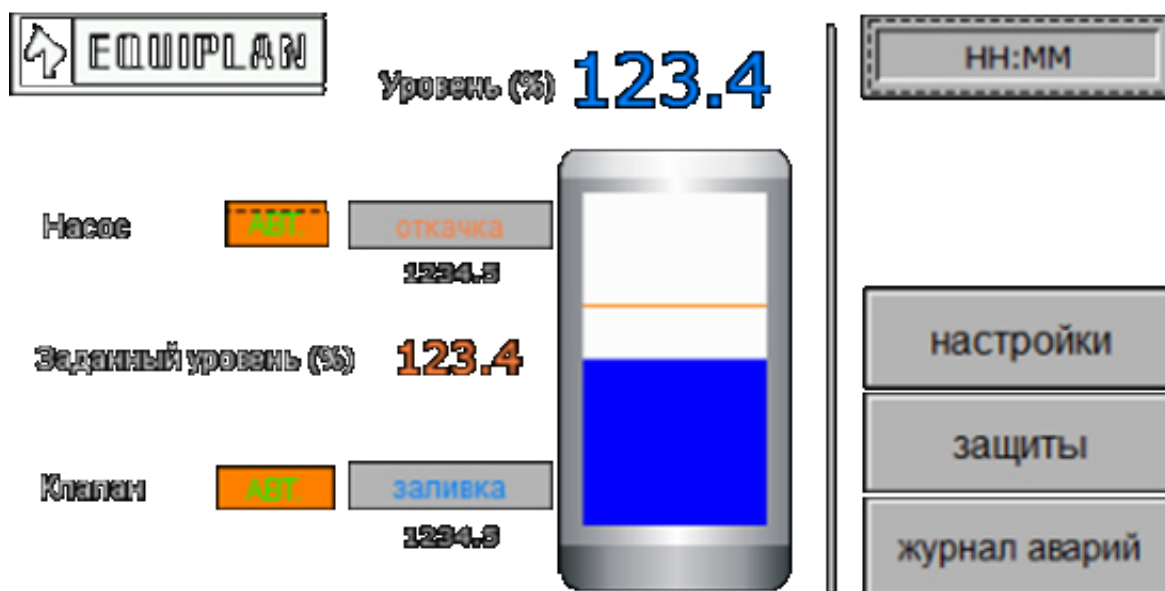


Рисунок 4 – Вид интерфейса сенсорной панели управления и индикации

В основе принципа действия системы нижнего полива лежит свойство двух сообщающихся сосудов, одним из которых является емкость с водой вне поля и эквивалентная емкость поля с уложенными внутри грунта дренажными трубами с капиллярами (рисунок 5).

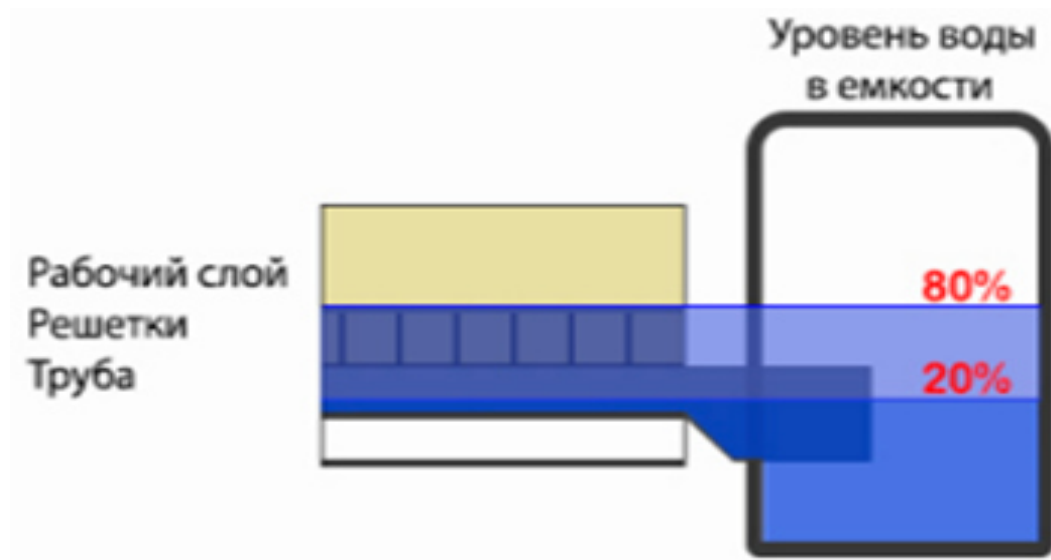


Рисунок 5 – Принципа действия системы нижнего полива

В системе управления нижнего полива за подачу воды отвечает электромагнитный клапан, а за отвод избыточной воды отвечает насос. Уровень воды в поле (емкости) контролирует датчик, значение которого отображается на дисплее в процентах.

Величина 1 % в заданном уровне (в зависимости от типа датчика) может соответствовать уровню влаги $1 \div 3$ мм.

В модуле системы управления нижним поливом предусмотрены защищенные режимы функционирования, обеспечивающие плавность работы системы, так как в случае возникновения колебания воды в емкости будет провоцироваться непрерывное поочередное включение электромагнитного клапана и насоса (рисунок 6).



Рисунок 6 – Вид интерфейса сенсорной панели управления и индикации в режиме защиты

Управление системой нижнего полива конных полей очень прост в эксплуатации, и любой человек может обучиться работе с ним, а тренерам, спортсменам и наездникам остается только установить уровень воды в поле, чтобы добиться оптимальной плотности грунта:

- чем ниже уровень воды, тем грунт более рыхлый,
- чем выше уровень воды, тем грунт более плотный.

Литература

- 1 Компания «EQUIPLAN»; Инструкция по эксплуатации EQUIPLAN: пособие / «EQUIPLAN»; МГУКИ. – Москва, 2010. – 1-7 с./ www.equiplan.ru
- 2 Компания «EQUIPLAN»; Расширенная инструкция по эксплуатации еврогрунта для конных полей с системой нижнего полива приливно-отливного действия: пособие / «EQUIPLAN»; МГУКИ. – Москва, 2010. – 4-12 с./ www.equiplan.ru
- 3 Компания «EQUIPLAN»; Руководство пользователя / паспорт изделия EQUIPLAN / «EQUIPLAN»; МГУКИ. – Москва, 2010. – 4-12 с./ www.equiplan.ru

*В.Р. Гафуров, студ.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ МАТРИЧНОГО ФОТОПРИЕМНИКА НОВОГО ТИПА

Цифровые системы захвата изображений являются неотъемлемой частью современных технологий визуализации и анализа изображений. Способность этих систем воспроизводить цвета с высокой точностью является критически важной для многих приложений, включая медицину, биологию и фотографию. Одним из ключевых факторов, влияющих на цветовую разрешающую способность цифровой системы, является выбор метода интерполяции.

Функции интерполяции цвета описывают, как цветовая информация рассчитывается для пикселей, которые не были захвачены непосредственно. Они могут быть использованы для восстановления изображений с высокой точностью при масштабировании, повороте и других преобразованиях. Эти функции могут быть описаны также, как и оптическая передаточная функция или функция передачи модуляции, которые описывают, как система передает информацию о форме и размере объектов [1,2].

Выбор метода интерполяции может значительно повлиять на итоговую цветовую разрешающую способность цифровой системы. Некоторые методы, такие как билинейная интерполяция, могут привести к потере цветовой информации и искажению цвета, особенно при повышении разрешения. Другие методы, такие как кубическая интерполяция, могут сохранить больше цветовой информации и дать более точный результат [3].

Цель данного исследования заключается в определении функции распределения цветов при интерполировании многослойных шаблонов. Для этого использовался алгоритм поиска функций модуляции передачи, позволяющий определить функцию распределения цветов с помощью метода интерполирования по «ближнему соседу». В рамках данного исследования были получены функции распределения цвета для стандартного шаблона Байера и разработанного многослойного шаблона с одинаковыми параметрами ячеек и расположением их в шахматном порядке.

В последние годы многослойные матричные фотоприемники получили все большее внимание благодаря своим уникальным свойствам и возможностям. Многослойные фотоприемники могут быть изготовлены с использованием различных материалов и технологий, что позволяет достичь высокой чувствительности к свету, улучшенного разрешения, более широкого спектра детектирования и других преимуществ.

Разработанный шаблон обладает сбалансированным распределением цветов, благодаря расположению на всей поверхности матрицы одинакового количества цветов и ИК-спектра, работающих в близком диапазоне спектров. Кроме того, технологическое исполнение шаблона соответствует требованиям, что делает его более эффективным [4].

Для шаблона были определены функции распределения цвета при интерполяции методом «ближайшего соседа» для каждой ячейки по четырем пикселям с координатами (i, j) , $(i+1, j)$. В данном случае, известна составляющая IR для каждой ячейки, а B и G подлежат вычислению. Выходной сигнал для элемента приемника излучения с координатами (i, j) был рассчитан на основе полученных функций распределения.

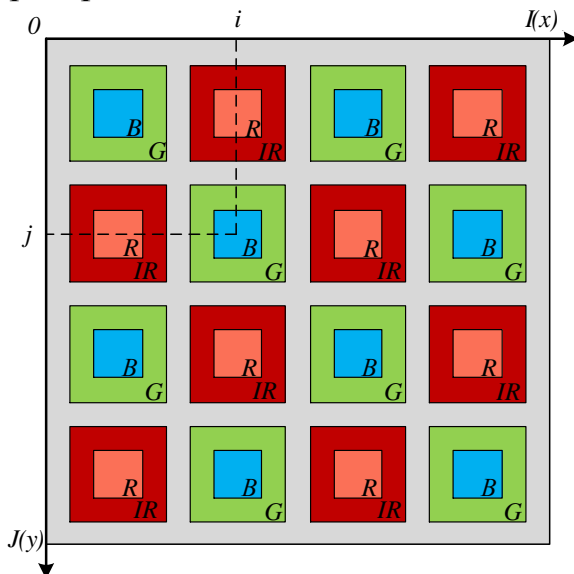


Рисунок 1 – Шаблон матричного фотоприемника

Выходной сигнал для элемента приемника излучения с координатами (i, j) :

$$R'(i; j) = R(i; j) ;$$

$$G'(i; j) = \frac{1}{4} [G(i-1; j) + G(i+1; j) + G(i; j-1) + G(i; j+1)] ;$$

$$B'(i; j) = \frac{1}{4} [B(i-1; j) + B(i+1; j) + B(i; j-1) + B(i; j+1)] ;$$

$$IR'(i; j) = IR(i; j) .$$

В результате для ячейки с координатами $(i+1, j)$ будет получен следующий выходной сигнал:

$$R'(i+1; j) = \frac{1}{4} [R(i; j) + R(i+1; j-1) + R(i+1; j+1) + R(i+2; j)] ;$$

$$G(i+1; j) = G(i+1; j);$$

$$B(i+1; j) = B(i+1; j);$$

$$IR(i+1; j) = \frac{1}{4} IR(i; j) + IR(i+1; j-1) + IR(i+1; j+1) + IR(i+2; j) .$$

Для определения оптических передаточных функций примем, что изображения однородны и при интерполяции создается изображение, каждый элемент которого является результатом интерполяции. Переход от такого искусственного изображения к изображению, полученному как результат интерполяции, в пространственно-частотной области описывается оптической передаточной функцией, которую в данном случае опишем сдвигами сигнала по элементам приемника излучения [2].

ОПФ для компонентов примут вид:

$$W_{i+1; j+1}^R(\Omega_x; \Omega_y) = 1;$$

$$W_{i; j}^G(\Omega_x; \Omega_y) = \frac{1}{4} \left[e^{-i(p_x \Omega_x)} + e^{i(p_x \Omega_x)} + e^{-i(p_y \Omega_y)} + e^{i(p_y \Omega_y)} \right] = \frac{1}{2} \left[\cos(p_x \Omega_x) + \cos(p_y \Omega_y) \right];$$

$$W_{i; j}^B(\Omega_x; \Omega_y) = \frac{1}{4} \left[e^{-i(p_x \Omega_x)} + e^{i(p_x \Omega_x)} + e^{-i(p_y \Omega_y)} + e^{i(p_y \Omega_y)} \right] = \frac{1}{2} \left[\cos(p_x \Omega_x) + \cos(p_y \Omega_y) \right];$$

$$W_{i+1; j+1}^{IR}(\Omega_x; \Omega_y) = 1.$$

ОПФ для компонентов примут вид:

$$W_{i+1; j}^R(\Omega_x; \Omega_y) = \frac{1}{4} \left[e^{-i(p_x \Omega_x)} + e^{-i(p_y \Omega_y)} + e^{i(p_y \Omega_y)} + e^{i(p_x \Omega_x)} \right] = \frac{1}{2} \left[\cos(p_x \Omega_x) + \cos(p_y \Omega_y) \right];$$

$$W_{i; j+1}^G(\Omega_x; \Omega_y) = 1;$$

$$W_{i; j+1}^B(\Omega_x; \Omega_y) = 1.$$

$$W_{i+1; j}^{IR}(\Omega_x; \Omega_y) = \frac{1}{4} \left[e^{-i(p_x \Omega_x)} + e^{-i(p_y \Omega_y)} + e^{i(p_y \Omega_y)} + e^{i(p_x \Omega_x)} \right] = \frac{1}{2} \left[\cos(p_x \Omega_x) + \cos(p_y \Omega_y) \right]$$

Теперь для нахождения одномерных функций распределения цвета примем среднее значение оптических передаточных функций каждого основного цвета. Таким образом, для *шаблона-1* будут получены следующие выражения:

$$T_{RGB+IR}^R(N) = T_{RGB+IR}^G(N) = T_{RGB+IR}^B(N) = T_{RGB+IR}^{IR}(N) = 0,5 + 0,5 \cos(2\pi pN),$$

где $T_{RGB+IR}^R(N)$ – ФРЦ интерполяции компоненты R ; $T_{RGB+IR}^G(N)$ – ФРЦ интерполяции компоненты G ; $T_{RGB+IR}^B(N)$ – ФРЦ интерполяции компоненты B ; $T_{RGB+IR}^{IR}(N)$ – ФРЦ интерполяции компоненты IR ; N – пространственная частота, мм^{-1} .

При использовании разработанных шаблонов в шахматном порядке для интерполяции цвета методом «ближайшего соседа» было получено улучшение показателей на 50% по сравнению со шаблоном Байера. Однако следует отметить, что использование других порядков шаблона может привести к снижению качества изображения, включая уменьшение ФРЦ. В некоторых случаях это может быть желательно, чтобы устранить эффект муара при регистрации изображений с большим количеством диагональных линий.

Результаты данного исследования представляют интерес для специалистов в области цифровой техники, матричных фотоприемников и обработки изображений. Полученные результаты могут помочь улучшить качество изображений, что имеет практическое применение в многих областях, включая фотографию, медицинскую диагностику, видеонаблюдение и другие.

Литература:

1. Сорока Н.И., Кривинченко Г.А. Телемеханика. Из-во Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники: Минск: 2005. - 126с. - М.: Связь, 1971.-324 с.
2. Тихонычев В.В., Данилин А.А. Влияние интерполяции цвета на пространственно-частотные свойства матричного приемника оптического излучения [Электронный ресурс] // Исследовано в России: электронный журнал, 2009. (URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2009/101.pdf>) (дата обращения: 16.02.2023)
3. Franco A., Riesen Ya., Despeisse M., Wyrsh N. High Spatial Resolution of Thin-Film-on-ASIC Particle Detectors // IEEE Transactions on Nuclear Science 59(5):2614-2621. Oct. 2012.
4. Парвулюсов Ю.Б., Жбанова В.Л. Анализ влияния интерполяции цвета на пространственно-частотные свойства матричного фотоприемника // Геодезия и аэрофотосъемка. 2016. № 3. С. 135-140.

*В.Р. Гафуров, студ., Ш.Ш. Равианова, студ.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ХРОМАТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ПО ФОН КРИСУ

Цель настоящего исследования заключается в изучении хроматической адаптации, процесса, который позволяет глазу адаптироваться к различным условиям освещения. Хроматическая адаптация основана на изменении свойств фотопигмента глаза в зависимости от окружающей среды и важна для правильного восприятия цвета.

Одним из наиболее известных моделей хроматической адаптации является аддитивная модель фон Криса, согласно которой, наш глаз способен адаптироваться к различным условиям освещенности, чтобы сохранить возможность различения цветовых оттенков в широком диапазоне условий. Этот процесс адаптации происходит за счет изменения чувствительности фоторецепторов нашего глаза к различным длинам волн света. Однако несмотря на то, что данная модель широко используется в исследованиях хроматической адаптации, ее точность и реалистичность до сих пор остаются предметом дискуссии [1, 2].

В данном исследовании проведен эксперимент, чтобы проверить точность и эффективность данной модели в различных условиях освещения. В качестве объекта исследования использовались 14 контрольных образцов Международной комиссии по освещению (МКО) [3]. Которые были преобразованы от стандартного источника излучения МКО типа А к излучателям D50, D55 и D75 типов. Количественная оценка производится в равноконтрастной системе CIELAB с цветовым различием ΔE , принятым в 1994 г.

Согласно теории хроматической адаптации фон Криса, предсказание цвета объекта достигается путем независимого масштабирования выходного значения каждого датчика с помощью отношения выходного сигнала к входному в цветовом пространстве XYZ. Выходное изображение получается путем умножения входного изображения и диагональной матрицы отношением [4]:

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & \gamma \end{bmatrix} M \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где матрица [M] и коэффициенты α , β и γ используются для правильного преобразования цветовых значений исходного источника освещения к желаемому.

$$\alpha = L_d/L_s, \quad \beta = M_d/M_s, \quad \gamma = S_d/S_s, \quad (2)$$

где L_d , M_d , S_d и L_s , M_s , S_s – два сигнала конуса, соответствующие целевым и исходным белым точкам.

Однако, если вычислить матрицу пересчета, используя цветовые координаты исходного X , Y , Z и желаемого X' , Y' , Z' источников, то можно преобразовывать координаты источника излучения в координаты другого излучателя, применив формулу [1, 3]:

$$\begin{bmatrix} X' & Y' & Z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & Y & Z \end{bmatrix} \times M. \quad (3)$$

Матрица пересчета [M] при переходе от стандартного источника A к источникам D50, D55 и D75¹ типов, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} M_{A \rightarrow D_{50}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9531871 & -0.1809896 & 0.2757725 \\ -0.0198804 & 1.0204129 & 0.0040065 \\ 0.0000000 & 0.0000000 & 2.3189827 \end{bmatrix}; \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} M_{A \rightarrow D_{55}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9477017 & -0.2021983 & 0.3315105 \\ -0.0222101 & 1.0228052 & 0.0044754 \\ 0.0000000 & 0.0000000 & 2.5895462 \end{bmatrix}; \quad (5)$$

$$\begin{bmatrix} M_{A \rightarrow D_{75}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9336695 & -0.2564537 & 0.5073423 \\ -0.0281696 & 1.0289253 & 0.0056737 \\ 0.0000000 & 0.0000000 & 3.4463397 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Одним из методов определения цветовых искажений является использование равноконтрастной системы CIELAB, которая широко используется в научной и инженерной областях.

Система CIELAB была разработана Международной комиссией по освещению (CIE) в 1976 году и предназначена для описания цветовых явлений в человеческом восприятии. Она основана на модели цветового пространства, которая учитывает не только цветовую яркость, но и цветовой тон и насыщенность.

Для нахождения цветовых искажений с помощью системы CIELAB необходимо выполнить следующие шаги [3]:

1. Полученные координаты цвета в системе XYZ необходимо преобразовать в систему CIELAB по уравнениям (7-9). Эти координаты представляются в виде трех компонент: L^* (яркость), a^* (красно-зеленый цветовой тон) и b^* (синие-желтый цветовой тон).

$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16; \quad (7)$$

¹ http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn_ChromAdapt.html

$$a^* = 500 \left[X/X_0^{1/3} - Y/Y_0^{1/3} \right]; \quad (8)$$

$$b^* = 500 \left[Y/Y_0^{1/3} - Z/Z_0^{1/3} \right], \quad (9)$$

где X_0, Y_0, Z_0 – цветовые координаты белого света.

Для оценки величины искажений цвета используется формула ΔE , которая учитывает разницу между координатами CIELAB исходного и стандартного цветов, а также чувствительность человеческого зрения к этим различиям.

$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C}{K_C S_C} \right)^2 \left(\frac{\Delta H}{K_H S_H} \right)^2}, \quad (10)$$

где $\Delta L, \Delta C$ и ΔH – различия в светлоте, цветности и оттенке, K_L, K_C и K_H – параметрические коэффициенты, а S_L, S_C и S_H – весовые функции для компонентов светлоты, цветности и оттенка, соответственно. R_T – это функция вращения, предусмотренная для улучшения работы формулы цветоразличения при подгонке хроматических различий в синей области цветового пространства [4]. Обратите внимание, что параметрические коэффициенты были разработаны для различных приложений, например, для формул CIEDE2000 и CIE94 $K_L = K_C = K_H = 1$ для образцов с гладкой поверхностью, таких как краска и пластик, а $K_L = 2$ и $K_C = K_H = 1$ для текстильных образцов.

Таким образом, были рассчитаны координаты цвета по модели фон Криса, а также приведена количественная оценка цветовых искажений по формулам, указанным выше. Результаты расчетов занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты пересчета по модели фон Криса

Коор. Цвета	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Малонасыщенные						Насыщенные					Прочие		
	Теория преобразования от А к D ₅₀													
L^*	0, 3	-7, 5	-7, 0	-7, 3	-7, 9	-8, 4	-8, 5	-8, 3	-8, 2	-7, 1	-7, 2	-9,5	-7, 7	-7, 2
a^*	0, 2	0,3	-2, 0	-3, 6	-2, 0	-0, 4	1,7	2,6	8,4	0,2	3	-5, -0,7	1,2	-1, 9
b^*	0, 1	3,2	5,0	1,7	-1, 0	-2, 9	-2, 3	-1, 2	4,3	6,5	1,5	-7,1	1,9	3,7
	Практика преобразования от А к D ₅₀													
L^*	0, 3	-7, 3	-6, 9	-7, 3	-8, 1	-8, 7	-8, 6	-8, 4	-7, 9	-6, 9	-7, 4	-10, 3	-7, 6	-7, 1
a^*	0, 1	-0, 6	-2, 9	-3, 1	-1, 0	1,0	2,1	2,3	5,9	-1, 4	-3, 9	3,9	0,3	-2, 7
b^*	0, 3,7	3,7	5,5	2,0	-1, -3,	-3, -2,	-2, -1,	-1, 4,0	4,0	7,3	1,1	-8,7	2,2	4,0

	2				3	6	9	7						
ΔE_{1994}	0, 1	0,9	0,9	0,5	0,9	1,5	0,6	0,6	1,8	1,5	1,2	4,4	0,9	0,7
	Теория преобразования от А к D ₅₅													
L^*	0, 3	-7, 5	-7, 1	-7, 4	-8, 0	-8, 6	-8, 6	-8, 4	-8, 2	-7, 1	-7, 3	-9,6	-7, 8	-7, 2
a^*	0, 2	0,2	-2, 2	-3, 6	-1, 9	-0, 3	1,8	2,6	8,3	0,0	3	-0,4	1,1	-2, 0
b^*	0, 1	3,2	5,1	1,8	-0, 9	-2, 8	-2, 3	-1, 2	4,1	6,5	1,6	-6,7	1,8	3,7
	Практика преобразования от А к D ₅₅													
L^*	0, 3	-7, 3	-6, 9	-7, 4	-8, 2	-8, 8	-8, 7	-8, 5	-8, 0	-6, 9	-7, 5	-10, 5	-7, 6	-7, 1
a^*	0, 1	-0, 7	-3, 2	-3, 2	-0, 9	1,2	2,2	2,4	5,8	-1, 6	-4, 0	4,5	0,2	-2, 9
b^*	0, 2	3,7	5,5	2,0	-1, 3	-3, 5	-2, 9	-1, 7	4,0	7,3	1,1	-8,5	2,2	4,0
ΔE_{1994}	0, 1	1,0	1,0	0,4	1,0	1,6	0,6	0,5	1,9	1,6	1,2	4,6	0,9	0,8
	Теория преобразования от А к D ₇₅													
L^*	0, 3	-7, 7	-7, 2	-7, 6	-8, 3	-8, 9	-9, 0	-8, 7	-8, 3	-7, 2	-7, 5	-9,9	-8, 0	-7, 4
a^*	0, 2	-0, 1	-2, 5	-3, 7	-1, 6	0,1	2,0	2,6	7,9	-0, 5	-5, 3	0,5	0,8	-2, 2
b^*	0, 1	3,2	5,1	1,9	-0, 8	-2, 5	-2, 3	-1, 3	3,7	6,5	1,8	-5,8	1,7	3,7
	Практика преобразования от А к D ₇₅													
L^*	0, 3	-7, 5	-7, 0	-7, 6	-8, 5	-9, 2	-9, 1	-8, 8	-8, 1	-6, 9	-7, 8	-10, 9	-7, 8	-7, 3
a^*	0, 1	-1, 2	-3, 9	-3, 4	-0, 7	1,8	2,6	2,5	5,4	-2, 4	-4, 0	6,0	-0, 1	-3, 4
b^*	0, 1	3,6	5,5	1,9	-1, 2	-3, 3	-2, 7	-1, 6	3,9	7,3	1,0	-7,8	2,1	4,0

ΔE_{1994}	0,1	1,1	1,2	0,3	1,0	1,8	0,7	0,3	2,0	1,8	1,2	5,1	1,0	1,1
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Исследование хроматической адаптации по модели фон Криса было проведено путем измерения ΔE_{1994} для трех категорий цветов: малонасыщенных, насыщенных и прочих. Результаты исследования показали, что значения ΔE_{1994} различаются в зависимости от типа преобразования (от А к D_{50} , D_{55} или D_{75}) и категории цветов.

Для малонасыщенных цветов значения цветового различия оставались на грани допустимого значения для всех трех типов преобразования, с наименьшим значением для преобразования для №1 (0,1). Наибольшее значение ΔE_{1994} для малонасыщенных цветов было зарегистрировано у образцов под №6.

Для насыщенных цветов значения цветового искажения были значительно выше, чем для малонасыщенных цветов, с наибольшим значением для прочих цветов при преобразовании от А к D_{75} (5,1).

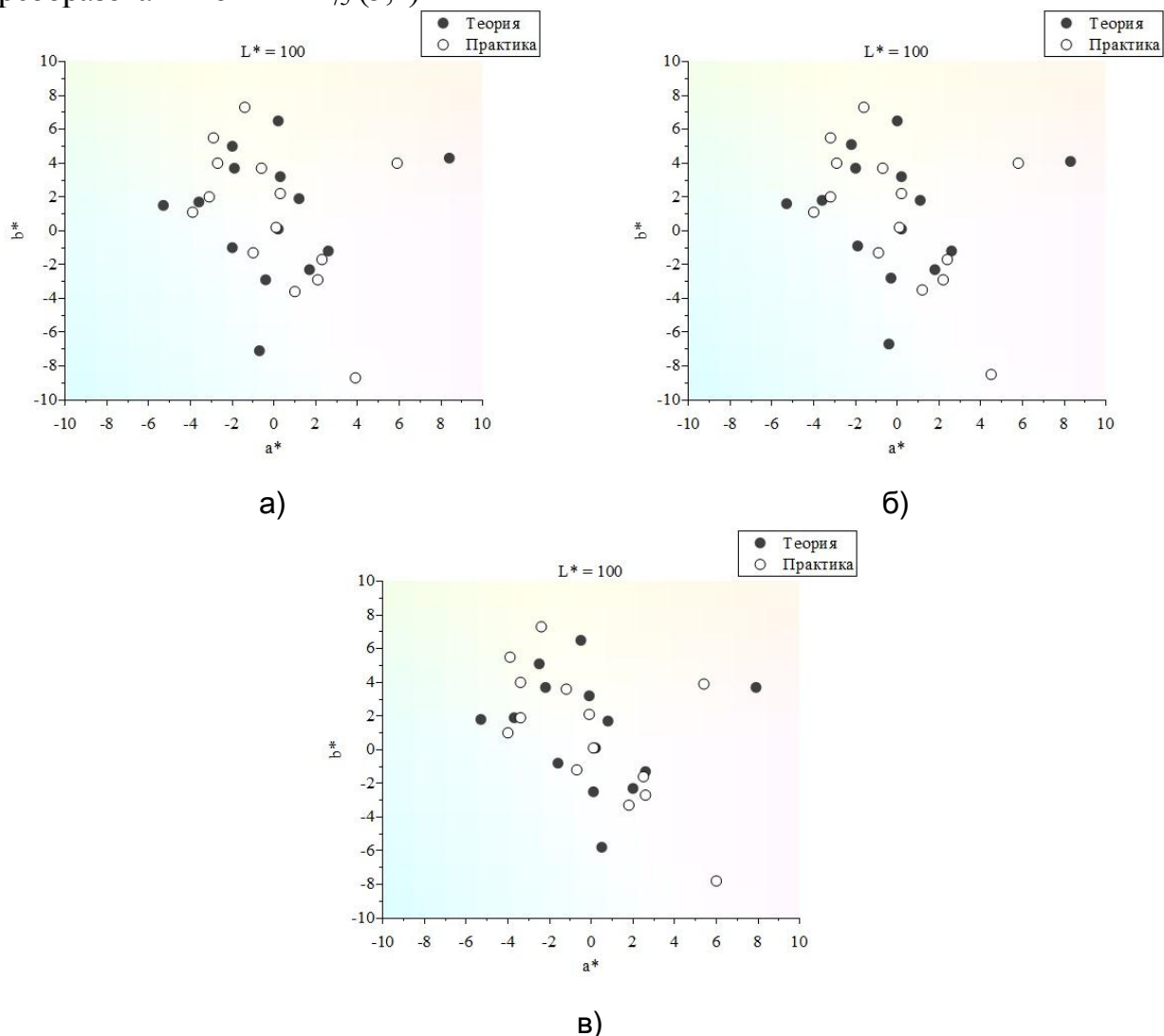


Рисунок 1 – Координаты цветности в системе CIEXYZ относительно источников: а – типа D_{50} ; б – типа D_{55} ; в - типа D_{75}

В целом, результаты исследования указывают на то, что хроматическая адаптация может привести к заметным изменениям в цветовой гамме изображения, особенно для насыщенных цветов и при использовании более

сильных преобразований (от А к D₇₅). Для получения более качественных и достоверных результатов стоит избегать хроматического преобразования, и получать их экспериментальным способом или используя интегральные значения спектральных характеристик объектов.

Литература

1. Домасев М., Гнатюк С. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. – СПб.: Питер. – 2009. – 224 с.
2. Кирилловский В.К. Современные оптические исследования и измерения: учеб. пособие. – СПб.: изд. «Лань». – 2010. – 304 с.
3. Мешков В.В., Матвеев А.Б. Основы светотехники: учеб. пособие для вузов в 2-х ч. Ч. 2. Физиологическая оптика и колориметрия. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат. – 1989. – 432 с.
4. . Süssstrunk S, Holm J, Finlayson GD. Chromatic adaptation performance of different RGB sensors. IS&T/SPIE Electronic Imaging 2001. 4300 p.: il.

*В.Р. Гафуров, студент.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ФОТОКАМЕР С ПОМОЩЬЮ КОЛОРИМЕТРА

В последние десятилетия цифровые камеры стали все более популярными в различных областях, от профессиональной фотографии до повседневной жизни. Каждый производитель стремится предложить лучшие камеры на рынке, что порождает необходимость в сравнительном анализе камер. Одним из методов сравнения является использование цифрового колориметра. Цифровой колориметр позволяет измерить цветовые характеристики изображения, такие как цветовую гамму, яркость и насыщенность.

В данной научной статье проводится сравнение двух цифровых камер – *Canon EOS 650D* и *Sony Alpha SLT-A35* – с помощью разработанного цифрового колориметра, описанного в предыдущей работе [1].

Для обеспечения эквивалентности эталонных цветов и одинакового расстояния между ними были разработаны цветовые мишени на основе каталога RAL. В качестве регистрирующих устройств использовались цифровые камеры Canon и Sony. Перед проведением измерений были отключены все возможные цифровые фильтры, такие как коррекция и сглаживание для обеспечения достоверности результатов. А также цветовая подстройка:

1. Отключен автофокус;
2. Включена стабилизация;
3. Автоматический брекинг экспозиции = 0;
4. Баланс белого = 0;
5. Сдвиг баланса белого = 0/±0;
6. ISO = 12800.

Полученные данные анализировались с помощью программы на языке C# (рис. 1). Снятые координаты цвета R, G, B в выбранной области на снимках преобразовывались в колориметрическую систему XYZ, а далее в равноконтрастную систему для определения цветовых отличий.

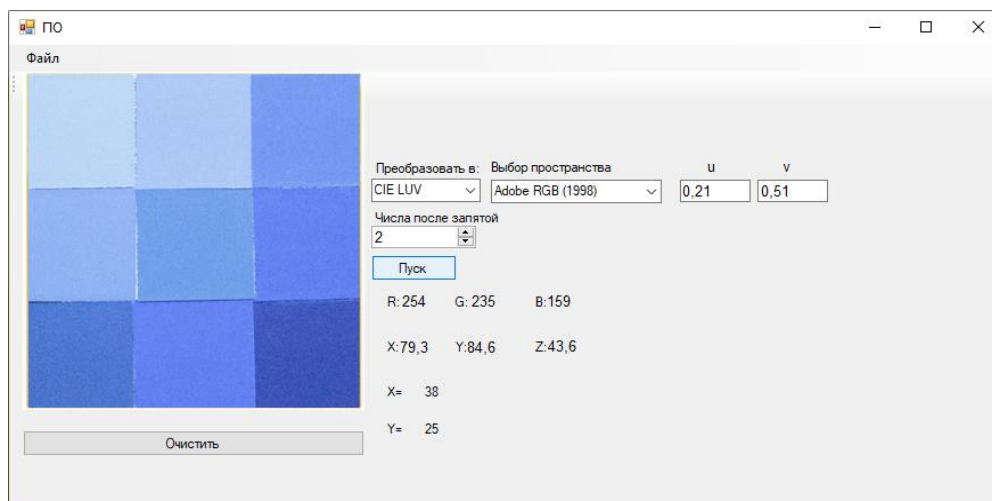


Рисунок 1 –Рабочее окно программы в среде С#

Таблица 1 представляет результаты измерения в системе XYZ для двух цветowych мишеней в зеленых и синих оттенках.

Таблица 1 – Координаты XYZ для желтой и зеленой цветовой мишени

Коорд. цвета	Мишень					
	Canon EOS 650D					
	Зеленая			Синяя		
X	73,949	60,881	34,193	74,185	64,257	33,71
Y	85,093	71,345	47,762	81,239	72,478	41,805
Z	67,287	44,307	51,446	92,323	89,884	72,782
X	43,549	28,012	14,837	64,539	42,518	26,974
Y	57,946	46,173	22,348	66,907	49,603	31,469
Z	53,074	41,807	32,163	71,193	56,175	59,758
X	36,776	22,467	33,402	29,618	28,639	6,365
Y	45,958	34,818	45,591	34,83	33,796	6,668
Z	42,666	16,599	24,678	41,969	65,806	10,412
	Sony Alpha SLT-A35					
	Зеленая			Синяя		
	X	62,578	60,42	35,832	81,868	62,606
Y	82,568	76,666	54,317	87,911	69,837	50,766
Z	35,963	34,884	53,895	105,117	99,126	103,86
X	30,835	39,283	30,43	57,578	21,82	31,681
Y	49,233	63,252	45,612	60,751	26,348	34,031
Z	33,775	52,623	60,736	73,291	35,721	77,597
X	31,169	13,079	15,616	19,853	20,315	5,529
Y	43,596	26,588	26,262	23,133	21,578	5,254
Z	33,114	3,815	6,502	32,188	55,604	10,745

После регистрации изображения и снятия координат цвета, были определены координаты цветностей u , v для цветовой равноконтрастной диаграммы МКО 1960 года (табл. 2). Для расчета разности цветности Δ_e между измеренными и теоретическими данными были использованы формулы, утвержденные Международной комиссией по освещению (МКО). Формула для расчета разности цветности Δ_e в системе МКО 1960 [2, 3]:

$$u = \frac{4X}{X+15Y+3Z}, v = \frac{6Y}{X+15Y+3Z}, \quad (1)$$

$$\Delta e = \sqrt{(\Delta u)^2 + (\Delta v)^2} = \sqrt{(u_2 - u_1)^2 + (v_2 - v_1)^2}, \quad (2)$$

Таблица 2 – Результаты определения координат цветности для зеленой и синей цветовой мишени

Цифровая камера <i>Canon EOS 650D</i>						
Коорд. цветности	По каждой ячейке зеленой мишени			Изменение цветности, Δe 1960 г.		
u	0,190565	0,192665	0,151136	0,051116	0,053267	0,007274
	0,162502	0,13244	0,132905			
	0,172224	0,151157	0,168846	0,028059	0,018873	0,043488
v	0,328924	0,338669	0,316668	0,038125	0,003161	0,030316
	0,324336	0,327457	0,300278			
	0,322835	0,351381	0,345691			

Продолжение таблицы 2

Коорд. цветности	По каждой ячейке синей мишени			Изменение цветности, Δe 1960 г.		
u	0,189038	0,180868	0,153379	0,053055	0,088917	0,021273
	0,201413	0,178069	0,159072			
	0,174744	0,156284	0,185001	0,096919	0,044783	0,012046
v	0,310519	0,306013	0,285316	0,080113	0,028316	0,042078
	0,313205	0,311613	0,278371			
	0,308241	0,27664	0,290711			

Цифровая камера *Sony Alpha SLT-A35*

Коорд. цветности	По каждой ячейке зеленой мишени			Изменение цветности, Δe 1960 г.		
u	0,177654	0,183778	0,14159	0,034084	0,0433	0,007338
	0,141663	0,137122	0,135724			
	0,158934	0,123578	0,145586	0,023689	0,016504	0,038844
v	0,351606	0,34979	0,321951	0,025032	0,035874	0,005861
	0,339282	0,331182	0,305159			
	0,333451	0,376828	0,367256			
Коорд. цветности	По каждой ячейке синей мишени			Изменение цветности, Δe 1960 г.		
u	0,190847	0,177916	0,146921	0,050491	0,080125	0,014052
	0,193749	0,1665	0,163528			
	0,171364	0,159085	0,189716	0,087739	0,031724	0,006291
v	0,307402	0,297698	0,273429	0,070813	0,006346	0,034757
	0,306638	0,301578	0,263487			
	0,299513	0,253463	0,270421			

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

1. Обе камеры (*Canon* и *Sony*) показали достаточно близкие значения Δe при съемке зеленой и синей мишеней. Изменения цветности, рассчитанные для каждого оттенка синего и зеленого, достаточно велики. Это показывает, что обе камеры передают цвета с большой погрешностью. Для зеленой мишени в обеих камерах значения Δe 1960 г. находятся в диапазоне показателя превышения цветового порога (0,0054) от 4 до 16 раз, а для синей мишени – от 9 до 29 раз. Таким образом, можно сделать вывод, что камера *Sony* передает цвета более точно, чем камера *Canon*.

2. В зеленой области $\Delta\epsilon$ находятся в среднем на уровне 0,05, в то время как в синей области значения могут достигать 0,1 и более. Это может указывать на то, что камеры менее точно передают синие цвета, чем зеленые. В целом, результаты показывают, что обе камеры имеют свои особенности в передаче цветов, и применение каждой из них может привести к разным результатам. При выборе камеры для конкретного проекта следует учитывать не только ее разрешение и функциональные возможности, но и возможность точно регистрировать цвета.

Литература:

5. Жбанова В.Л., Гафуров В.Р. Структура фотоколориметра // Энергетика, информатика, инновации – 2021. Сб. трудов X-ой Нац. науч.-техн. конф. с межд. уч. В 3 т. Т 1. 2021. 426 с. 424-427.

6. Мешков, В.В., Матвеев А.Б. Основы светотехники: Учеб. пособие для вузов: В 2-х ч. Ч. 2. Физиологическая оптика и колориметрия. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1989. 432 с.

7. Домасев М., Гнатюк С. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. – СПб.: Питер. – 2009. – 224 с.

*С.Н. Глинков, маг.; рук. М.А. Амелина, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБМЕНА С ДАТЧИКАМИ DS18B20 ПО ПРОТОКОЛУ 1-WIRE НА ПЛИС

Протокол *1-Wire* разработан компанией *Dallas Semiconductor* в 1990-х годах и сейчас активно используется как протокол для обмена с различными устройствами: домофонные чипы, карточки доступа, АЦП, ЦАП, часы реального времени и многими другими. Также этот протокол используется при обмене с датчиками *DS18B20*, которые являются достаточно популярным устройством для измерения температуры. Обмен данными происходит по одной линии, что является преимуществом данного протокола, однако сам обмен является достаточно низкоскоростным.

Обмен по протоколу *1-Wire* является асинхронным полудуплексным. Устройства, подключённые к линии обмена, делятся на ведущего и ведомых. Ведущее устройство всегда одно, и оно иницирует отправку команд, а ведущие устройства отвечают на эти команды, при этом ведущих устройств на линии может быть достаточно много.

На физическом уровне линия устроена на основе схемы с открытым коллектором, чем реализуется принцип «монтажного И», когда логический ноль на линии наблюдается только в случае, если какое-либо устройство (или ведущий, или ведомые) перевело линию в состояние логического нуля.

Для ПЛИС обмен по полудуплексному протоколу означает, что её вывод, соединённый с линией обмена, будет являться двунаправленным (*inout*). Разработаем алгоритм обмена, обеспечивающий получение ПЛИС температур, измеренных несколькими датчиками *DS18B20*, подключённых к одной линии. В этом случае ПЛИС будет являться ведущим устройством, а датчики – ведомыми.

Описание работы ПЛИС удобно представлять в виде графа переходов цифрового автомата. На основании описания протокола *1-Wire* создадим алгоритм обмена с датчиками *DS18B20* и опишем его в виде графа переходов (рис.1).

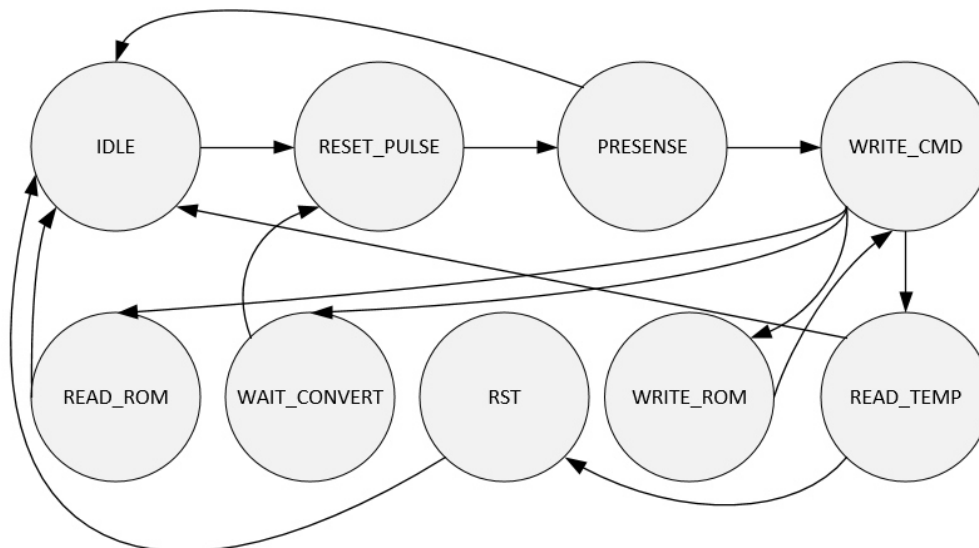


Рисунок 1 – Граф переходов цифрового автомата, реализованного на ПЛИС

Начальным состоянием для автомата является состояние *idle*, в котором обмен на линии отсутствует в течение определённого времени, после чего автомат переходит в состояние *reset_pulse*.

В состоянии *reset_pulse* ведущее устройство, то есть ПЛИС, генерирует на линии импульс сброса длиной не менее 480 мкс, вследствие чего все ведомые устройства, распознающие импульс, входят в режим сброса. После окончания генерации импульса сброса автомат переходит в состояние *presense*.

В состоянии *presense* ПЛИС ожидает обнаружить на линии ответный импульс присутствия от ведомых, который должен быть ими сгенерирован после обнаружения от ведущего импульса сброса. В случае если импульс присутствия оказывается не обнаружен, это означает, что на линии отсутствуют подключенные устройства, поэтому автомат должен перейти в состояние *idle* для последующей генерации импульса сброса и попытки обнаружить подключённые устройства вновь. Если же ответный импульс присутствия оказывается обнаруженным, автомат переходит в состояние *write_cmd*.

В состоянии *write_cmd* автомат оказывается на нескольких этапах опроса датчиков. В этом состоянии ПЛИС генерирует запрос различных команд.

На первом этапе производится запись *ROM*-кодов датчиков, подключённых к линии, по определённому алгоритму. В ответ на команду поиска *ROM*-кодов (*Search Rom*, код *0xF0*), отправленную в состоянии *write_cmd*, датчики отправляют на линию значение каждого бита своего *ROM*-кода, сначала прямого значения, а затем инвертированного. Эти значения считываются в ПЛИС в состоянии автомата *read_rom*, после чего автомат переходит в состояние *idle*. Этот этап записи *ROM*-кодов продолжается до тех пор, пока не будут определены *ROM*-коды всех устройств, подключённых к линии.

После идентификации *ROM*-кодов всех датчиков, находящихся на линии, начинается следующий этап опроса, на котором в состоянии автомата *write_cmd* отправляется команда выбора устройства (*Match Rom*, код *0x55*), во время которой отправляется один из считанных ранее *ROM*-кодов в состоянии

автомата *write_rom*. После этого то устройство, чей *ROM*-код был отправлен, остаётся активным, а все остальные перестают отвечать на команды до следующего импульса сброса. В состоянии *write_cmd* отправляется команда об измерении температуры (*Convert T*, код *0x44*), после чего активный датчик начинает процесс измерения и преобразования температуры, а автомат переходит в состояние *wait_convert*, во время которого периодически опрашивает датчик о готовности преобразования.

После получения сигнала о готовности преобразования температуры автомат переходит в состояние *reset_pulse*, а затем в состояние *write_cmd* через состояние *presense*. В состоянии *write_cmd* отправляется вновь отправляется команда выбора устройства, которое выполняло преобразование температуры. После этого в состоянии *write_rom* отправляется *ROM*-код этого датчика, затем автомат возвращается в состояние *write_rom*, в котором отправляется команда чтения памяти датчика (*Read Scratchpad*, код *0xBE*). После этого автомат переходит в состояние *read_temp*, в котором происходит чтение значения температуры, записанной в памяти датчика.

Цикл отправки команд об измерении температуры и её последующего чтения повторяется для всех датчиков, обнаруженных на линии. После того, как информация об измеренной температуре будет считана со всех датчиков, автомат переходит в состояние *rst*, в котором происходит очистка памяти, где хранились *ROM*-коды устройств, после чего автомат переходит в состояние *idle*, и процесс опроса датчиков начинается вновь с записи их *ROM*-кодов.

Таким образом, разработанный алгоритм позволяет реализовать считывание температур, измеренных несколькими датчиками *DS18B20*, подключённых к одной линии, а также производить подключение и отключение датчиков прямо во время работы ПЛИС, так как поиск устройств на линии происходит периодически.

Литература

1. Поляков А. К. Языки VHDL и Verilog в проектировании цифровой аппаратуры. – М.: «СОЛОН-Пресс», 2003. – 320 с.
2. Попов А.Ю. Проектирование цифровых устройств с использованием ПЛИС: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 80 с.
3. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/246/DOC004246203.pdf> (дата обращения 14.03.2023).

*П.Л. Гончаров, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ПОИСКА ПРОПАВШИХ ВЕЩЕЙ

Развитие нанoeлектроники и микропроцессорной техники позволило использовать в полезных устройствах и цифровых системах управления высокопроизводительные микросхемы, которые позволяют существенно снизить массогабаритные показатели конечной продукции за счет выполнения существенной части требуемых функций на одном кристалле. Одной из

наиболее часто применимых систем на кристалле является микроконтроллер [1], обладающих микропроцессором, набором интегрированных периферийных устройств и единой архитектурой (для каждого из семейства и серии). Линейки серийно выпускаемых микроконтроллеров от крупнейших разработчиков и производителей на рынках микросхем постоянно обновляются в сторону увеличения функциональных возможностей микросхем, что обусловило бы их применимость в как можно большем количестве полезных устройств и цифровых систем управления.

Одним из актуальных направлений разработки современных микропроцессорных устройств является разработка устройств обнаружения пропавших предметов. Актуальность данного направления подтверждается востребованностью конечных потребителей в данного вида продукции, поскольку потеря того или иного предмета в жилище является проблемой повсеместного характера. Особенно данная проблема актуальна в тот момент, когда потерянную вещь надо срочно найти (например, до времени выхода из жилища).

Предлагаемое техническое решение опирается во многом на «устройства обнаружения выключенных электронных устройств». Данный класс устройств основан на том эффекте, что под воздействием магнитного поля индуцируется электрическое поле и наоборот. То есть под воздействием электромагнитного поля (или «зондирующего поля») любое электронное устройство (даже находящееся в выключенном состоянии) будет тем или иным образом реагировать. При этом для каждого электронного устройства электромагнитные поля оказывают различное воздействие, в частности данный фактор имеет ярко выраженный характер при применении модулированных зондирующих полей [2]. В данном случае пассивное электронное устройство может излучить вторичную электромагнитную волну, которая даст вполне конкретное понимание того, какое устройство детектируется в данный момент. Для организации подобного рода устройств необходимы, как правило, хорошая антенна, чувствительный приёмник и мощное электронно-вычислительное устройство (например, высокопроизводительный ноутбук). Требования по производительности и мощности электронно-вычислительного устройства обусловлены тем, что зондирующие поля необходимо переключать в широком частотном диапазоне, а также по параметрам модулирования сигнала (для возможности обнаружения любых электронных устройств).

Предлагаемое техническое решение будет много проще рассмотренного и не потребует чрезмерных вычислительных способностей от устройства обработки данных благодаря тому, что будет использоваться пассивная радиометка (рисунок 1). То есть зондирующие поля будут использоваться во вполне конкретном частотном диапазоне и с одним видом модуляции. Кроме того, использование пассивных радиометок на вещах, которые предположительно теряются чаще всего (или поиск которых нежелателен в самый неподходящий момент), позволяет производить поиск предметов, не имеющих в своём составе электронной компонентной базы.

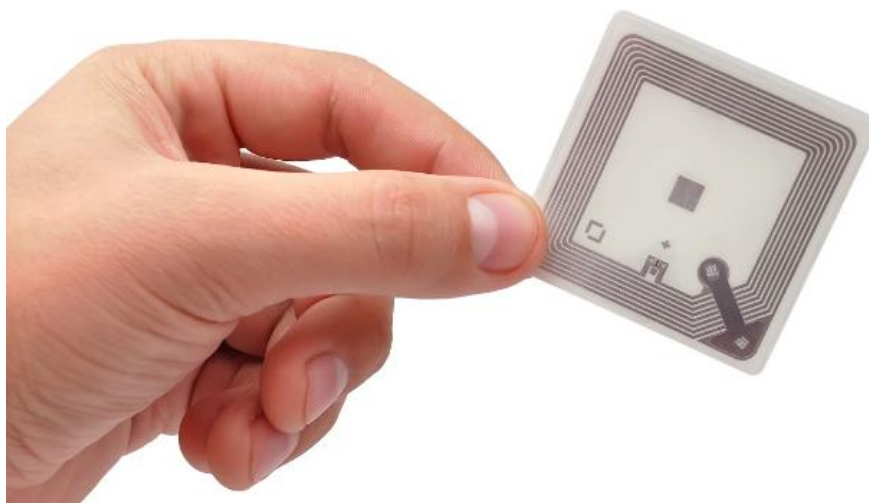


Рисунок 1 — Внешний вид пассивной радиометки

Структурная схема предлагаемого технического решения представлена на рисунке 2. Предполагается, что устройство поиска пропавших вещей будет портативным, то есть питание устройства будет автономное. Для экономии заряда батареи микроконтроллер (МК) будет большую часть времени находиться в спящем состоянии (режим энергосбережения). При нажатии на кнопку микроконтроллер переходит в активный режим поиска, который заключается в управлении передатчиками и приеме отраженных сигналов от радиометки. В устройстве используется два передатчика для того, чтобы устройство «понимало», в какую сторону необходимо отклонить устройство, чтобы усилить мощность отраженного от радиометки сигнала, и соответствующим образом сигнализировать об этом конечному потребителю посредством индикации на 4 разрядном семисегментном индикаторе.

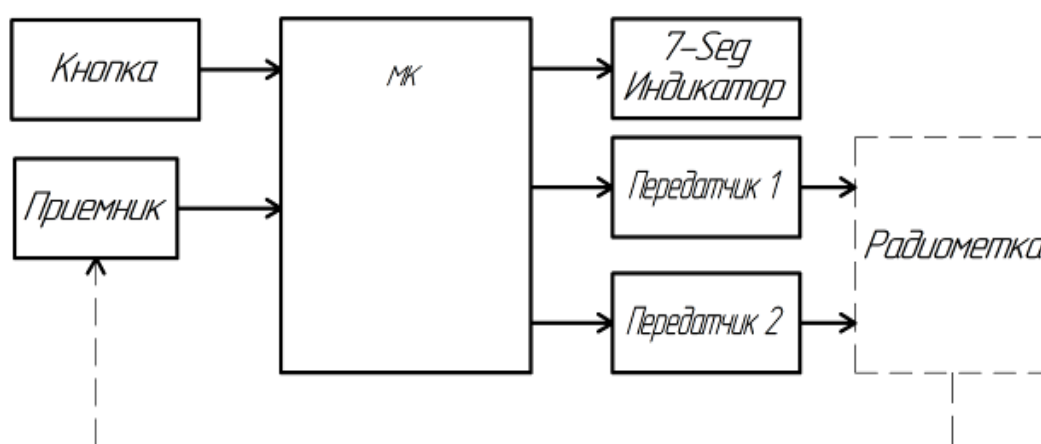


Рисунок 2 — Структурная схема устройства поиска пропавших вещей

Помимо направления отклонения устройства предлагаемое техническое решение будет указывать расстояние до обнаруживаемой вещи. Анализ расстояния до вещи будет производиться исходя из времени задержки между

излученным сигналом и отраженным. Поэтому для выполнения указанных функций в микроконтроллере необходимо наличие таких двух периферийных узлов, как аналого-цифровой преобразователь и счетный таймер.

Аналого-цифровой преобразователь будет выполнять функцию порогового устройства, а также анализировать уровень входного сигнала от приемника при работе каждого из передатчиков. Данный анализ фактически показывает то, на какой угол по азимуту необходимо отклонить устройство, чтобы сигнал был мощнее. При этом необходимое направление будет указываться на индикаторе. В свою очередь, отметки на индикаторе о необходимости осуществления отклонения направления устройства по азимуту пропадут при достижении равновесного состояния между уровнями принятого сигнала при работе первого и второго передатчиков. Таймер же необходим для измерения времени задержки между излученным сигналом и отраженным.

Таким образом, была разработана структурная схема предлагаемого в данном исследовании технического решения для поиска пропавших вещей. Принцип работы устройства основывается на отражении зондирующих полей с определенными частотными характеристиками и типом модуляции от пассивных радиометок (которые могут быть установлены на вещах, которые предположительно теряются чаще всего, или поиск которых нежелателен в самый неподходящий момент).

Литература

1. Мартин Т. Микроконтроллеры Atmega. Семейство микроконтроллеров AVR. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – 296 с.
2. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. — 528 с.

*А.Ю. Горошко, студ.; Д.А. Ковалева, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н, доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ОБЗОР УСТРОЙСТВ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОТОРЫХ ОСНОВАН НА ЯВЛЕНИИ ФОТОЭФФЕКТА

Многочисленные оптические явления непротиворечиво объясняли, исходя из представлений о волновой природе света. Однако в конце XIX – начале XX в. были открыты и изучены такие явления, как фотоэффект, рентгеновское излучение, эффект Комптона, излучение атомов и молекул, тепловое излучение и другие, объяснение которых с волновой точки зрения оказалось невозможным. Объяснение новых экспериментальных фактов было получено на основе корпускулярных представлений о природе света. Возникла парадоксальная ситуация, связанная с применением совершенно противоположных физических моделей волны и частицы для объяснения оптических явлений. В одних явлениях свет проявлял волновые свойства, в других – корпускулярные.

Среди разнообразных явлений, в которых проявляется воздействие света на вещество, важное место занимает фотоэлектрический эффект, то есть испускание электронов веществом под действием света. Анализ этого явления

привел к представлению о световых квантах и сыграл чрезвычайно важную роль в развитии современных теоретических представлений. Вместе с тем фотоэлектрический эффект используется в фотоэлементах получивших исключительно широкое применение в разнообразнейших областях науки и техники и обещающих еще более богатые перспективы.

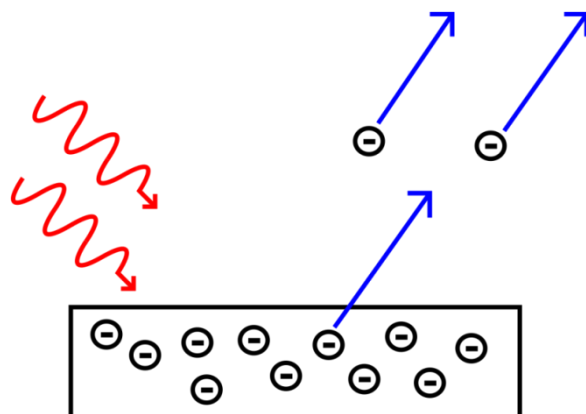


Рисунок 9 – Процесс испускания электронов с поверхности вещества под действием света

В исследуемой нами теме поднимается вопрос о фотоэффекте и устройствах, работа которых основана на нём. Актуальность поднимаемой нами темой заключается в широком применении фотоэлектрического эффекта в разнообразных областях науки и техники. Объектом данной работы являются электронные приборы, а предметом – фотоэффект. Целью статьи является обзор электронных устройств, принцип действия которых основан на фотоэффекте. Для достижения поставленной цели были поставлены соответствующие задачи: поиск информации о фотоэффекте и принципах его работы; отыскание сведений об электронных устройствах. Кроме поиска информации задачи включают в себя: описание специфики такого явления, как фотоэффект и его видов, а также обозначить область его применения на конкретных электронных приборах. В конечном итоге сделать вывод об использовании фотоэффекта в устройствах.

Существует несколько видов фотоэффекта: внутренний, внешний и вентильный. Внутренний фотоэффект основан на переходе электронов полупроводника или диэлектрика из одного состояния в другое без выхода из вещества, то есть осуществляется переход носителей заряда из валентной зоны в зону проводимости. Данный процесс показан на Рисунок 9. Таким образом, концентрация носителей заряда возрастает, следовательно, наблюдается фотопроводимость или электродвижущая сила.

Принцип действия вентильного фотоэффекта заключается в прямом преобразовании солнечной энергии в электрическую.

Внешний фотоэффект основан на эмиссии электронов поверхности вещества под действием света. В качестве вещества могут выступать металлы, полупроводник, диэлектрики.

Также можно выделить достоинства и недостатки в использовании фотоэффекта. Плюсы данного явления заключаются в безынерционной пропорциональности силы фототока интенсивности излучения. Минусы –

слабый ток, слабая чувствительность к длинноволновому излучению, хрупкость, сложность изготовления.

Первые устройства, принцип действия которых основан на внутреннем фотоэффекте, были изобретены в 1875 году. Технический прогресс не стоял на месте, со временем начало появляться множество таких устройств. На явлении фотоэффекта основаны приёмники излучения, называемые фотоэлементами. На Рисунок 10 показан принцип работы фотоэлемента. Он представляет собой стеклянную колбу. Её внутренняя часть – тонкий слой металла, который является катодом. Центр колбы состоит из проволочной петли, служащей анодом.

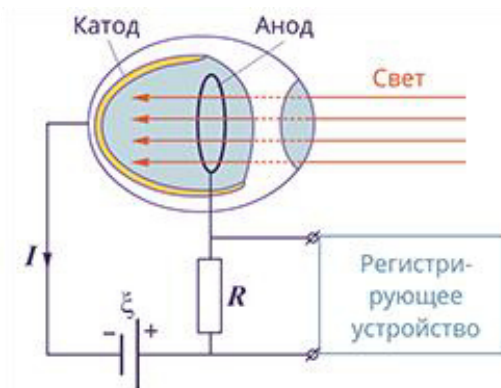


Рисунок 10 – Принцип работы фотоэлемента

Например, работа автоматических дверей связана с внешним фотоэффектом. Человек, стоящий около двери, закрывает свет, то есть на фотоэлемент перестают попадать частицы света, следовательно, начинает работать реле, которое открывает дверь.



Рисунок 11 – Фотоэлемент Ф-8

На Рисунок 11 представлен фотоэлемент Ф-8, который используется в реальных устройствах электроники, например, в радиоэлектронной аппаратуре.

Делая выводы, построенные на понятиях фотоэффекта и его видах, можно выделить достоинства и недостатки электронных устройств, принцип действия которых связан с фотоэлементами. Плюсами таких устройств, в которых используется фотоэлемент, основанный на аморфном кремнии, являются высокая производительность, связанная с низкой температурой осаждения (250-400°С), а также низкая стоимость плёнок - подложек. Минусом является деградация физических свойств элемента под действием солнечного излучения - эффект Штеблера - Вронского. Чтобы повысить стабильность свойств фотоэлементов в качестве полупроводника используют микрокристаллический или нанокристаллический кремний.

Таким образом, для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи: поиск информации, которая описывает работу фотоэффекта и его основные виды. Также был приведён пример электронного устройства такого, как автоматические двери. В ходе обзора фотоэлементов были выделены достоинства и недостатки в его использовании.

Литература

1. Опадчий Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника. Учебник для ВУЗов. М. 2000 г.

*Д.В. Градинар, студ., рук. В.А. Смолин, к.т.н.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА С ГОЛОСОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Роботы — это автоматизированные машины, способные выполнять функции человека при взаимодействии с окружающим миром. О них люди мечтали еще с древних времен, и именно сейчас, в наше время, подобные механизмы входят в наше общество с огромной скоростью. Основное их назначение — облегчить жизнь человека, сделать её более комфортной, улучшить условия труда, освободить «руки» от сложных рабочих процессов и увеличить производительность.

В основном, роботы встречаются в промышленности. Также их могут задействовать в военной отрасли, медицине, сферах обслуживания и быту. Это говорит о том, что в наше время роботы научились выполнять рутинные задачи, поставленные им человеком.

Примером такого помощника может стать обычный робот-пылесос (рисунок 1), который прекрасно справляется со своей задачей, катается по дому и следит за чистотой, и иногда может что-то сказать.



Рисунок 1 — Робот-пылесос

Ещё одним помощником по дому, с более сложным функционалом, может стать Яндекс Станция с голосовым помощником Алисой (рисунок 2). Она может управлять освещением в доме и электрическими приборами, для чего следует лишь дать ей соответствующую голосовую команду. Но, к сожалению, Алиса всегда находится внутри колонки, передавая команды другим электрическим приборам.

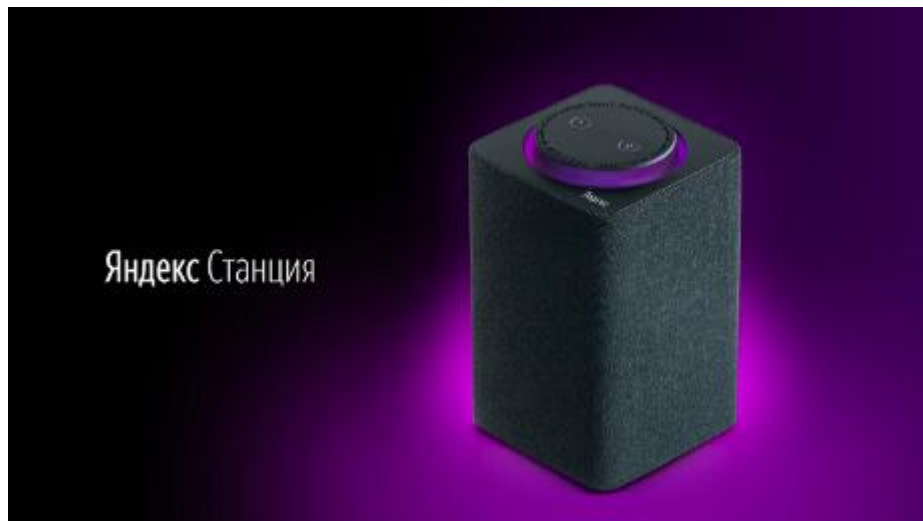


Рисунок 2 — Яндекс станция

Разрабатываемый робот, в отличие от Яндекс Алисы, создаёт эффект присутствия. Он способен самостоятельно передвигаться и выполнять различные команды — кататься по дому, брать различные предметы по команде и переносить их в другое место, общаться с пользователем и воспроизводить музыку.

Функциональная схема разработки приведена на рисунке 3.

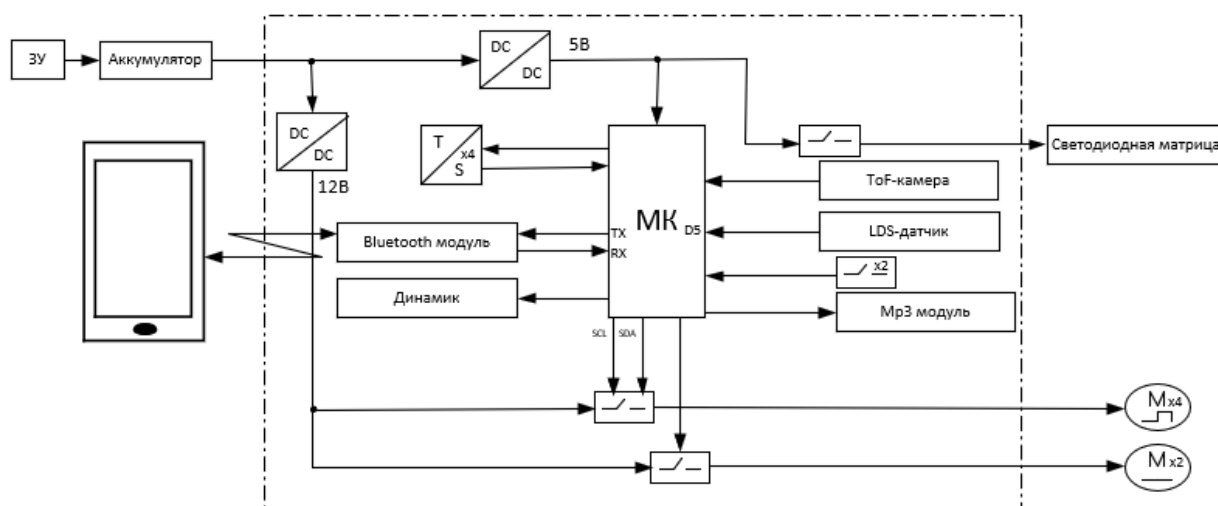


Рисунок 3 — Функциональная схема

Основная особенность робота в том, что он может общаться с человеком. Он реагирует на фразы и отвечает на них. Если ему озвучить какую-нибудь команду — он её выполнит. Для этого к роботу необходимо будет подключиться при помощи смартфона через *Bluetooth*. Робот снабжён соответствующим модулем, чтобы поддерживать связь с пользователем.

В процессе взаимодействия с человеком робот будет пребывать в нейтральном состоянии, радоваться или грустить. Его эмоции будут отображаться на светодиодной матрице.

Робот также снабжён динамиком для вывода звука. Если попросить робота включить музыку — он начнет воспроизведение при помощи встроенного *MP3*-модуля.

Важная особенность робота в том, что пока в помещении есть люди, он может постоянно проводить время рядом с ними и быть приятным дополнением компании, ведь этот робот обладает возможностью передвигаться на своих гусеницах, которые приводятся в движение бесколлекторным двигателем постоянного тока. Питание двигателя осуществляется от 12В.

Для ориентирования в пространстве и объезда препятствий в структуре робота установлены ультразвуковые датчики (рисунок 4). Они располагаются на боковых поверхностях робота, обеспечивая ему возможность кругового отслеживания препятствий. Таким образом он не будет сталкиваться с большими препятствиями на пути. Лазерный LDS-датчик позволит роботу замечать мелкие препятствия и избегать их. Также у робота имеется ToF-камера, преимущество которой состоит в том, что освещение не играет особой роли. Даже в полумраке сенсор сможет «отрисовать» границы объектов. В случае если столкновение всё же произошло сработают концевые датчики, расположенные в передней и задней части робота, и включится программа объезда.



Рисунок 4 — Ультразвуковой датчик расстояния движения

Также робот может стать маленьким помощником в доме. У него есть руки, которые приводятся в движение при помощи сервоприводов, и он способен удержать небольшой предмет или перенести его в другое место. Для управления несколькими сервоприводами используется модуль управления сервоприводами, изображенный на рисунке 5.



Рисунок 5 — 16-канальный I2C модуль управления сервоприводами

Движение гусениц и сервоприводов регулируется микроконтроллером.

Питание микроконтроллера осуществляется напряжением 5В, которое поступает от аккумулятора через понижающий DC/DC преобразователь.

Когда заряд робота иссякнет, робот самостоятельно отправится на станцию подзарядки, где останется до полного заряда аккумулятора.

Он также снабжён модулем часов реального времени. Этот модуль установлен для того, чтобы пользователь мог включить «ночник» на определенное время. Распознав подобную команду, робот включит, на усмотрение пользователя, приятную мелодию для сна, шум природы, дождя или леса, чтобы сон стал более спокойным и крепким.

В настоящее время проводится разработка принципиальной схемы и моделирование ее работы, чтобы подтвердить правильность подбора компонентной базы и схемотехнических решений.

Литература

1. Проекты с использованием контроллера Arduino / В.А. Петин. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. – 401 с.
2. Практическая энциклопедия Arduino. Издание второе, дополненное/ В.А. Петин., А.А. Биняковский. – Москва : Издательство ДМК, 2020. – 166 с.

*А.С. Даузов, студ.; рук Д.С. Рассказа, ст.преп.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ДАННЫХ

В современной общественной жизни человек постоянно сталкивается с необходимостью сохранять информацию, семейные фото, различные документы, фильмы и многое другое. Объем информации, которую требуется хранить и обрабатывать, неумолимо растет, в связи с чем актуальным направлением становится разработка носителей данных нового поколения.

Мировое сообщество создало хранилища данных — дата-центры «облако» (рис.1).



Рисунок 1 — Представление дата-центра «облако»

Облако представляет собой виртуальный сервис, физически состоящий из мощных компьютеров с большим объёмом информации и виртуализирующего программного обеспечения. Большой объём информации энергозатратен и требует постоянного обновления, жёсткие диски объёмны, а программное обеспечение подвержено вирусам. Стоимость долговременного хранения данных в носителях такого типа с каждым годом дорожает, так как необходимо многократно переносить данные на новые носители до того, как старые выйдут из строя или начнут работать некорректно. К примеру, жёсткие диски могут изнашиваться всего за 5 лет интенсивной работы.

В отличие от облака кварцевые носители лишены таких недостатков (табл1).

Таблица 1 — Сравнения кварцевого носителя с известными носителями данных

Носитель	Ёмкость	Запись (Мбит/сек)	Служба(лет)	Предел температуры (градусы Цельсия)
DVD-R	4.7 Гб	10-200	30	200
HDD	До 6 Тб	120-300	3	200
USB-флеш	1Гб-1Тб	0.3-14	10	200
Лента	До 8 Тб	0.6-150	10	200
Кварцевый носитель	От 25 Гб	10+	неограниченно	1000+ электромагнитная и радиационная устойчивость

Кварцевый носитель создан для долговременного архивного хранения данных с помощью их многомерной записи в кварцевое стекло с помощью фемтосекундных лазерных импульсов. С их помощью создают новую внутреннюю структуру (рис. 2) материалам на молекулярном уровне при отсутствии повреждения близлежащих слоёв [2].

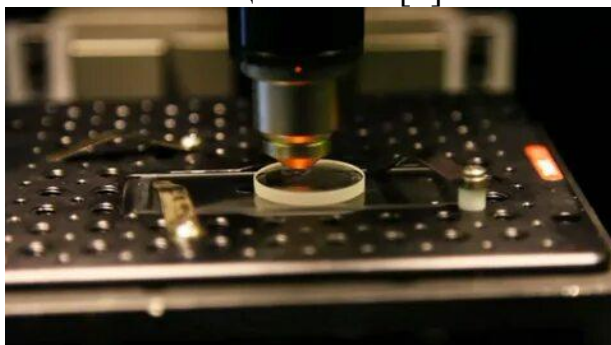


Рисунок 2 — Фемтосекундный лазер при нанесении вокселей на кварцевый носитель

В процессе создания на образце кварцевого стекла размером 75 x 75 мм и толщиной в 2 мм с помощью инфракрасных лазерных импульсов кодируются данные, внутри 2 мм стекла создаются слои вокселей — трёхмерных пикселей (рис. 2). Таких слоёв в стекле данной толщины может быть более сотни, импульсы располагают воксели на разной глубине и под разными углами, методом изменения силы и ориентации (рис.3). Внутри образца появляются отметки в виде перевёрнутых айсбергов, но в масштабах нанометров [1].

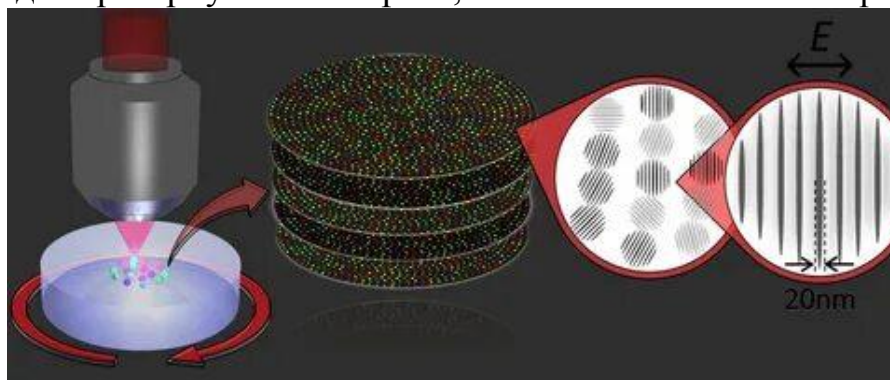


Рисунок 3 — Воксели в кварцевом носителе

Декодирование записанного кода — текста, паттернов, рисунков, изображений происходит при освещении образца поляризованным светом при помощи алгоритмов машинного обучения.

К недостаткам кварцевых носителей информации относят медленный процесс записи и чтения.

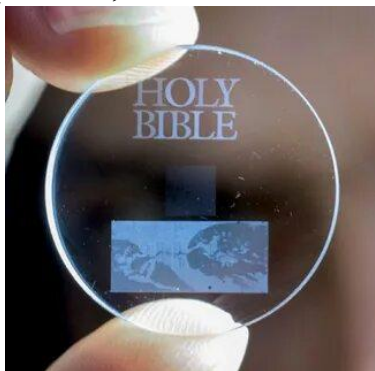
Однако этот недостаток компенсируется особыми свойствами материала. В частности, кварцевый носитель способен выдерживать высокие температуры, размагничивание, воздействие высоким напряжением, повреждение на поверхности, взаимодействие с сильными проводниками. Вышеперечисленное никаким образом не влияет на внутреннюю структуру.

Несмотря на вышеперечисленные свойства, кварцевое стекло является хрупким материалом, и его можно разбить при неаккуратном обращении. В ходе

проведенных исследований выяснено, что после соединения осколков информация на кварцевых носителях остаётся читабельной.

Вопрос хрупкости кварцевых носителей решается созданием кейсов для хранения или благодаря покрытию стекла противоударной плёнкой (например, гидрогелевой).

К тому же, кварцевый носитель не требует специфических условий хранения, низких температур или определённой влажности. А в отличие от «облака» не нуждается в постоянном обновлении носителей для хранения информации, что позволяет экономить на дата-центрах.



а)



б)

Рисунок 4 — Носители данных разных эпох: а — кварцевый носитель, на котором записана библия; б — киноплёнка, утратившая свою актуальность

Первый кварцевый носитель создан компанией *Microsoft* при поддержке кинокомпании *Warner Brothers* (рис.4). В общей сложности на носитель было записано около 75 Гб информации [3].

Исследования в области создания кварцевых носителей данных находятся в стадии ранней разработки. Особую актуальность приобретает необходимость увеличения скорости записи и чтения, и наращивания плотности записи.

Кварц — это решение исключительно для сервисов облачного хранения данных. На данный момент кварцевые носители используются непосредственно для хранения архивных данных, например, различных химических формул для создания тех или иных элементов, данных разведки почвы с других планет, архив с историей планеты, каких-либо математических вычислений и т. д.

Таким образом, можно резюмировать: кварцевые носители по сравнению с существующими носителями информации — это шаг в информационных технологиях хранения данных.

Усовершенствование устройств этого типа даст возможность сокращения расходов на обновление оборудования систем, понизит энергозатраты на содержание дата-серверов.

Литература

1. Kazanskij P. G., Glebov I. S., Lipatev A. S. et al.: "Periodic Nanovoid Structures via Femtosecond Laser Irradiation". *Nano Lett.* 2005, 5, 8, 1591-1595. US 6897433 B2, 24.05.2005.
2. Lipatev A.S. : "INFORMATION RECORDING METHOD IN NANOPOROUS QUARTZIC GLASS" RU2640836C1, 2018.01.12
3. *J Nanosci Nanotechnol.* 2007 Jan; 7(1): 94-104. JP 3868713 B2 (JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP) 17.01.2007.

СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ УСЛОВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ В ПРОГРАММЕ MICRO-CAP 12

В статье рассматривается возможность использования программы схемотехнического моделирования Micro-Cap 12 для черчения электрических принципиальных схем, соответствующих требованиям ГОСТ, путем создания собственной библиотеки условных графических обозначений элементов во встроенном графическом редакторе программы.

Ключевые слова: Micro-Cap 12, библиотека УГО, электрическая схема.

Для студентов технического института, а также уже действующих специалистов необходим навык работы с электрическими схемами: их создание, редактирование, чтение, анализ. Для работы с ними используется специальное программное обеспечение. Однако лицензии на использование многих подходящих программ являются довольно дорогими, а в учебном процессе целесообразнее пользоваться бесплатными альтернативами. И одно из удобных программных обеспечений для создания схем и работы с ними - Micro-Cap 12 [1]. Это программа схемотехнического анализа, однако ее можно использовать в том числе и для создания принципиальных схем электронных устройств.

У данной программы есть ряд преимуществ. С недавнего времени она находится в открытом доступе и свободно распространяется в сети Интернет. Ее интерфейс удобен и прост для понимания. А также в данном ПО имеется хороший графический редактор, пользоваться которым не составит труда даже начинающим пользователям.

По умолчанию в Micro-Cap 12 используются условные графические обозначения элементов, соответствующие американскому и европейским стандартам. Но отечественным инженерам необходимо выполнять работы в соответствии с ГОСТ. Потому с помощью упомянутого графического редактора, встроенного в программу, можно довольно быстро сделать собственную библиотеку условных графических обозначений (УГО), использовать ее в дальнейшей работе и распространять среди коллег и студентов.

После запуска программы открывается главное окно Main. С помощью панели инструментов, ряда часто используемых компонентов и раздела Total Components можно сразу же начать построение электрической схемы (Рисунок 12).

Для создания собственной библиотеки необходимо воспользоваться инструментами Windows – Shape Editor. В отдельном окне откроется встроенный в Micro-Cap 12 графический редактор. Непосредственно в нем создается новая библиотека, изначально пустая. Далее в нее и добавляются созданные графические обозначения электронных компонентов цепи с помощью команды «Add...».

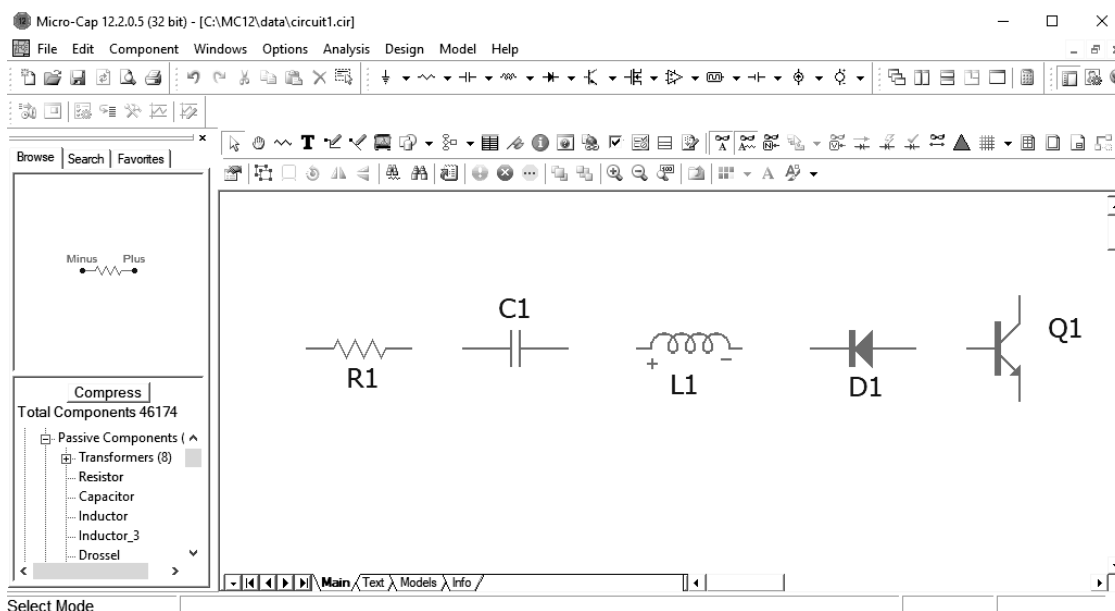


Рисунок 12 — Интерфейс Micro-Cap 12 с УГО компонентов согласно американскому стандарту

В первую очередь стоит отметить, как можно переключаться между различными библиотеками. Это делается с помощью окон Edit – Change – Properties – View. Стрелочками устанавливается приоритетная библиотека обозначений. Порядок приоритета – сверху вниз (Рисунок 13 — Выбор приоритета отображения УГО компонентов).

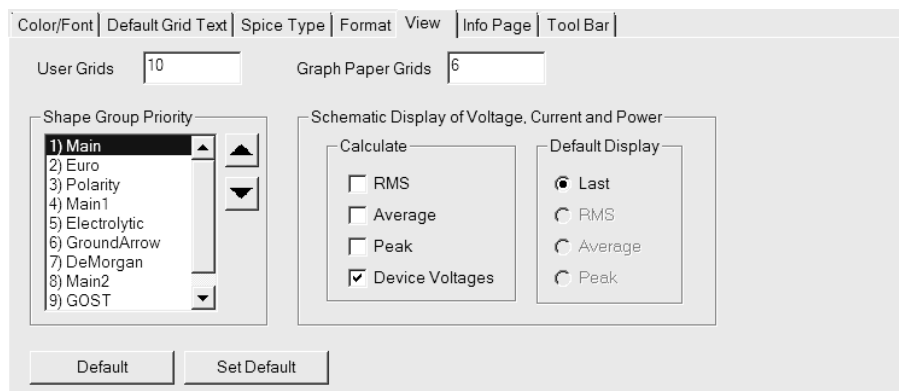


Рисунок 13 — Выбор приоритета отображения УГО компонентов

После выбора нужной библиотеки все компоненты будут изображаться в соответствии с приоритетной, в том числе и созданные ранее элементы схемы, что очень удобно для работы. Если какого-то УГО не окажется в библиотеке, то оно будет взято из следующей по приоритету.

С помощью редактора инструментов Shape Editor можно довольно легко создать любое изображение. Рассмотрим возможности редактора на примере создания резистора. Согласно ГОСТ 2.728-74, резистор постоянный обозначается как прямоугольник [2].

Построение удобно осуществлять с помощью сетки (Grid). Также можно включить привязку к углам сетки, что облегчит работу с крупными элементами. Таких с, как прямоугольник, эллипс, прямая и т.д., достаточно, чтобы создать любое условное графическое обозначение, соответствующее ГОСТ.

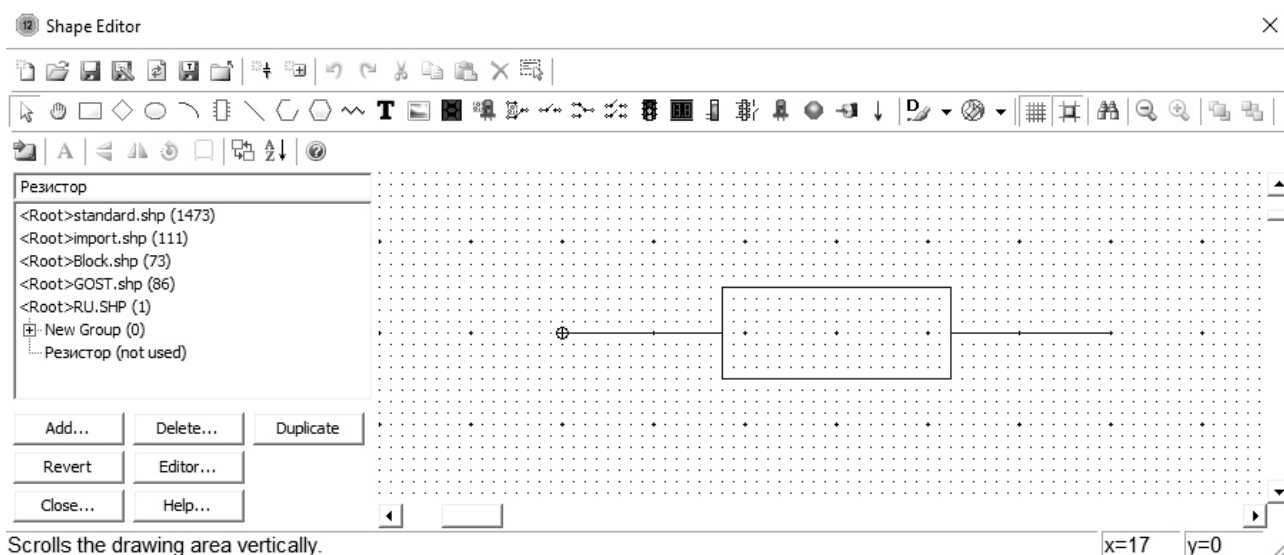


Рисунок 14 – Создание УГО резистора в Shape Editor

После того, как условное графическое обозначение создано, пользователю остается только присвоить его нужному компоненту. Это можно сделать с помощью инструментов Windows – Component Editor. В поле Name выбирается имя компонента, в выпадающем списке Shape Group можно выбрать созданную библиотеку УГО, а в списке Shape Name – созданное обозначение.

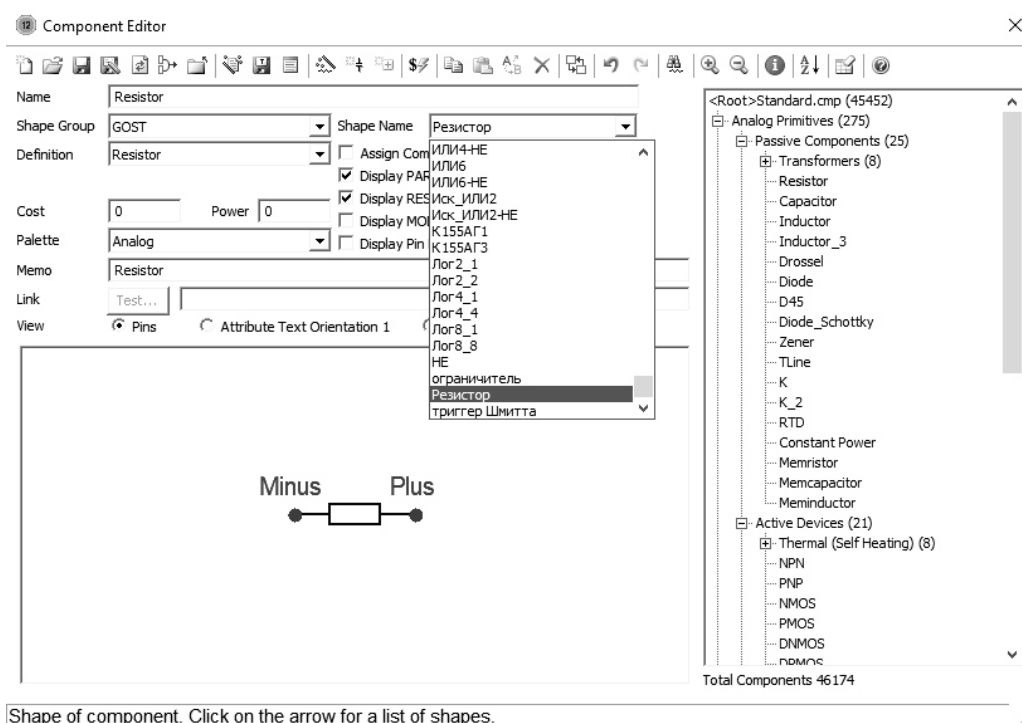


Рисунок 15 – Присваивание обозначения в Component Editor

Создав необходимые УГО для всех используемых компонентов электронных схем и сопоставив их с именами компонентов, можно создать библиотеку GOST. Использование этой библиотеки позволяет создавать электрические принципиальные схемы в соответствии с едиными требованиями конструкторской документации (Рисунок 16).

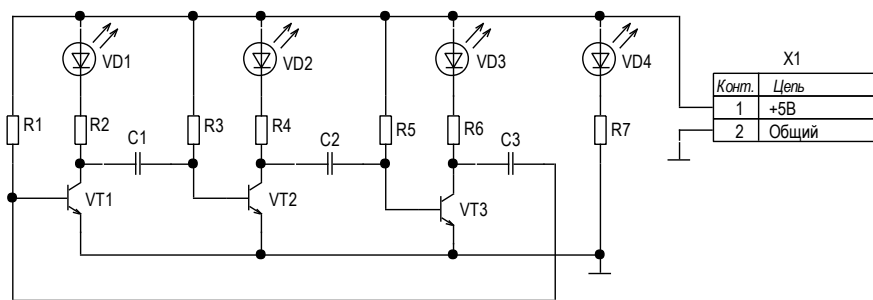


Рисунок 16 – Пример схемы, построенной с помощью созданной библиотеки

Таким образом, программа Micro-Cap 12 является удобным программным обеспечением для работы с электрическими цепями. Оно позволяет не только моделировать протекающие в них процессы, но и имеет множество полезных функций и редакторов, с помощью которых можно в том числе создать собственные условные графические обозначения и использовать их в дальнейшей работе.

Литература

1. Амелина, М.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие для вузов / М.А. Амелина, С.А. Амелин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 632 с. — ISBN 978-5-8114-6995-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153923> (дата обращения: 29.01.2023)
2. Docs.cntd.ru [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006616>, (дата обращения: 21.02.2023)

И.О. Денисенко, студ., Д.В. Беленкин, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц. (филиал ФГБОУ «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ЭЛЕКТРОННАЯ ИГРУШКА «СОВА-РОБОТ»

В современных реалиях роботизированные устройства приобретают большую популярность. Стремительное развитие науки и техники не обошло и сферу электронных игрушек, получивших не только лишь возможность реализации функций движения или воспроизведения однотипных звуков, но и возможность реагировать на меняющиеся окружающие условия

Под влиянием многочисленных видеороликов из Интернета, набирает популярность содержание сов и филинов в качестве экзотических домашних питомцев, что имеет негативные последствия:

- это провоцирует нанесение вреда окружающей среде (яйца и птенцов для продажи могут поставлять браконьеры).
- к сожалению, большинство людей не умеет правильно содержать таких питомцев, и нередко, после приобретения их затем сдают в реабилитационные центры (в лучшем случае).

Проект «Сова-робот» носит экспериментальный характер и ставит цель тестирования возможности микроконтроллеров (в частности микроконтроллера *AtMega328* в составе платы *Arduino Nano*) в интересах имитации поведения

пернатых. В случае успеха, у людей появится альтернатива приобретению живых птиц, что, как минимум, сильно облегчит жизнь реабилитационным центрам. Дополнительной целью проекта является овладение навыками и получение опыта в программировании (в частности, создание разветвляющихся и линейных алгоритмов), 3D-моделировании, пайке и изготовлении полностью готового корпуса игрушки.

Конструкция изделия представляет собой сидящего филина (сову) с подвижными клювом и головой, глазами (с установленными светодиодами) и встроенными датчиками движения и звука.

Основой корпуса служит структура, состоящая из элементов, 3D-модели коих созданы при помощи таких программ как *Kompas-3D v18* и *TFlexCAD* и которые изготовлены на 3D-принтере стандартным ABS-пластиком белого цвета (рисунок 1). Подвижность головы изделия осуществляется при помощи сервоприводов модели *SG-90*.

Туловище представляет собой пластиковый корпус (полый изнутри), изготовленный из 2-х компонентов: правой и левой половин, образующих поверхность, на которой находится голова. Внутри корпус располагаются все электронные узлы устройства (кроме датчика шума и глаз-светодиодов, которые являются индикаторами работы устройства и крепятся снаружи):

- плата *Arduino nano*, соединённая с остальными компонентами при помощи панели с винтовыми клеммами;

- датчик движения;
- датчики звука;
- 2 сервопривода *SG90*;
- модуль *JQ6500*, воспроизводящий звук;
- динамическая головка;
- разъём питания;
- соединительные провода;
- специальные противовесы.

Голова изготовлена частично полый. Она совместно с клювом присоединяется напрямую к сервоприводам, в ней находятся 2 светодиода, а также резисторы номиналом 320 Ом, необходимые для ограничения тока через эти светодиоды.



Рисунок 1 – Эскизный вариант внешнего вида «Совы-робота»

Функциональная схема электронной части изделия показана на рисунке 2:

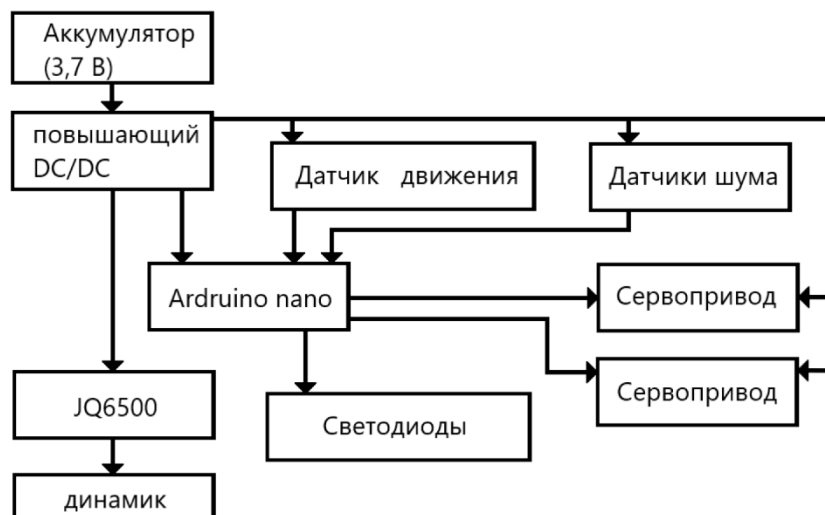


Рисунок 2 – Функциональная схема «Совы-робота»

Напряжение питания для всех компонентов электронной части изделия составляет примерно 5 В . Источником питания является аккумулятор с номинальным напряжением в $3,7\text{ В}$. К плате *Arduino* присоединены провода контроля за сервоприводами, выходы с датчиков, 2 сигнальных провода звуковоспроизводящего модуля (приёмный и передающий) и светодиоды.

Функционирование устройства осуществляется по следующему алгоритму:

- оснащённый сенсором датчик движения улавливает изменение излучение инфракрасного диапазона, потом выдаёт высокий уровень сигнала на выходе, подключённом к микроконтроллеру, 2 датчика шума, уловив звук, отправляют сигналы в микроконтроллер, где происходит их сравнение, результаты которого используются при повороте головы, помогая определить с какой стороны исходит звук,

- при отсутствии сигналов и с датчика шума, и с датчика движения, «Сова-робот» стоит неподвижно, голова повернута в направлении туловища, клюв закрыт, а глаза не светятся,

- при поступлении сигнала только с датчика движения, светодиоды в глазах загораются, а сова поворачивает голову за движением,

- при поступлении сигнала только от датчика шума, светодиоды в глазах загораются, и сова поворачивает голову в направлении источника шума,

- если сигнал поступает одновременно из обоих датчиков, клюв раскрывается, и робот произносит «У-Гу»; при непрерывном поступлении информации с датчиков частота произнесения «У-Гу» не превышает $0,1\text{ Гц}$.

- если движения или шума нет в течение 3 с , «Сова-робот» возвращает голову в исходное положение.

Модуль плеера подключается к микроконтроллеру при помощи последовательного порта. *JQ6500* оснащён встроенной *Flash*-памятью с

объёмом в 16 Мб, усилителем частоты звука (одноканальным), к выходу коего подключается динамическая головка, а также ещё одним выходом, который может использоваться при присоединении наушников или двухканального усилителя.

Сигнал от звуковоспроизводящего модуля приходит на усилитель, который находится на плате рабочего модуля, и воспроизводится маленькой динамической головкой с номинальным сопротивлением в 8 Ом и мощностью 3 Вт.

Для контроля сервоприводов была использована библиотека *Servo*, которая позволяет задавать угол положения вала напрямую.

Глаза «Совы-робота» светятся благодаря светодиодам, включенным параллельно. Схема такова, что катод присоединяется к общему проводу, а аноды присоединяются к выводам *Arduino* через резисторы с сопротивлением 300 Ом и полезной мощностью в 0,5 Вт. В итоге ток составляет порядка $13 \div 16$ мА.

Дальнейшее развитие проекта предусматривает реализацию функций ходьбы и хватательных движений лапами.

Литература

1 Мартин Т. Микроконтроллеры Atmega. Семейство микроконтроллеров AVR. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – С. 296.

2 Хоровиц П. Искусство схемотехники 7-ое издание / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ.; под ред. Т.Г. Хохлова. – М.: Мир, 2009. – С. 704.

3 Кутепов В.П., Фальк В.Н. Функциональные системы / Кибернетика. 2014. № 1. С. 17-22.

*А.О. Дерябина, студ.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленск)*

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БЛЕСКА, МЕРЦАНИЯ И ОГНЯ БРИЛЛИАНТОВ

Одной из главных особенностей бриллианта является его сияние. Для качественной оценки камня требуется огромный геммологический опыт и насмотренность. Методы оценивания, основанные только лишь на зрительной системе человека не всегда могут быть объективными. Поэтому все чаще находят применения устройства, действие которых основано на измерении световых характеристик бриллианта.

Бриллиант описывается главным образом с помощью таких терминов, как блеск (белый свет, возвращающийся через коронку), огонь (видимая степень рассеивания света в спектральные цвета) и мерцание (вспышки света, отраженного от коронки). Тем не менее, каждое из этих понятий представляет собой сложную концепцию внешнего вида, которая не была определена строго и которая не может быть выражена математически без каких-либо допущений и оговорок.

Внешний вид бриллианта основан на двух оптических свойствах: показатель преломления и дисперсия. Показатель преломления – это относительная скорость света в алмазе по сравнению с вакуумным

пространством. Показатель преломления бриллиантов составляет 2,417, что значительно выше, чем у большинства других драгоценных камней, его можно назвать источником блеска бриллианта. Вторым свойством является дисперсия. Из-за того, что каждый цвет распространяется в алмазе с разной скоростью, дисперсия превращает белый свет в его цветовые компоненты. Разница в показателях преломлений между фиолетовым и красным цветами определяет дисперсию камня. Дисперсия бриллианта составляет 0,044, что является одним из самых высоких значений для любого натурального прозрачного драгоценного камня.

Рассмотрим методы измерения и определения светоотдачи алмазов, всего их два: косвенный – изучение пропорций и 3D-модели алмаза с использованием таких методов, как трассировка лучей и прямое – измерение составляющих светоотдачи алмаза. Прямой подход требует создания полусферического окружения для алмаза, обеспечивающего 360-градусную настройку, при которой можно наблюдать характеристики освещения. Окружающая среда не должна быть статичной, так как внешний вид бриллианта меняется в зависимости от точки наблюдения камня.

Геммологи попытались использовать полусферы с несколькими узорами для проверки блеска бриллиантов во время исследования качества огранки. Запатентованная полусфера, разработанная *Sarine*, учитывает параметры, которые, по определению, влияют на световые характеристики. Представляющая собой зигзагообразный черно-белый узор равной площади, полусфера вращается во время последовательности измерений, так что часть света попадает на ее белую часть и возвращается в виде рассеянного белого света на алмаз, а часть света поглощается черной частью [1].

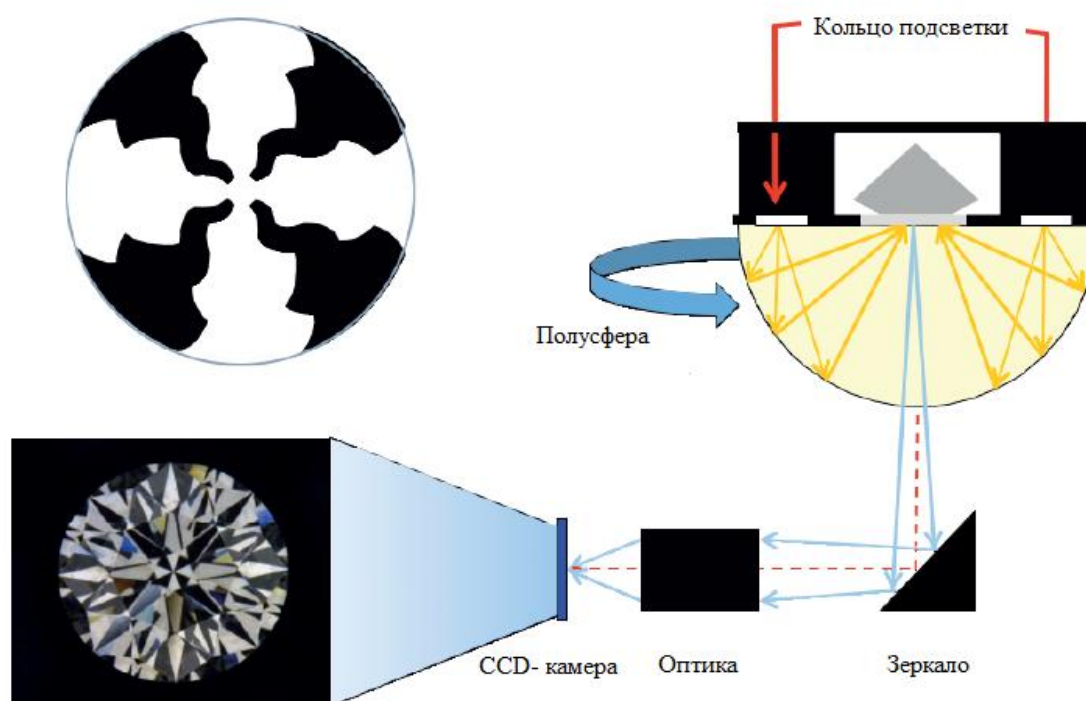


Рисунок 1 – Система для измерения световых характеристик бриллианта [1]

Сама система для измерения световых характеристик бриллианта состоит из прозрачной платформы, на которую помещается бриллиант и центрируется с помощью специального инструмента. Во время цикла измерения бриллиант полностью закрыт и не подвергается воздействию какого-либо внешнего света. Также используются: кольцо подсветки – с использованием нескольких светодиодных источников белого цвета; полусфера – она вращается во время цикла измерения, при этом отдача света от алмаза меняется при каждом перемещении; ПЗС-камера, записывающей до 180 изображений алмаза каждый раз, когда полусфера поворачивается в новое положение (бриллиант в 1 карат будет записывать примерно 1 миллион пикселей) и программное обеспечение для анализа изображения (схема устройства представлена на рисунке 1).

Блеск является неотъемлемым атрибутом красивого бриллианта и обладает двумя компонентами: яркость и контрастность. Яркие бриллианты возвращают много света из окружающей среды обратно наблюдателю «лицом вверх». Если свет сверху просачивается через обратную сторону бриллианта, естественно, он имеет меньшую яркость. Свет, который входит и выходит в направлении лицевой стороны вверх, тратится впустую потому, что он блокируется. У бриллиантов, которые слишком глубоки или очень мелки, есть области, которые действуют как зеркало, обращенное к зрителю; они возвращают меньше света и поэтому обладают меньшей яркостью. Чтобы бриллиант был блестящим, ему необходимо нечто большее, чем просто яркость от отдачи света [3].

Блеск – это интенсивный яркий свет, исходящий от бриллианта. Он рассчитывается как средний уровень серого (яркость или Y -составляющая) композиционного изображения (изображение алмаза, составленное из всех изображений, сделанных *CCD*-камерой), записанного внутри внешнего края изображения (рисунок 2). Более высокий уровень серого обеспечит более высокий уровень яркости [1].

Мерцание можно описать, как вспышки, которые вырываются из бриллианта при его движении. Мерцание рассчитывается с помощью измерений контраста. Система анализирует изменения внешнего вида бриллианта из-за изменений в освещении. В частности, каждый пиксель анализируется на предмет того, как изменяется его уровень серого при различных условиях освещения, с помощью изображений, сделанных при различных положениях поворота полусферы. Если изменение превышает определенный порог, пиксель помечается как имеющий контраст. Путем деления количества отмеченных пикселей на общее количество пикселей в камне определяется контраст. Значение контраста прямо пропорционально значению вычисления.

Огонь определяется как яркие цвета радуги, которые излучаются изнутри алмаза. Первым шагом в оценке огня бриллианта является присвоение значений каждому пикселю на нескольких изображениях, сделанных с бриллиантом. Это достигается путем вычисления цветового расстояния. Затем цветовое расстояние оценивается на превышение порогового значения. Если оно ниже то, этот пиксель имеет значение нуля. Если же цветовое расстояние превышает

пороговое значение, это допустимый огненный пиксель. Второй шаг заключается в том, чтобы отметить, принадлежит ли пиксель к кластеру пикселей или он является изолированным, вызванным шумом, не влияющим на воспринимаемый огонь. Для этого система рассматривает только пиксели, которые являются частью достаточно большого кластера. Если пиксель не принадлежит кластеру, он снова получает значение равное нулю [2].

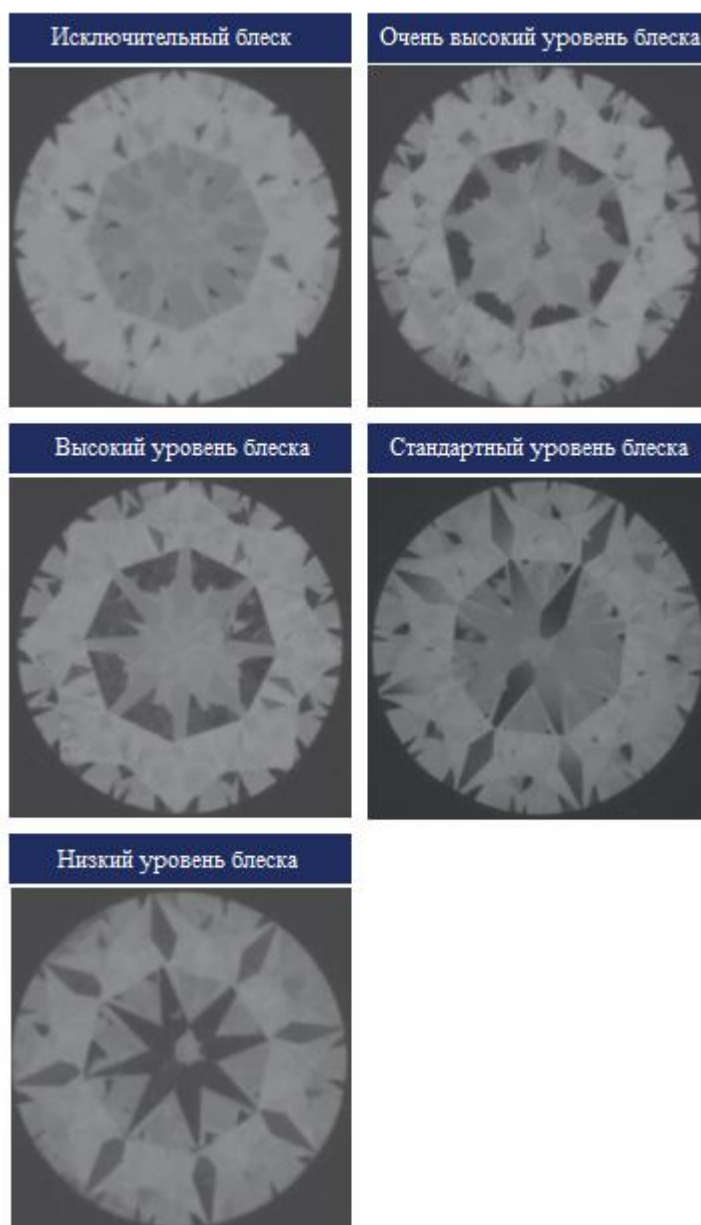


Рисунок 2 – Пять уровней яркости [1]

Описание внешнего вида бриллианта включает в себе множество аспектов таких, как блеск мерцание и его огонь. В основном все виды оценки основаны на зрительной системе человека и каждый из них нельзя назвать однозначным. Использование измерительных систем, таких как рассмотренная, дают возможность анализировать сразу несколько качеств драгоценного камня, что позволяет более быстро, эффективно и точно определять качество и стоимость изделия.

Литература

1. Akiva Kaspi. The Sarin Light System // Featured in Gems & Jewellery, vol. 22, no. 8, Nov/Dec 2013, p.12- 15
2. Hemphill S. Modeling the Appearance of the Round Brilliant Cut Diamond: An Analysis of Fire, and More About Brilliance / Hemphill S, Ilene M. Reinitz, Mary L. Johnson, James E. Shigley // Gems & Gemology. 2001. 37. 10.5741/GEMS.37.3.174.
3. Sivovolenko S. How diamond performance attributes: brilliance, scintillation and fire depend on human vision features / Sivovolenko S., Shelementiev Y., Holloway G., Mistry J., Serov R., Zhulin S., Zipa K // Australian Gemmologist. 2013. 25. 82-121.

*А.О. Дерябина, студ.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленск)*

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЦВЕТА БРИЛЛИАНТОВ

Основными критериями, используемыми для определения стоимости бриллиантов, являются карат, цвет, огранка и чистота. Цвет и размер являются наиболее важными характеристиками для оценки. Бриллианты с бесцветным или почти бесцветным внешним видом классифицируются как более высокая цветовая категория, в то время как бриллианты с более желтым внешним видом классифицируются как более низкая цветовая категория. Нынешняя методология определения цвета бриллиантов основана на процедуре, полагающейся на зрение человека, которая проводится геммологом вручную. Геммологические лаборатории определяют цветовую градацию бриллианта, используя человеческую зрительную систему [1]. Геммолог оценивает цвет бриллианта при определенном освещении на белом фоне, а затем сравнивает с эталонным набором цветных камней. Этот метод оценки, основанный на человеческом зрении, является очень субъективным, и его эффективность ставится под сомнение, поскольку он основан исключительно на человеческом восприятии.

За последние 50 лет для определения цвета бриллианта часто использовалось некоторое оптическое оборудование в инфракрасном, видимом, ультрафиолетовом спектрах и диапазонах. Качество цвета бриллианта зависит от коэффициента пропускания света через алмаз, а также в значительной степени от загрязнения азотом, которое вызывает желто-коричневый оттенок внутри алмаза, а также от структурных дефектов в кристалле (в редких случаях загрязнение бором приводит к синему оттенку).

Большинство природных алмазов не пригодны для изготовления ювелирных украшений. Поэтому постоянно проводится значительная научная работа по улучшению цвета бриллиантов, чтобы придать им уникальный оттенок и компенсировать дефицит природных бриллиантов и удовлетворить спрос на цветные бриллианты ювелирного качества на ювелирном рынке. Как правило, геммологи начали улучшать цвет бриллианта с 1930-х годов [2], а обработка алмазов в современную эпоху в основном включает высокоэнергетическое облучение, обработку под высоким давлением и высокой температурой (*HPHT*), отжиг под низким давлением и высокой температурой (*LPHT*) и комбинацию этих обработок. Некоторые природные алмазы с коричневым оттенком могут быть изменены для придания им фиолетово-красного цвета с помощью многопроцессорной обработки, включая обработку *HPHT* ($6 \div 7$ ГПа при более 2150°C), высокоэнергетическое облучение и отжиг *LPHT* (ниже 1100°C) [3].

С увеличением доступности бриллиантов обработанного цвета на ювелирном рынке их характеристика становится все более важной для оценки их стоимости. На сегодняшний день возможность систематического изучения цвета бриллиантов весьма актуальна.

Произведен анализ исследований по оценки бриллиантов, обработанных различными способами (таблица 1, внешний вид используемых образцов показан на рисунке 1).

Таблица 1 – Описание бриллиантов, используемых в исследовании

	Номер образца	Цвет	Вес (карат)	Чистота
Обработанные-облученные	TR-1	Синий	0,4	SI_2
	TR-2	Темно-зеленый	0,24	SI_1
	TR-3	Синий	0,24	VVS_2
	TR-4	Темно-зеленый	0,36	VS_1
Обработанные под высоким давлением и высокой температурой (HPHT)	TR-5	Желтовато-зеленый	0,38	VS_1
	TR-6	Желтый	0,42	SI_1
	TR-9	Зеленовато-желтый	0,29	SI_2
Комбинированная обработка	TR-7	Темно-пурпурно-розовый	0,39	I_1
	TR-10	Темно-пурпурно-розовый	0,35	SI_2
	TR-11	Слегка темно-красный	0,30	SI_1

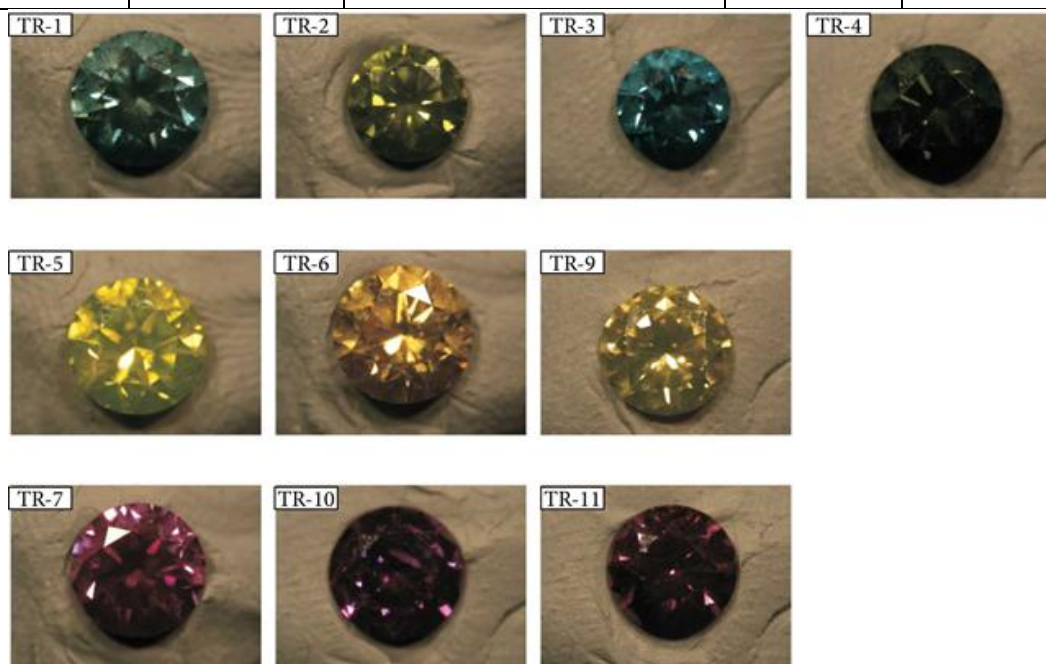


Рисунок 1 □ Обработанные бриллианты, используемые в исследовании [3]

При просмотре с помощью бинокулярного геммологического микроскопа в некоторых обработанных образцах наблюдались включения природных минералов, которые указывали на то, что они выросли естественным путем. С помощью микроскопа удалось обнаружить цветное зонирование, различные минеральные вкрапления и аномальное двулучепреломление с высокими интерференционными цветами.

Метод воздействия высокоинтенсивных ультракоротких волн показывает, что бриллианты с обработанным цветом имеют сильную зеленую, синюю, оранжевую и оранжево-красную флуоресценцию (рисунок 2). Как правило, один образец может иметь два или более разных флуоресцентных цвета. Например, в образце *TR-10* одновременно присутствовали многочисленные красные, оранжево-красные, синие и слегка зеленые линии флуоресценции. Образец *TR-6* с синей флуоресценцией показал некоторые нерегулярные зеленые области. Кроме того, люминесцентные изображения исследованных алмазов выявили сложные закономерности развития, что является типичным отражением сложной истории роста, а также природного происхождения.

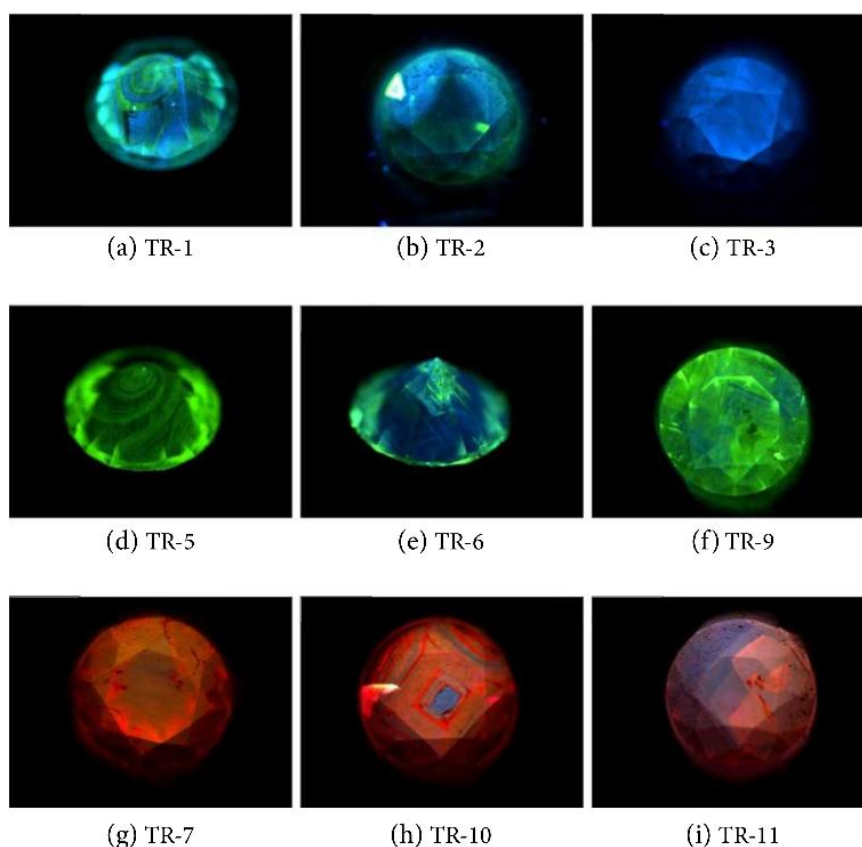


Рисунок 2 □ Результат воздействия высокоинтенсивных ультракоротких волн [3]

Еще одним способом контроля является фотолюминесцентная спектроскопия. Для образцов были получены спектры фотолюминесценции на трех длинах волн 473, 532 и 785 нм.

Когда используется лазерное возбуждение с длиной волны 473 нм, все бриллианты отображают *H3*, дефект, с боковыми полосами между 512 и 553 нм и

с различной интенсивностью между различными образцами. Слабая эмиссионная линия при 496 нм, обозначенная как центр *H4*, возникает в обработанных облучением и обработанных несколькими процессами. В то же время в некоторых образцах из этих двух групп присутствует набор излучений при 484, 486 и 491 нм; однако неизвестно, связаны ли они с дефектом *H4* или нет. Центры *H3* и *H2* связаны с дефектом азот-вакансия-азот в состоянии нейтрального и отрицательного заряда [4]. Азотно-вакансионные центры, с нулевыми фоновыми линиями при 575 и 637 нм, очевидны в алмазах, обработанных несколькими процессами. Однако они отсутствуют в алмазах, обработанных под высоким давлением и высокой температурой (*HPHT*), и только один из бриллиантов, обработанных облучением, показывает очень слабый *NV0* в центре. Кроме того, один спектр бриллиантов, обработанных *HPHT*, показывает интенсивный пик при 478,9 нм, который, как предполагалось, является показателем возможной обработки *HPHT*. Излучение с длиной волны 588 нм, рассматриваемое как свидетельство многопроцессорной обработки, наблюдается в бриллиантах, обработанных несколькими процессами. Эти спектры также показывают пики при 634,4 нм в алмазах, обработанных *HPHT*, при 489,1, 558,1, 613,5, 647,1 и 657,9 нм в алмазах, обработанных облучением, и при 600,2 нм в алмазах, обработанных многопроцессорной обработкой [3].

Инфракрасное лазерное возбуждение при длине волны 785 нм создает две особенности излучения (876,4 нм, линия комбинационного рассеяния бриллианта первого порядка, и 986,2 нм, центр *H2*) в алмазах, обработанных *HPHT*. Мы также наблюдаем еще один слабый пик при 959,7 нм в одном из этих образцов. На данный момент точно не установлено, чем именно вызваны данный особенности.

Таким образом, рассмотрение методов контроля цвета бриллиантов показало, что лучшим способом будет являться комбинирование геммологических, а также спектроскопических (метод воздействия высокоинтенсивных коротковолнового излучения, спектры фотолюминесценции) методов. К сожалению, в методе с использованием фотолюминесцентной спектроскопией много неточностей, но это дает повод для дальнейших исследований.

Литература

1. Rabinowitz Y. Microwave Spectroscopy as a Potential Tool for Color Grading Diamonds / Rabinowitz Y., Etinger A., Yahalom A., Cohen H., Pinhasi Y. // *Energies*. – 2021
2. King J.M. Color grading “D-to-Z” diamonds at the GIA laboratory / King J.M., Geurts R.H., Gilbertson A.M., Shigley J.E. // *Gems Gemol.* – 2008
3. Yan J. Study on the Unique Spectroscopic Characteristics of Natural and Synthetic Diamonds. / Yan J, Wang XX, Tao JB, Zhang J, Hu XC.: // *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi*. – 2015
4. Collins A. T. High-temperature annealing of optical centers in type-I diamond / Collins A. T., Connor A., Ly C., Shareef A., Spear P.M. // *Journal of Applied Physics*, vol. 97, no. 8, article 083517. – 2005

ОСОБЕННОСТИ ПАССИВНЫХ ПРИБОРОВ НАБЛЮДЕНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Тепловизионные приборы предназначены для регистрации инфракрасного излучения тел и преобразовании данного излучения в видимый диапазон длин волн. Рабочий спектр электромагнитного излучения таких приборов определяется двумя спектрами инфракрасного излучения в области максимума энергии излучения наблюдаемых объектов. Как правило, рабочая область находится в спектральных интервалах $3,5 \div 5,5$ мкм и $8 \div 14$ мкм. Такое деление связано с так называемыми «окнами пропускания» атмосферы. Современные тепловизионные приборы позволяют регистрировать разность температур наблюдаемых объектов с точностью до сотых долей градуса.

В инфракрасных приборах пассивного типа используется собственное излучение наблюдаемого объекта. Отсутствие специального источника излучения является преимуществом приборов этого типа.

К недостаткам можно отнести ограниченную дальность действия вследствие малой мощности собственного излучения объектов и ослабление излучения в мутных средах и влияние помех, создаваемых естественными и искусственными излучателями [1].

По назначению приборы инфракрасной техники делятся на следующие виды:

- пирометры,
- следящие системы,
- приборы, создающие изображения (теповизоры, приборы ночного видения).

Пирометр – устройство для измерения температуры разных тел и сред на основе их теплового излучения. Пирометры применяются в тех случаях, когда наблюдаемое тело испускает чисто тепловое излучение, т.е. подчиняется закону Кирхгофа [1].

Мощность излучения в диапазонах инфракрасного и видимого света находится в зависимости от температуры излучения тела. На этом принципе основан способ регистрации температуры пирометром [1].

Пирометр измеряет температуру тела по его инфракрасному излучению и преобразовывает это излучение в электрический сигнал с помощью приемника излучения. Далее с приемника излучения сигнал поступает в усилительно-преобразующее устройство, которое связано с указывающими или регистрирующими приборами, а также с устройствами для автоматической регуляции температуры и сигнализации.

Пирометры можно разделить по способам применения на:

- радиационные – приборы этого типа регистрируют изменение яркости и интенсивности излучения тела в зависимости от температуры,

- оптические – данные приборы регистрируют зависимость спектра инфракрасного и видимого диапазона от температуры излучения наблюдаемого объекта.

В свою очередь оптические пирометры делятся на

- яркостные пирометры,
- цветные пирометры.

Яркостной пирометр – основным параметром определения температуры в таком типе пирометров является яркость. Температура определяется посредством сравнения в узком участке спектра излучения тела с некоторым эталонным излучением.

Цветовой пирометр – данный тип пирометров определяет температуру посредством измерения интенсивности излучения в нескольких областях спектра. Достоинство такого метода измерения является состоит в том, что не нужно иметь эталонный источник излучения для измерения температуры.

Область применения пирометров достаточно широка:

- в строительстве, различных видах производства, теплоэнергетике пирометры применяются измерения и контроля температуры конструкций на малодоступных участках или где нельзя применить другие способы измерения.

- в промышленности они дают возможность осуществлять дистанционное измерение температуры различных процессов, осуществлять контроль оборудования и выступают как средство дополнительной пожарной безопасности. Это необходимо в машиностроении и металлургии, где температура станков и прессов, а также уровень нагрева деталей и компонентов активно влияют на производственный процесс.

- в лабораторных исследованиях, при проведении исследований активных веществ в активных средах, для измерения температуры тел в химических и физических лабораториях (где контактное вмешательство будет влиять на изучаемые тела или изучаемое тело слишком хрупкое для другого вида измерения).

Отдельная большая область применения пирометров – датчики движения в системах охраны зданий. Датчики реагируют на изменение инфракрасного излучения в помещении.

Тепловизор – прибор, который регистрирует тепловое излучение наблюдаемого тела и преобразует это излучение в видимое посредством формирования изображения данного тела. Тепловизор формирует тепловую картину распределения температуры исследуемого тела, размер которого равен или больше размера элементарной ячейки поля зрения тепловизора [2].

Тепловизор использует свойства идеального абсолютного тела для наблюдения теплового излучения тел. Однако реальные оптические материалы по своим свойствам отличаются от абсолютно черного тела. Поэтому показания тепловизора позволяют только косвенно судить о температуре объекта.

Принцип работы тепловизора основан на регистрации и анализе температур поверхности объектов. Сканирующее устройство совместно с оптической системой осуществляет разложение исследуемого объекта на некоторое число

элементарных площадок. Каждая такая площадка является наименьшей частью, которую может воспроизводить данная система.

Анализ интенсивности теплового излучения производится приемником излучения, с выхода которого последовательно снимаются дискретные сигналы, содержащие информацию о теплоизлучающем объекте. Сигналы передаются по одному каналу в воспроизводящее устройство [1].

Тепловизоры применяются при выполнении различных производственных задач, а также в гражданских нуждах. Тепловизоры активно используют на различных промышленных предприятиях, где тепловое состояние объектов является важной частью производства, а также для контроля и управления температурой в различных технологических процессах (обнаружение перегрузки электросетей, поиск теплопотерь и утечек, выявление повреждений, контроль температуры расплавов, обнаружение шлака в расплавах металлов).

Тепловизоры применяются вооружёнными силами для обнаружения живой силы и техники в любое время суток и при любых погодных условиях, несмотря на применяемые противником различные средства оптической маскировки в видимом диапазоне (камуфляж). Тепловизор стал важным элементом прицельных комплексов ударной армейской авиации и бронетехники.

Тепловизоры нашли применение в спасательных и пожарных службах. С помощью тепловизоров спасатели ищут пострадавших людей, проведение качественной разведки пожара, поиск скрытых очагов горения, поиска путей эвакуации в условиях сильного задымления.

Прибор ночного видения – оптико-электронный прибор, который посредством преобразования инфракрасного излучения в видимое и усилением слабого видимого света, позволяет наблюдать изображение объекта в условиях недостаточной освещенности (ночное время суток).

Приборы ночного видения активно применяются вооруженными силами в боевых действиях в ночное время суток, а также для проведения разведки и скрытного наблюдения.

По принципу действия приборы ночного видения принято разделять на:

- электронно-оптические приборы ночного видения,
- термографические приборы ночного видения,
- радио-оптические приборы ночного видения [1].

Принцип действия электронно-оптических приборов ночного видения основан на действии электронного оптического преобразователя, который работает в области видимой и инфракрасной длин волн. Данный прибор регистрирует инфракрасное излучение исследуемого тела и преобразует его в видимое, а также усиливает очень слабый видимый свет, который отражается на наблюдаемом объекте. [3].

Отраженный от объекта наблюдения свет через объектив проецируется на фотокатод. Под действием падающего светового потока на фотокатоде происходит испускание электронов (эмиссия). Интенсивность испускания на различных участках фотокатода будет зависеть от яркости изображения объекта. Выброшенные с поверхности фотокатода электроны попадают в усилитель, где

под действием электрического поля происходит повторная эмиссия и число электронов увеличивается в сотни тысяч раз. Приемник излучения регистрирует частицы и формирует изображение наблюдаемого объекта [3].

Существует несколько вариантов построения приборов ночного видения:

- усиление слабого излучения видимого диапазона (не различаемого глазом человека) с помощью электронно-оптических преобразователей,
- усиление слабого излучения ближнего инфракрасного диапазона с помощью электронно-оптических преобразователей
- приборы, использующие средневолновый и длинноволновый инфракрасные диапазоны.

Электронно-оптические приборы ночного видения широко применяют в науке для фотографирования звездных полей и туманностей, для изучения животных в ночное время суток, а также для спектрометрических исследований плазмы и общебиологических исследований. Активно применяются тепловизоры в авиации и мореплавании, где условия недостаточной видимости могут стать причиной крупных аварий. Широкое применение получили приборы ночного видения для фото и видеосъемки в ночное время суток. Приборы ночного видения применяются в системах охраны и безопасности.

Литература

1 Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники, М.: Советское радио, 1978, С 3 – 7, 28 – 29, 186 – 189.

2 В. Я. Колочкин, Г. М. Мосягин Тепловизионные приборы и системы, Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000, С 5 – 6.

3 Приборы ночного видения. Принцип их работы и устройство [Электронный ресурс]. – URL: https://go-radio.ru/night_vision.html (Дата обращения 08.03.2023).

*Н.А. Елизарова, студ.; рук. В.А. Смолин, к.т.н.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ НАСТОЛЬНОЙ ИГРЫ «ПО СТОПАМ ДРАКОНА»

Популярность настольных игр в последнее десятилетие значительно возросла. Если еще в 1990х эта культура была развита не слишком, и в основном в Америке, то сейчас только в Смоленске, численность населения которого немногим больше 300 тысяч человек, действует три постоянных клуба настольных ролевых игр (НРИ). В 2021 объём продаж настольных игр составил 13 млрд. рублей.

Не смотря на разнообразие и огромное количество настольных игр большинство из них сделаны из картона. Но в 21 веке, при быстром развитии технологий, их можно делать не только из него. Электроника помогает добавить в настольные игры немного волшебства подобно фильмам «Джуманджи» и «Затура». В связи с этим актуальна идея по добавлению электронных элементов управления в настольные игры.

Разрабатываемая настольная игра будет относиться к группе бродилок [1] и рассчитана от 1 до 4 игроков. Игра представляет из себя поле с картой местности

и фигуркой, движение которой осуществляется по дорогам. Цель игры — победить главного босса-дракона Дартака [2]. Для этого игрок должен собрать слова силы. В ходе игры персонаж передвигается между городами. Во время остановки вне города герой может найти слово силы, на него могут напасть разбойники или нежить или ничего не произойдёт.

Алгоритм работы иглы представлен на рисунке 1.

Игроки устанавливают на специальные места фигурки своих персонажей. На дисплее высвечивается меню. Игроки должны выбрать: загрузить сохранение или начать новую игру.

В начале новой игры высвечивается меню выбора класса персонажа. На данный момент существует четыре класса: воин, маг, плут, паладин. После выбора класса персонажу даётся определённое количество золота, а фигурка автоматически перемещается в стартовый город на карте. При загрузке сохранённой игры фигурка персонажа автоматически перемещается в город, в котором была сохранена игра.

В городе игроку предоставляется выбор из следующих пунктов меню:

- «повысить характеристики»;
- «восстановить здоровье»;
- «собрать слухи»;
- «кража»;
- «сохранить игру»;
- «выбрать дорогу»

Здоровье повышается с помощью слов силы, а остальные характеристики повышаются с помощью монет. Сбор слухов помогает узнать примерное расположение слов силы или найти жертву для кражи. В случае неудачной кражи у игрока уменьшится количество монет. В дальнейшем будет предусмотрен выбор сложности, который будет влиять на количество выданного на старте золота, последствия кражи и проигрыша противникам. Сохранить игру и выбрать дорогу можно только в городе.

После выбора пункта меню «выбрать дорогу», необходимо бросить кубик. На нем отобразится количество шагов, на которые фигурка персонажа передвинется автоматически.

На дороге игроку могут встретиться разбойники или нежить, с которыми придётся сразиться. В начале битвы игроку необходимо бросить кубик для определения результата атаки, к которому прибавляется главная характеристика класса персонажа. Если персонаж класса паладин, то нежить будет побеждена автоматически. Атака противников генерируется случайным образом. Если результат атаки меньше, чем у персонажа, то игрок победил. За победу игрок получит монеты. В случае проигрыша потеряет часть монет и здоровья.

Слова силы, найденные на карте, поглощаются персонажем. После поглощения нужного количества слов на дисплее высветится меню. Игрокам предстоит сделать выбор: отправиться на сражение с боссом или продолжить игру дальше. Для сражения с боссом фигурка персонажа автоматически

переместится к нему. При продолжении останется на месте. Игроки так же не будут ограничены в перемещении, но до босса придётся идти самим.

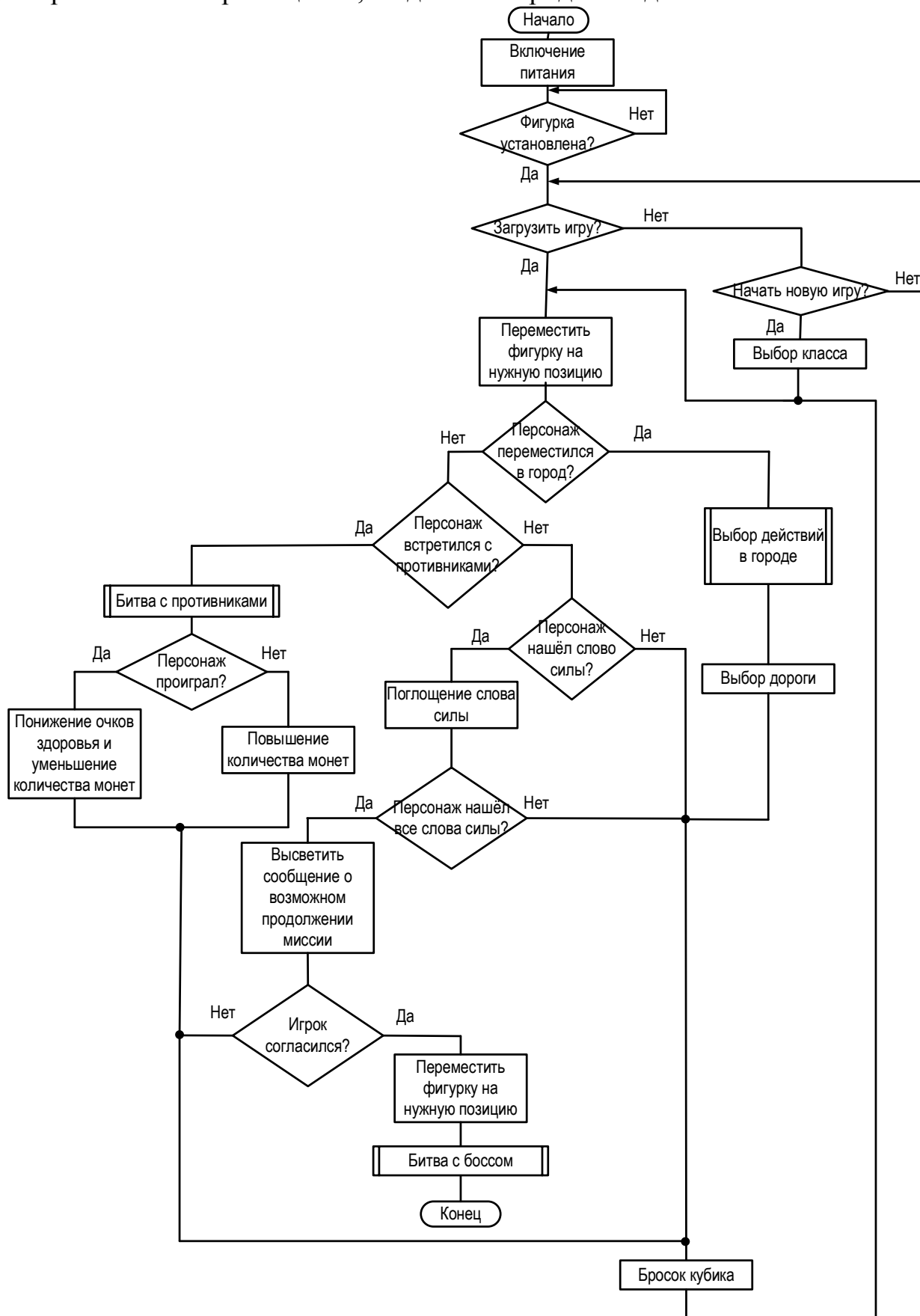


Рисунок 1 — Алгоритм работы настольной игры

Для победы над боссом может потребоваться сделать несколько бросков кубика. Так как здоровье и атака босса зависят от уровня сложности. Во время битвы игроку доступен выбор нескольких действий:

- использовать слово силы;
- уклониться;
- поднять щит;
- использовать защитное заклинание;
- атаковать;

Конец игры наступает после победы над боссом. Награда выдаётся игроку, набравшему наибольшее количество очков. Звучит победная музыка. RGB лента мигает разными цветами. На дисплее высвечивается поздравление.

В данный момент проводится макетирование устройства и разработка принципиальной схемы.

Литература

1 Классификация настольных игр: 12 разновидностей – Текст электронный // Мастер по настолкам [сайт]. – URL: <https://master-games.info/rejtingi/klassifikatsiya/> (дата обращения: 16.03.2022).

2 Елизарова, Н. А. Структурная схема настольной игры «По стопам дракона» / Н.А. Елизарова. — Текст : непосредственный // Современные достижения радиоэлектроники: сборник статей по материалам межвузовского молодёжного научно-практического семинара / под редакцией А.А Ковалёва. — Смоленск: ВА ВПО ВС РФ, 2022. — С. 70–72.

*А.С. Еремин маг.; рук. Д.С. Рассказа, ст. преп.
(филиал ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЕГИДРАТАЦИИ ТКАНЕЙ

Согласно существующей в медицинских кругах гипотезе, количество воды в клетках больного и здорового человека отличаются. Ранее [1] были рассмотрены общие вопросы, касаемые данного тезиса.

Для доказательства или опровержения гипотезы необходимо разработать устройство, которое позволит измерить содержание жидкости в тканях.

В основе исследований В.А. Глотова [2] лежит химический метод дегидратации.

Для измерения количества жидкости необходим датчик уровня жидкости резервуара. Поскольку изменение объема в измерительной колбе происходят незначительные, необходимо использовать датчик высокой точности. В ходе анализа рынка подходящих датчиков не было обнаружено. Было принято решение разработать датчик самостоятельно.

Оптимальным решением стал емкостной датчик, в силу простоты своей конструкции и, как следствие, дешевизны.

Система фиксации представлена на рисунке 1. Датчик состоит из двух обкладок конденсатора, плотно закрепленных в конструкции устройства, и пластинки диэлектрика, которая закреплена на поршне и в зависимости от количества жидкости в колбе изменяет свое положение относительно обкладок конденсатора. В следствие чего меняется емкость конденсатора.

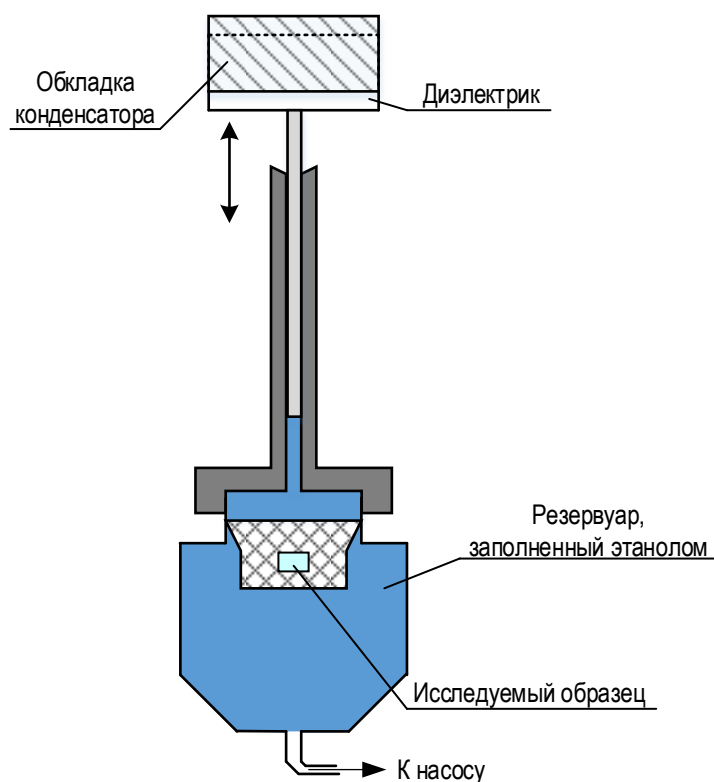


Рисунок 1 — Система фиксации

В качестве основных требований к диэлектрической пластине были выдвинуты: небольшая масса, высокая диэлектрическая проницаемость.

Рассматривались варианты использования бумаги, пропитанной шеллаком, гетинаксом и стекло, так как их диэлектрическая проницаемость равна: шеллак – 3,5, гетинакс от 5 до 8, стекло от 4 до 16. Таким образом главным критерием выбора материала стала масса. Масса гетинакса – до $2,6 \text{ г/см}^3$, шеллака – до $1,04 \text{ г/см}^3$, масса стекла в среднем в 10 и более раз выше рассматриваемых материалов. Таким образом исходя из заданных требований подходит шеллак. Но в связи с тем, что пропитанная шеллаком бумага достаточно хрупкая, то оптимальным вариантом является гетинакс.

Было принято решение сделать диэлектрическую пластину прямоугольной формы с размером 7 на 2 см.

В зависимости от положения диэлектрической пластины относительно обкладок диэлектрика емкость разработанного конденсатора будет зависеть от отношения воздуха и гетинакса и изменяться по зависимости, представленной на рисунке 2. Таким образом, для разрабатываемого конденсатора диапазон изменения емкости находится от 2,47 нФ до 13,62 нФ.

Принцип работы устройства основан на изменении времени заряда конденсатора в зависимости от его емкости. Время заряда от минимума до максимума определяется время при помощи таймера МК, и полученное значение затем обрабатывается микроконтроллером. Работа генератора линейных импульсов (ГЛИН) показана на рисунке 3. Из графика видно, что при изменении емкости конденсатора меняется и период сигнала.

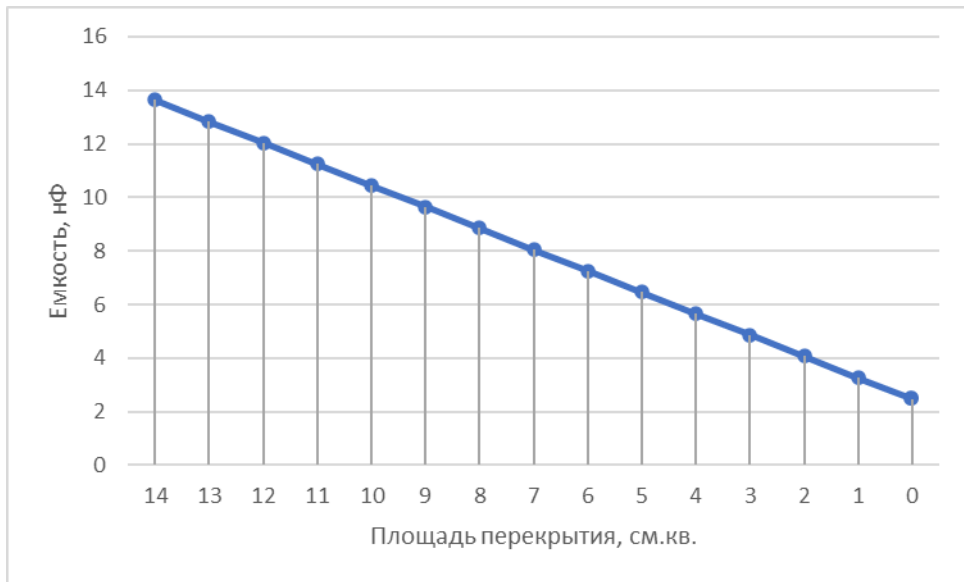


Рисунок 2 — Зависимость емкости конденсатора от площади перекрытия

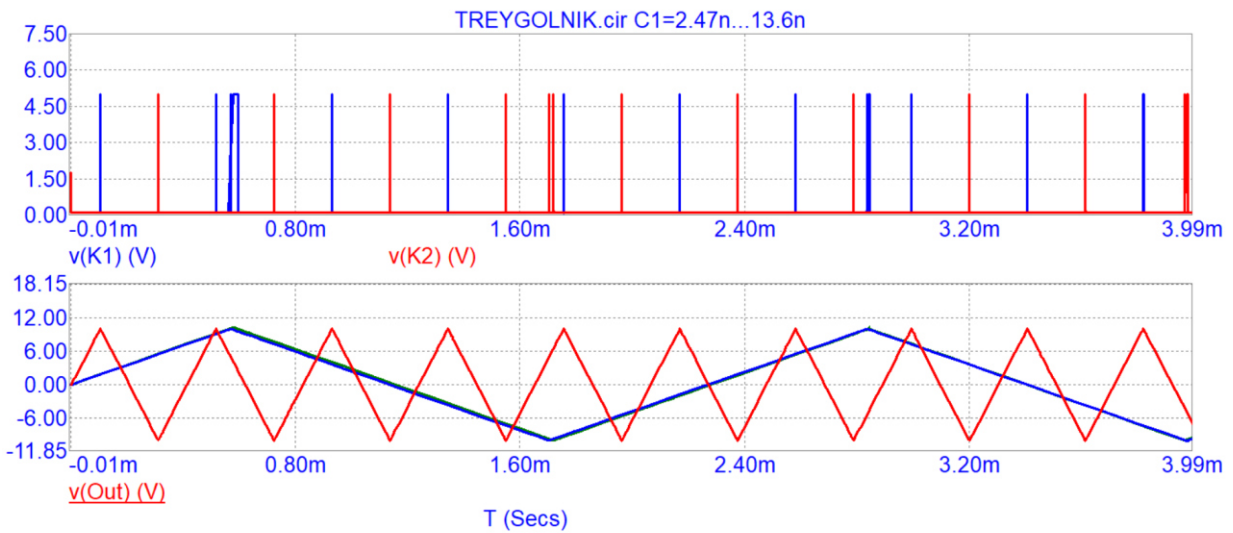


Рисунок 3 — Работа генератора линейных импульсов (ГЛИИ)

На рисунке 4 представлена структурная схема устройства дегидратации.

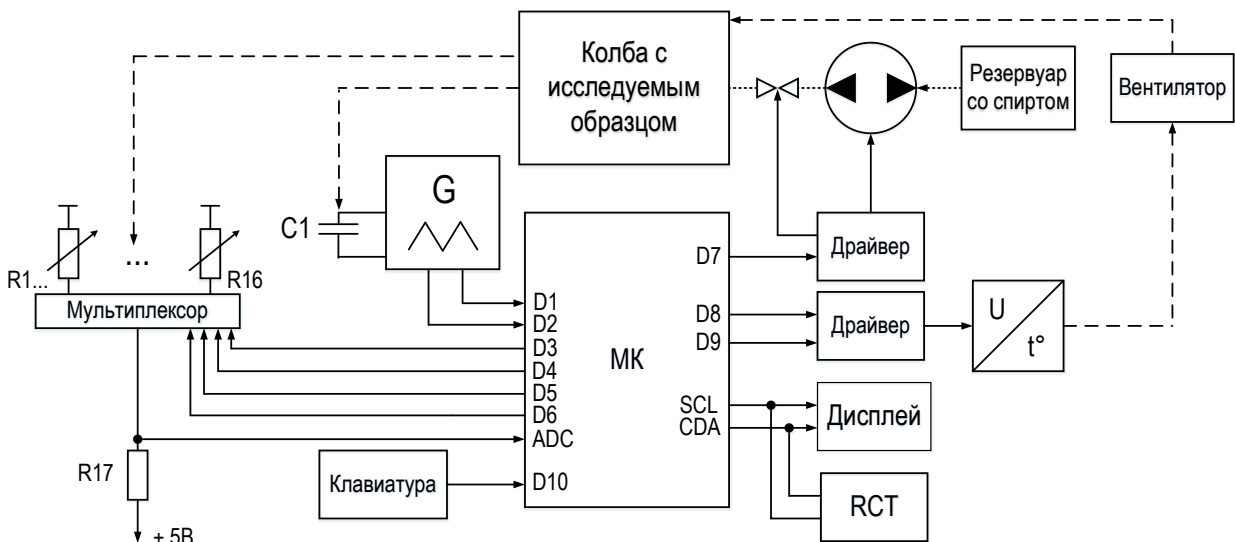


Рисунок 4 — Структурная схема устройства

Предусмотрено одновременное исследование 16 различных образцов.

Колба с исследуемым образцом представляет собой небольшой металлический сосуд, внутрь которого помещается фрагмент исследуемой ткани. Затем осуществляется автоматизированное заполнение колбы спиртом, который при помощи двустороннего наноса поступает из отдельного резервуара со спиртом, предварительно заполняемого оператором вручную. После проведения опыта по сигналу с микроконтроллера (МК) спирт из колбы перемещается обратно в резервуар. Управление клапаном колбы и самим насосом осуществляется через драйвер посредством МК.

Для контроля температуры к каждой колбе с исследуемым образцом снаружи прикреплен терморезистор.

С температурного датчика сигнал подается на встроенный аналого-цифровой преобразователь и в дальнейшем обрабатывается МК.

Терморезисторы крепятся на каждую из 16 колб. При помощи мультиплексора датчики поочередно подключаются к одному АЦП, встроенному в структуру микроконтроллера. Таким образом организован циклический контроль температуры в колбах с измерительным образцом.

В случае выхода температуры в колбе за установленные границы происходит включение элемента Пельтье на обогрев или охлаждение соответственно. Кроме того, для усиления охлаждения или нагрева в устройстве установлен вентилятор.

Для того, чтобы контролировать время прохождения процесса, в среднем это 2-3 часа, предусмотрены часы реального времени (RST на схеме). С их помощью оператор начинает отсчет в момент запуска процесса.

Ввод данных, выбор режимов работы осуществляется оператором при помощи матричной клавиатуры и четырехстрочным LCD-дисплеем.

На данный момент производится математическое моделирование работы устройства. Параллельно с этим производится исследование вариантов замены гетинакса. Это обусловлено тем, что структура гетинакса неоднородна и это может сказываться на результатах анализа. Одним из вариантов замены являются полиамидные пленки.

Литература

1. Сб. трудов XII Межд. науч.-техн. конф. В 3 т. Т 2. ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2022. с.74-76.
2. Глотов В.А. Геометрия биологического тканевого пространства // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Смоленск, СГМА. – 1997. – Т. 2. – Вып. 2. URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-3-html/10.htm>.
3. Учебно-методическое пособие для аспирантов к занятиям по дисциплине «Методы исследования в цитологии и гистологии» / Янин В.Л., Бондаренко О.М., Сазонова Н.А. БУ: «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», 2015.– 65с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЛИТЕЛЬНЫХ И УМНОЖИТЕЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ В САУ

Одним из актуальных направлений современной электроники и микропроцессорной техники является разработка цифровых (дискретных) и аналоговых систем автоматического регулирования (САР). Под автоматическим регулированием принято понимать обеспечение постоянства или изменения по определенному закону значения некоторого контролируемого параметра технологического процесса при отсутствии внешнего влияния на него человеком. Система автоматического регулирования также в некоторых инженерных источниках принято называть системами автоматического управления, основными звеньями которой являются объект управления (объект регулирования) и система управления (регулятор).

Актуальность исследования теории автоматического управления и поиска новых перспективных законов регулирования, алгоритмов управления и элементов систем управления обусловлена повсеместной применимостью систем автоматического управления в промышленности [1]. Так системы автоматического регулирования применяются в любом технологическом процессе на экономических субъектах промышленной направленности (например, регулятор температуры в технологических печах).

В области разработки устройств и систем управления микропроцессорной техники одной из необходимых задач является проектирование элементов питания составных узлов устройства с высокой точностью. Источником электроэнергии для устройств, как правило, выступает сеть промышленного и жилищного питания или автономные источники энергии [2]. Для преобразования электроэнергии источника в потребляемую электроэнергию устройством используются преобразователи электроэнергии. Как правило, используются импульсные преобразователи, так как они обладают много большим коэффициентом полезного действия и наиболее устойчивы к устареванию компонентной базы (по сравнению с линейными преобразователями электроэнергии). Импульсный преобразователь является замкнутой системой автоматического регулирования, в которой регулируемой величиной является значение выходного напряжения (или нескольких напряжений в многоканальных импульсных преобразователях).

Классическая система автоматического регулирования (с управлением по выходному напряжению), используемая в импульсных преобразователях электроэнергии имеет следующий вид, представленный на рисунке 1. Представленная система управления является линейной (или классической системой управления по отклонению), поскольку обратная связь в данной системе основана на применении вычитающего звена. Основным недостатком данной системы заключается в том, что она не способна учесть зависимость частотных характеристик объекта управления (силовой контур « $d \rightarrow U_c$ ») от

напряжения питания (поэтому напряжение питания преобразователя напряжения обычно задается в достаточно ограниченном диапазоне).



Рисунок 1 — Структурная схема замкнутой системы управления импульсного преобразователя напряжений с управлением по отклонению

Одним из этапов жизненного цикла любого устройства является его устаревание, в импульсных преобразователях данный этап заключается в деградации компонентной базы, в результате чего частотные характеристики заметно изменяются, а зависимость коэффициента передачи частотных характеристик от входного напряжения становится более выраженной. Вследствие этого замкнутая система управления по отклонению не может обеспечить прежних динамических характеристик системы, что приводит к ухудшению переходных характеристик и величины регулирования, что делает невозможным дальнейшую применимость импульсного преобразователя в прецизионных устройствах на данном жизненном цикле импульсного преобразователя.

Одним из возможных решений обозначенной проблемы является реализация импульсного преобразователя на основе логометрической системы автоматического регулирования, структурная схема одного из возможных вариантов построения системы которой представлена на рисунке 2.

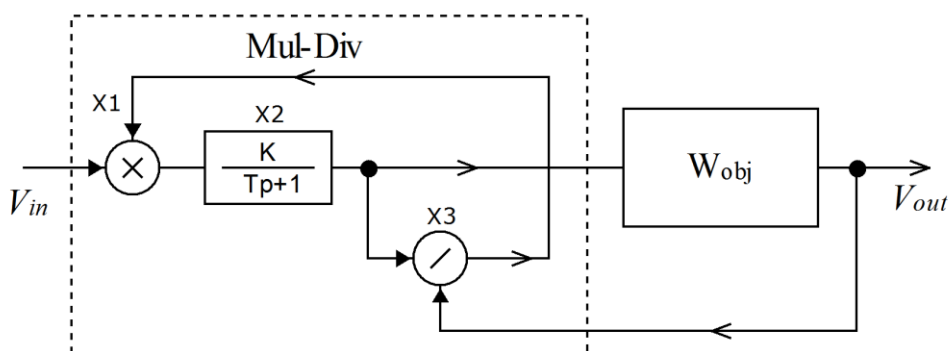


Рисунок 2 — Структурная схема логометрической системы автоматического регулирования

Логометрическую систему автоматического регулирования также в технической литературе можно встретить под названием системы автоматического регулирования на множительно-делительных звеньях. Основными звеньями системы управления являются:

- X1 – множительное звено, реализующее математическую операцию умножения для двух аналоговых сигналов;
- X2 – инерционное звено, в котором переходная характеристика представляет собой экспоненциальное изменение выходной величины до

установившегося значения, в логотметрической системе придает системе автоматического регулирования астатизм;

– ХЗ – делительное звено, реализующее математическую операцию деления для двух аналоговых сигналов.

Достижимый эффект при использовании множително-делительного звена достигается за счет стремления системы управления к поддержанию постоянного коэффициента передачи частотных характеристик объекта управления. То есть, при любом изменении коэффициента передачи силового контура преобразователя, система управления автоматически примет коэффициент передачи таким образом, чтобы скомпенсировать данные изменения. Вследствие данной компенсации изменений коэффициента передачи силового контура частотные характеристики системы остаются неизменными относительно коэффициента передачи системы, чем обеспечивается постоянство динамических характеристик системы автоматического регулирования импульсного преобразователя напряжений.

Применение логотметрической системы автоматического регулирования особенно актуально в области преобразовательной техники, поскольку подавляющее большинство силовых контуров преобразователей являются силовыми контурами понижающего преобразователя напряжений, то есть особенно подверженными изменению коэффициента передачи частотных характеристик от деградации компонентной базы и от изменения уровня входного напряжения питания.

Таким образом, были обозначены перспективы применимости множителных и делительных звеньев в системах автоматического регулирования. Наиболее актуальным направлением использования множително-делительной системы управления является преобразовательная техника, а именно – проектирование импульсных преобразователей напряжений.

Литература

1. Батюшев В.А. Электронные приборы. — М.: Техносфера, 2016. — 323 с: ил.
2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632с., ил.

*К.В. Захаров, студ.; Н.В. Субботин, студ.; Р.А. Левкин, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА С X86 ПРОЦЕССОРОВ НА ARM

Всё больше крупных компаний рассматривают возможность перехода с архитектуры x86 на ARM. Это связано с тем, что ARM-процессоры имеют ряд преимуществ перед x86, таких как меньшее энергопотребление, более высокая производительность в некоторых задачах и низкая стоимость. Одними из таких представителей являются *Apple, Microsoft, Qualcomm, Lenovo*. Речь в первую очередь идет о популярном рынке ноутбуков. Однако переход на новую архитектуру также представляет вызовы, связанные с необходимостью переписывания кода и обеспечения совместимости с уже существующими программами [5].

Архитектура *x86* была разработана компанией *Intel* в 1978 году и с тех пор стала основной архитектурой для персональных компьютеров. Процессоры *x86* основаны на наборе инструкций, которые называются *CISC–Complex Instruction Set Computing* (вычисление сложных наборов команд). Он включает в себя множество команд, которые позволяют процессору выполнять сложные операции с высокой эффективностью, такие как работа с памятью, арифметические, логические, операции сравнения и переходы. *CISC* нуждалась в большом количестве транзисторов для поддержки сложных инструкций.

Большинство инструкций *CISC* обращаются к основной памяти, что приводит не только к снижению скорости, но и ко многим сложным режимам адресации. Набор инструкций *CISC* может быть очень большим и разнообразным, что позволяет процессору выполнять множество различных задач. Однако, он также может приводить к более сложной архитектуре процессора и увеличению энергопотребления [4].

Архитектура *ARM* была разработана компанией *ARM Holdings* в 1985 году и стала основной для мобильных устройств. Процессоры *Arm* основаны на наборе инструкций *RISC–Reduced Instruction Set Computing* (вычисления с сокращенным набором команд). Он включает в себя меньшее количество команд, но они более простые и быстрее исполняются. *ARM* был создан для упрощения архитектуры процессора и повышения его производительности. Набор инструкций *RISC* обычно более энергоэффективен и производителен чем *CISC*, но требует большего количества команд для выполнения сложных операций. Однако, он также может быть более простым в реализации использовании, что делает его предпочтительным для некоторых приложений. *ARM*-процессоры обычно потребляют меньше энергии, чем *x86*-процессоры, что делает их идеальным выбором для мобильных устройств, где длительное время автономной работы является критически важным фактором [4].

Сравнение *RISC* и *CISC* зависит от конкретных потребностей пользователя. Если требуется высокая производительность для выполнения сложных задач, то *CISC* может быть лучшим выбором, однако если требуется низкое энергопотребление и более доступная цена, то *RISC* может быть предпочтительнее. Кроме того, *RISC* может быть более удобен для программистов, поскольку он использует простые инструкции, что упрощает написание кода. Однако некоторые программисты могут предпочитать *CISC* из-за его способности выполнять несколько операций за один цикл процессора.

Архитектура *ARM* также как и *x86* состоит из нескольких компонентов:

- ядро процессора – основная часть архитектуры, которая обрабатывает данные и инструкции,
- кэш-память – быстрая память, которая хранит наиболее часто используемые данные и инструкции, чтобы ускорить доступ к ним,
- контроллер памяти – компонент, который управляет доступом к памяти и обеспечивает быстрый доступ к данным,
- шина данных – канал связи между процессором и другими компонентами системы, такими как память, периферийные устройства и т.д.,

- шина адреса – канал связи между процессором и памятью, который используется для передачи адресов памяти,

- периферийные устройства – компоненты системы, которые обеспечивают ввод и вывод данных, такие как клавиатура, мышь, дисплей и т.д.

Архитектуры *x86* и *ARM* состоят в своем большинстве из одинаковых компонентов. Единственное и самое главное отличие в их структуре — это ядра процессоров *ARM*-процессоры могут иметь различные ядра, такие как *Cortex-A*, *Cortex-M* и *Cortex-R*.

В целом, архитектура *ARM* является высокопроизводительной и энергоэффективной, что делает ее идеальным выбором для мобильных устройств.

Тем не менее, переход на *ARM*-архитектуру не является простым процессом. Он связан с необходимостью переписывания кода и обеспечения совместимости с уже существующими программами. Кроме того, не все задачи могут быть выполнены на *ARM*-процессорах с той же производительностью, что и на *x86*-процессорах.

Несмотря на это, уже есть примеры успешного перехода на *ARM*-архитектуру: например, компания *Apple* начала использовать свои собственные процессоры на основе архитектуры *ARM* в своих устройствах начиная с 2020 года, что позволило улучшить производительность и энергоэффективность своих устройств [1].

Другой пример – это компания *Microsoft*, которая выпустила версию операционной системы *Windows* для устройств на базе процессоров *ARM*. Это позволяет пользователям использовать свои устройства на базе *ARM* для выполнения тех же задач, что и на устройствах на базе *x86* [5].

Также стоит отметить, что переход на *ARM*-архитектуру может быть выгодным не только для мобильных устройств, но и для серверов. В этом случае, энергоэффективность *ARM*-процессоров может привести к значительной экономии электроэнергии и снижению затрат на обслуживание серверов.

Для подтверждения теоретической части было проведено сравнение двух процессоров на разных архитектурах: со стороны *arm* был выбран процессор *Apple M1* в составе ноутбука *Macbook Air* на пассивном охлаждении, со стороны *x86*—*intel core i7-10850h*, в составе ноутбука *DELL Latitude 5411*.

Сравнения процессоров проводились в программах сравнения производительности: *Cinebench R23*, *Geekbench 5*, результаты тестирования процессоров показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты тестирования процессоров в бенчмарках

Режим тестирования	<i>APPLE M1</i>		<i>Intel Core i7-10850h</i>	
	<i>Single Thread</i>	<i>Multi Thread</i>	<i>Single Thread</i>	<i>Multi Thread</i>
<i>Cinebench R23</i> , баллы	1498	7508	1196	7455
<i>Geekbench 5</i> , баллы	1723	7745	1148	5355
Энергопотребление, <i>Вт</i>	16,5		45	
Температура, ° <i>C</i>	79		85	

Как видно из полученных результатов (таблица 1), ноутбук, основанный на архитектуре *ARM* при меньшем энергопотреблении и тепловыделении имеет лучшие показатели в однопоточных и многопоточных задачах. Это можно объяснить тем, что процессор *M1* имеет гораздо меньший размер по сравнению с *Intel*.

Несмотря на различия в производительности и энергопотреблении, *x86* и *ARM*-процессоры могут быть использованы для выполнения большинства задач. В конечном итоге выбор архитектуры зависит от конкретных потребностей пользователя.

В заключение, переход крупных компаний с архитектуры *x86* на *ARM* может принести значительные выгоды в виде улучшения производительности и снижения энергопотребления. Однако этот процесс также представляет вызовы, связанные с необходимостью переписывания кода и обеспечения совместимости с уже существующими программами.

Литература

1 Apple announces move to ARM-based Macs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apple.com/newsroom/2020/06/apple-announces-mac-transition-to-apple-silicon/> (Дата обращения: 05.03.2023).

2 Война за чипы: сменят ли ARM процессоры *x86* и почему все зависит от Apple [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/amp/news/608a993e9a79475631a206ab> (Дата обращения: 05.03.2023).

3 RISCy business: The future of *x86* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/macoclock/riscy-business-the-future-of-x86-f81be3d7a5da> (Дата обращения: 05.03.2023)

4 ARM vs *x86*: Is ARM really better than Intel? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techradar.com/news/arm-vs-x86-is-arm-really-better-than-intel> (Дата обращения: 05.03.2023).

5 Microsoft планирует активно развивать ARM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/selectel/blog/693052/> (Дата обращения: 05.03.2023).

6 Qualcomm перевернет рынок ПК с ARM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/news/2022/11/07/qualcomm-arm-apple-mac-qualcomm-12-cpu.html> (Дата обращения: 05.03.2023).

*А.С. Иванова, студ.; М.С. Ковалева, студ.; рук. С.А. Образцов к.т.н. доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, г. Смоленск)*

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРФЕЙСА К ПРОГРАММИРУЕМЫМ РЕЛЕ

В автоматизированных системах для обеспечения взаимодействия устройств между собой используются стандартные промышленные интерфейсы. При проектировании программируемого реле необходимо обеспечить связь с управляемыми модулями. В качестве интерфейса связи может быть использован интерфейс RS-485, который является одним из распространенных стандартов физического уровня связи.

Устройства, объединенные в сеть по интерфейсу RS-485, соединяют при помощи витой медной пары, образующую двунаправленные линии связи. По одной линии передается прямой сигнал, а по второй – инвертированный, тем самым за счет разности потенциалов между линиями, обеспечивается высокая устойчивость к синфазной помехе.

Однако при использовании интерфейса следует учитывать, что на большой скорости передачи (115200 бит/с) ширина передаваемых импульсов сравнима с

шириной импульсов, вызванных отражениями от концов линии, а при большом количестве ответвлений линий связи может произойти рассогласование сигнала. Известно, что витые пары обладают волновым сопротивлением 120 Ом, а скорость распространения волны по ним составляет примерно 206 мм/нс. При меньших скоростях передачи искажения не будут оказывать сильного влияния, а для устранения отражений на больших скоростях линия должна быть нагружена на сопротивление, равное волновому сопротивлению кабеля. Поэтому в схему устройства добавляют внешний согласующий резистор на 120 Ом. Но при больших расстояниях и малых скоростях такое согласование ухудшает сигнал, поэтому согласующие резисторы обычно устанавливают внутри изделия и отключаются микропереключателем в случае необходимости.

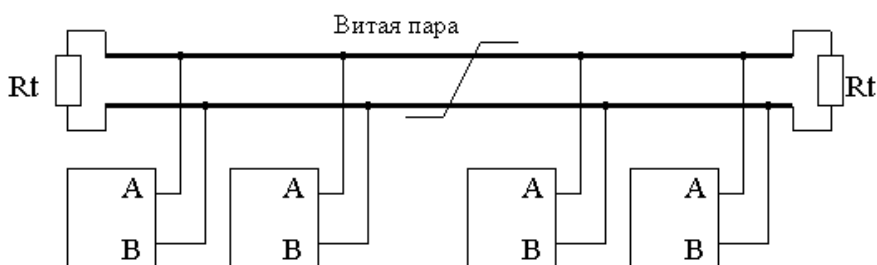


Рисунок 1 – Соединение приемопередатчиков по RS-485

Для схемотехнической реализации самого интерфейса используются полнофункциональные трансиверы – приемо-передатчики, а питание линий приемной и передающих сторон гальванически развязывают. Конечным приемником сигнала в программируемом реле является микроконтроллер.

Оптоэлектронная гальваническая развязка обеспечивает необходимую защиту управляющих узлов интерфейса, так как приемник не оказывает влияние на источник сигнала и защищен от больших токов, возникающих в цепи передатчика. Прием данных от трансивера в микроконтроллере осуществляется по протоколу UART.

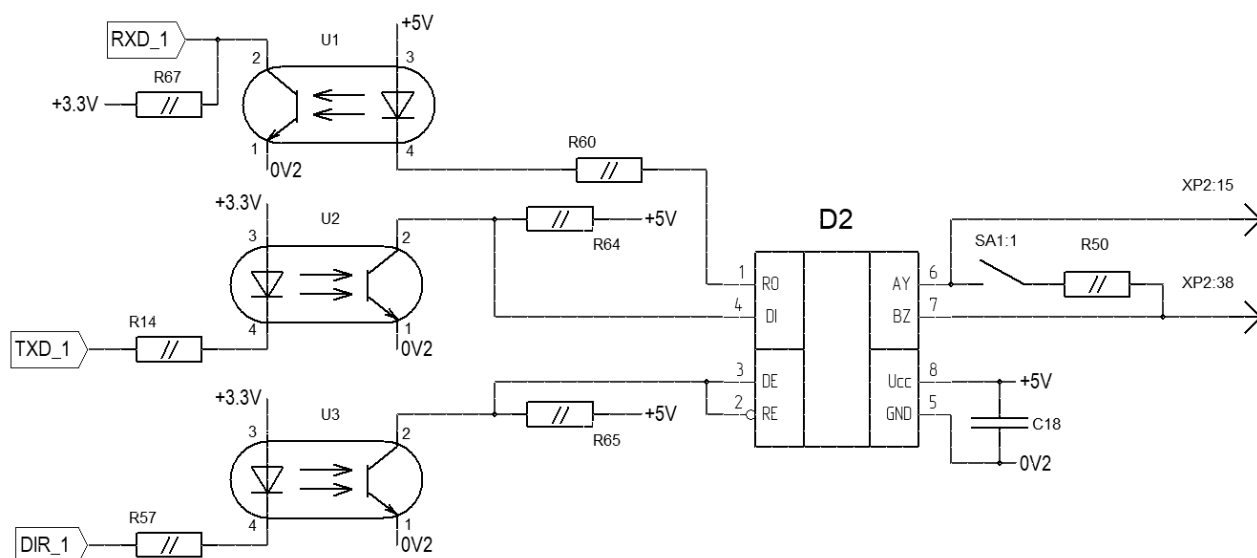


Рисунок 2 – Соединение трансивера с микроконтроллером

Для того чтобы обеспечить развязку линий передачи между микроконтроллером и трансивером необходимо ограничить ток светодиода оптопары. Кроме того, необходимо обеспечить минимальный уровень смещения сигнала, чтобы предотвратить неопределенное состояние на выходах, т.к. чувствительность трансиверов составляет от $\pm 200\text{мВ}$. Напряжение смещения (230мВ) обеспечивается с помощью подтяжек линий связи к питанию через резисторы номиналом в 10кОм .

Для оценки передаваемых данных через оптоэлектронную развязку проведено имитационное моделирование в программе *MicroCap 11*.

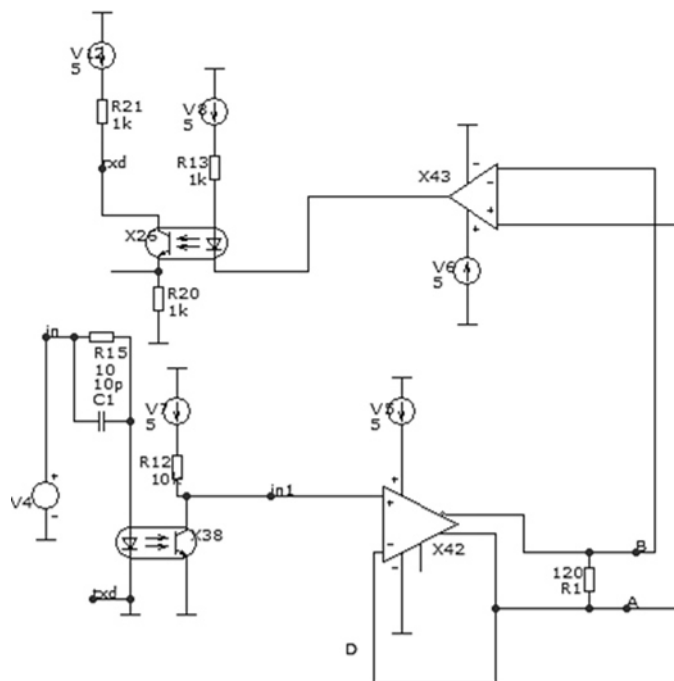


Рисунок 3 – Имитационная модель трансивера

При моделировании во входную цепь добавлена RC-цепь в качестве звена, создающего помехи.

На первых двух диаграммах (линии передачи А и В) заметны помехи, но на линии данных, идущей к приемнику, искажений нет. Таким образом, по полученным временным диаграммам видно, что разработанная схема обладает достаточной устойчивостью к помехам.

Спроектированная схема является самостоятельным функциональным модулем с отдельным источником питания. В настоящий момент разрабатывается печатная плата и 3D-модель устройства.

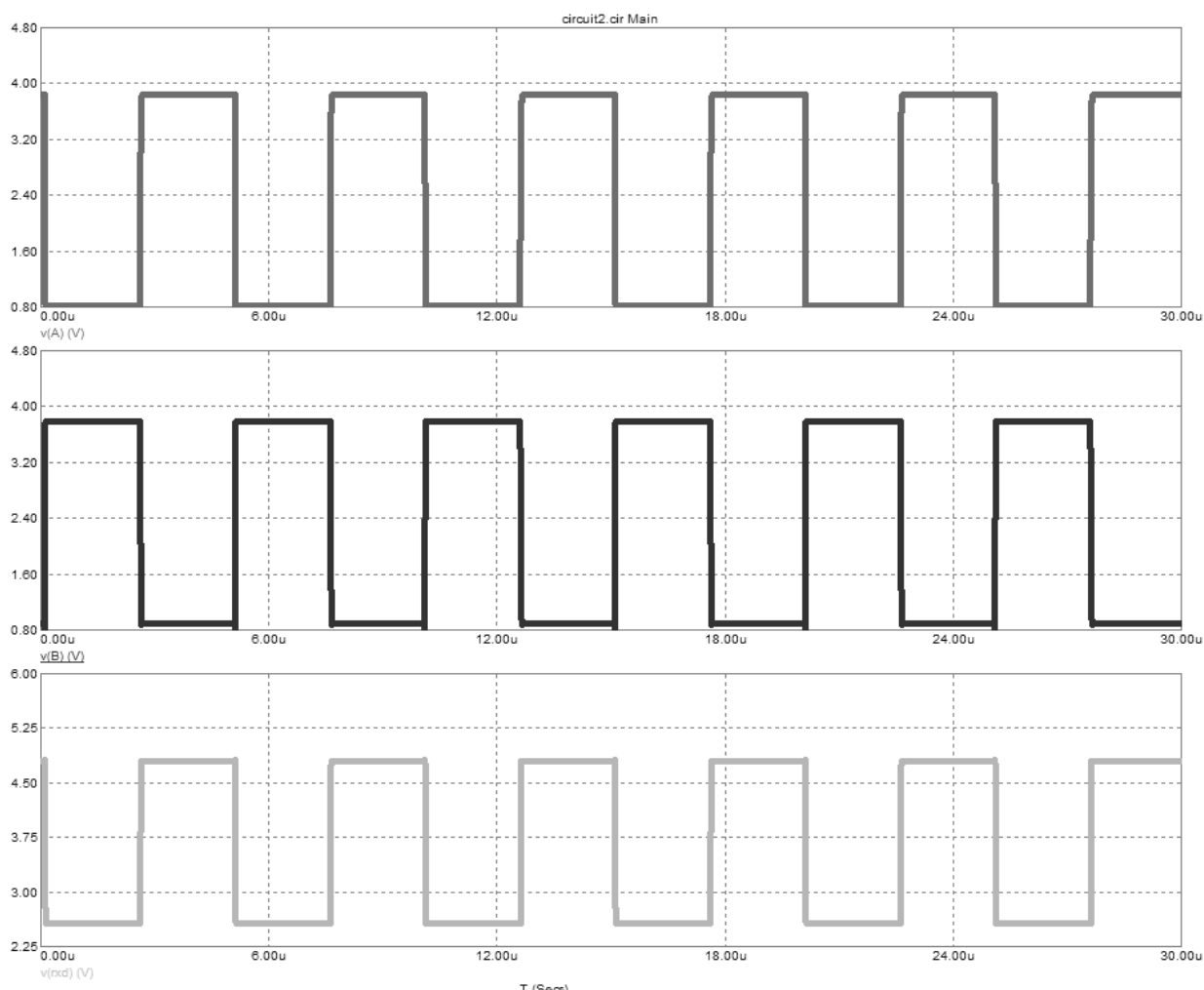


Рисунок 4 – Временные диаграммы линий связи передатчика

Литература

1. ПР102 программируемое реле на 40 каналов ввода/вывода с возможностью расширения входов/выходов [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://owen.ru/product/pr102>
2. Программируемые интеллектуальные реле [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/840-programmiruemye-intellektualnye-rele.html>

*А.В. Кавин, студ.; рук. С.А. Образцов, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

МОДЕРНИЗАЦИЯ «СТАРОГО» РАДИОПРИЁМНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *Arduino*

Несмотря на то, что в современном мире Интернета обычное аналоговое радио становится всё менее востребованным и всё ещё продолжает использоваться, являясь довольно простым, но и в то же время актуальным средством передачи массовой информации. Эфирное вещание современных радиостанций ведётся в «верхнем» диапазоне УКВ на частотах 88-108Мгц с частотной модуляцией. Однако сохранилось ещё большое число радиоприёмников, произведённых ещё в прошлом веке, которые характеризуются высоким качеством изготовления, высоким качеством звучания и приятным внешним видом, поэтому они до сих пор пользуются

спросом у радиолюбителей и коллекционеров. Однако многие из них они не рассчитаны на приём «верхнего» УКВ диапазона, так как рассчитаны на приём только средних и длинных волн, лишь некоторые модели могут ловить также короткие и ультракороткие волны «нижнего» диапазона на частотах 64–76 МГц. Поскольку на территории Российской Федерации в этих диапазонах радиовещание ныне не ведётся, то такие приёмники зачастую не могут быть использованы по своему изначальному назначению.

Для того, чтобы подарить им «вторую жизнь», необходимо либо перестраивать блок УКВ (при его наличии) с «нижнего» вещательного диапазона на «верхний», либо создавать собственный модуль УКВ-радиоприёмника, используя от модернизируемого аппарата лишь источник питания и усилитель звуковой частоты. Однако создание традиционного аналогового радиоприёмника требует наличия определённых специальных навыков, а также специализированных приборов. Ситуацию изменяет наличие радиоприёмников с цифровой обработкой сигналов, выполненных в виде интегральных микросхем или готовых модулей с минимальным числом внешних компонентов, управляемых с помощью микроконтроллеров. В данной статье речь пойдёт о создании модуля УКВ радиоприёмника с функцией изменения цвета подсветки шкалы и MP3-плеера под управлением микроконтроллера *Atmega328p* в составе платы *Arduino nano*, используемого для модернизации радиоприёмника *VEF-202* с полным сохранением аутентичности.

В качестве модернизируемого устройства используется радиоприёмник *VEF-202*, произведённый в 1975 году на рижском радиозаводе. В стоковом состоянии он может работать на диапазонах длинных и средних волн и пяти поддиапазонах коротких волн с амплитудной модуляцией. (рисунок 1).



Рисунок 17 — приёмник VEF-202.

Включение приёмника организуется с помощью выключателя, конструктивно совмещённым с переменным резистором, регулирующим громкость.

Диапазоны переключаются с помощью барабанного переключателя на 8 положений. На семи из них находятся планки с контурами для работы на диапазонах длинных, средних и коротких волн, в восьмом положении планка отсутствует. Оно используется для включения питания добавленных в приёмник модулей и компонентов с помощью геркона и магнита.

В качестве УКВ-радиоприёмника используется модуль на микросхеме *TEA5767*, управляемый микроконтроллером по шине *I2C*. В качестве микроконтроллера используется плата *Arduino nano* с контроллером *AtMega328p*. Для возможности воспроизведения аудиозаписей с *MicroSD* карты используется модуль *DFPlayer mini*. Для подсветки шкалы используются четыре *RGB*-светодиода, а также две лампы накаливания. Настройка УКВ приёмника на частоту, а также переключение треков осуществляются посредством переменного резистора на 10кОм, изменяющего напряжение на входе аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера. Переключение устройства из режима УКВ в режим *MP3*-плеера осуществляется с помощью тактовой кнопки, конструктивно соединённой с кнопкой подсветки. Постановка треков на паузу и их последующее воспроизведение осуществляется с помощью невидимой снаружи сенсорной кнопки, расположенной в левой части приёмника.

Питание устройства осуществляется от двух литий-ионных аккумуляторов типа 18650 ёмкостью 2000мАч, соединённых последовательно с использованием платы защиты, которая отключает питание радиоприёмника, если хотя бы один аккумулятор разрядится до 3 В, а также отключает зарядку аккумуляторов при достижении полного заряда, исключая перезаряд. Исходя из этого напряжение питания устройства составляет от 6 до 8.4 вольт, что достаточно для работы радиоприёмника *VEF-202* и платы *Arduino*. Микроконтроллер, модуль УКВ-приёмника, модуль плеера и светодиоды питаются напряжением 5 вольт, формируемым линейным стабилизатором на плате *Arduino*.

Зарядка аккумуляторов производится с помощью модуля *DC-DC* преобразователя *XL4015*, ограничивающего напряжение и ток заряда аккумуляторов. Питание модуля осуществляется от импульсного источника питания напряжением 9 вольт и максимальным током 1А.

Модуль УКВ-радиоприёмника на микросхеме *TEA5767* подключается к микроконтроллеру по двухпроводной шине *I2C*. Для её работы используется библиотека *Wire*. Микроконтроллер передаёт управляющие байты, которые записываются в регистры микросхемы радиоприёмника, отвечающие за принимаемую частоту, громкость, стереофоническое или монофоническое звучание. В данном случае программно устанавливается максимальная громкость. Вывод антенны модуля УКВ-радиоприёмника подключается к телескопической антенне через разделительный конденсатор ёмкостью 10 пФ, а один из выходов звука подключается к усилителю звука радиоприёмника *VEF-202* через разделительный конденсатор ёмкостью 1мкФ. Он необходим для

развязки по постоянному току, поскольку общий провод модернизируемого радиоприёмника подключается к положительному полюсу источника питания, а общим проводом используемых модулей, включая модуль УКВ-радиоприёмника, является отрицательный полюс источника питания.

Модуль MP3-плеера *DFPlayer mini* необходим для возможности воспроизведения аудиозаписей в формате MP3. Он подключается к микроконтроллеру посредством последовательного интерфейса *UART*. Также имеется линия занятости плеера *busy*, выдающая логическую единицу, если плеер не воспроизводит аудиозапись, и логический ноль, если запись воспроизводится. Воспроизводимые аудиозаписи хранятся на карте *flash*-памяти *MicroSD*, устанавливаемой в слот на модуле плеера. Для управления плеером используется библиотека *DFRobotDFPlayerMini*.

Тактовая кнопка, конструктивно связанная с кнопкой включения штатной подсветки радиоприёмника *VEF-202*, подаёт при нажатии низкий логический уровень на запрограммированный на вход вывод микроконтроллера на плате *Arduino* и служит для переключения устройства из режима радиоприёмника в режим MP3-плеера и наоборот.

Поворотный переменный резистор с максимальным сопротивлением 10кОм закреплён на шасси приёмника с помощью детали, напечатанной на 3D-принтере. Он конструктивно связан с осью конденсатора переменной ёмкости радиоприёмника *VEF-202* с помощью двух шкивов, закреплённых на осях конденсатора и переменного резистора и подобранных таким образом, чтобы крайние положения ротора конденсатора переменной ёмкости совпадали соответственно с крайними положениями оси переменного резистора. Шкивы связаны друг с другом с помощью капроновой нити. Таким образом, при повороте ручки настройки ось переменного резистора вращается вместе с ротором переменного конденсатора и верньерным механизмом модернизируемого радиоприёмника. Крайние выводы переменного резистора, включенного в режиме потенциометра, подключены к питанию микроконтроллера и к общему проводу, а напряжение со среднего вывода подаётся на вход АЦП микроконтроллера и изменяется в пределах от нуля до пяти вольт в зависимости от положения оси переменного резистора.

В зависимости от подаваемого на вход АЦП напряжения числовое значение оцифрованного сигнала изменяется от 0 до 1024.

В режиме УКВ-радиоприёмника это значение пересчитывается микроконтроллером в принимаемую частоту в диапазоне 83-108 МГц и отправляется в модуль радиоприёмника по шине *I2C*. При изменении значения АЦП на единицу значение принимаемой частоты изменяется с шагом 0.025 МГц, что достаточно для точной настройки приёмника на радиостанцию.

В режиме MP3-плеера изменение значения АЦП на единицу большую сторону включает воспроизведение последующей аудиозаписи, а при изменении в меньшую сторону — воспроизведение предыдущей аудиозаписи.

Начало воспроизведения и постановка на паузу производится с помощью невидимого снаружи модуля ёмкостной сенсорной кнопки, находящегося с

левой стороны радиоприёмника. При касании он устанавливает высокий уровень на входе микроконтроллера. Для того, чтобы модуль, находясь внутри корпуса приёмника, реагировал на касания, подбирается конденсатор ёмкостью 10 пФ.

В качестве усилителя звуковой частоты используется часть схемы приёмника *VEF-202*, отвечающая за усиление звука, собранная на германиевых транзисторах с использованием трансформаторов. Для регулировки громкости звука используется переменный резистор, конструктивно совмещённый с выключателем питания. Для воспроизведения звука используется динамик 1ГД-4А сопротивлением 8 Ом и мощностью 1 ватт.

Подсветка шкалы приёмника реализована с помощью четырёх *RGB*-светодиодов с общим анодом и двух ламп накаливания. Светодиоды подключены параллельно через резисторы 220 Ом по два светодиода с каждой стороны шкалы. Питание светодиодов осуществляется напряжением 5 вольт от линейного стабилизатора и коммутируется с помощью маломощных МОП-транзисторов *2N7000*, управляемых микроконтроллером. Лампы накаливания с номинальным напряжением питания 3В соединены последовательно и подключаются через резистор к питанию радиоприёмника. Они также управляются микроконтроллером с помощью ключа на полевом транзисторе, а также могут принудительно включаться кнопкой подсветки даже при работе приёмника на длинных, средних и коротких волнах при выключенном питании *Arduino*.

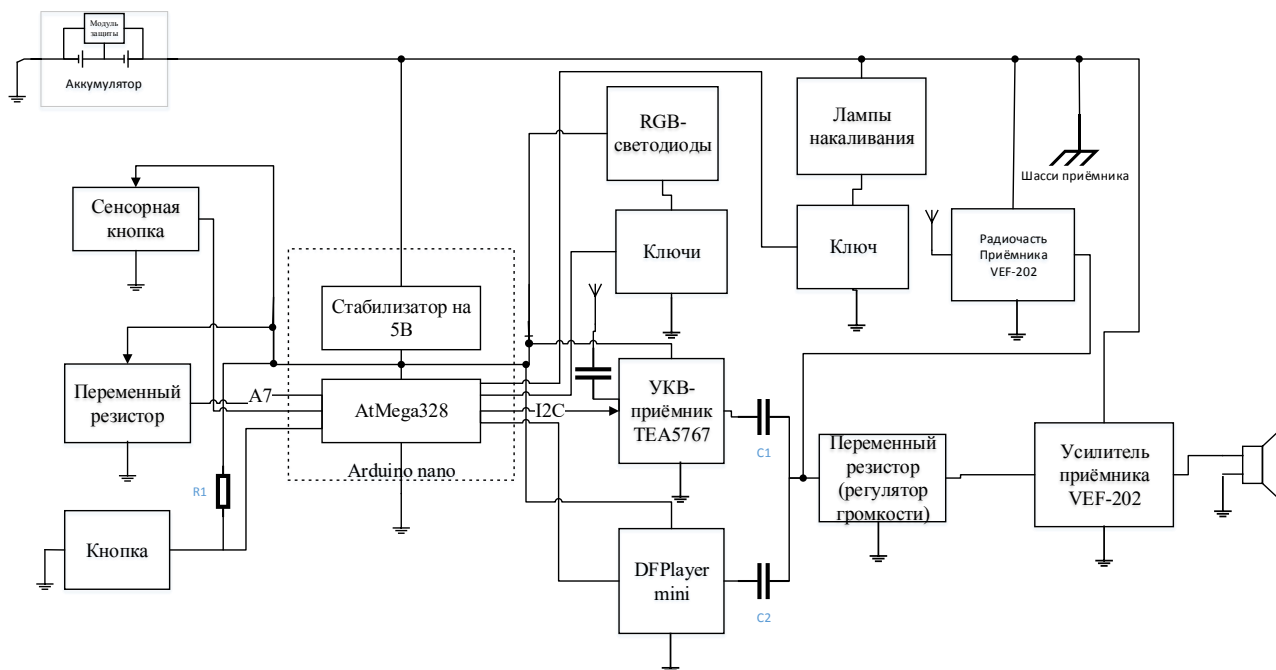


Рисунок 18 — Функциональная схема устройства

Управление подсветкой осуществляется с помощью прерываний, генерируемых 16-разрядным таймером *Timer1* по совпадению. Константа, при совпадении с которой таймер генерирует прерывание, подобрана таким образом, чтобы подсветка меняла цвет каждую секунду. Светодиоды подсветки светятся поочередно красным, желтым, зелёным, бирюзовым, синим, фиолетовым и

белым цветами, а затем полностью гаснут, при этом включаются лампы накаливания. Затем цикл повторяется.

Функциональная схема изображена на рисунке 2.

Дальнейшим развитием представленного в статье проекта может быть замена модуля УКВ-приёмника на более чувствительный *RDA5807*, а также добавление модуля *Bluetooth* для возможности беспроводного подключения мобильного телефона.

Литература

1 Титце У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк; пер. с нем.; под ред. А.Г. Алексеенко. – М.: Мир, 1982. – 512 с.

2 Хоровиц П. Искусство схемотехники 7-ое издание / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ.; под ред. Т.Г. Хохлова. – М.: Мир, 2009. – 704 с.

3 Мартин Т. Микроконтроллеры Atmega. Семейство микроконтроллеров AVR. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – 296 с.

*А.В. Кавин, студ.; рук. С.А. Образцов, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В СОСТАВЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ

Радиолокация в современном мире получила широчайшее распространение. Устройства, использующие принципы радиолокации, можно встретить не только в комплексах специального назначения, но и в сфере гражданского применения. И число данных применений постоянно растет [1]. Однако, наиболее передовым и перспективным объектом реализации принципов радиолокации остаются изделия специального назначения, одним из которых является радиолокационная станция (РЛС) наземного базирования.

Современная радиолокационная станция имеет сложное техническое устройство, объединяя в себе множество независимых систем (рис. 1.)

В рамках данного исследования подробно рассмотрим устройство системы поворота. Данная система, в большинстве реализаций, предусматривает средства автоматического горизонтирования платформы РЛС [2] и гидравлические или электрические средства обеспечения азимутального поворота и вертикальной развертки. Для контроля за проведением азимутального поворота станции и определения точного углового перемещения относительно установленного нулевого положения используются специальные средства – преобразователи угловых перемещений.

В общем случае, в данных системах используются два основных вида подобных преобразователей, основанных на фотоэлектрическом эффекте: инкрементальный и абсолютный. Конструктивно данные виды преобразователей имеют общее строение (рис. 2), однако каждый из функциональных элементов (радиальная растровая маска, расположение и конструкция фотоприемников и фотопередатчиков и т.д.) имеет отличительные особенности, влияющие на работу всего устройства в целом.

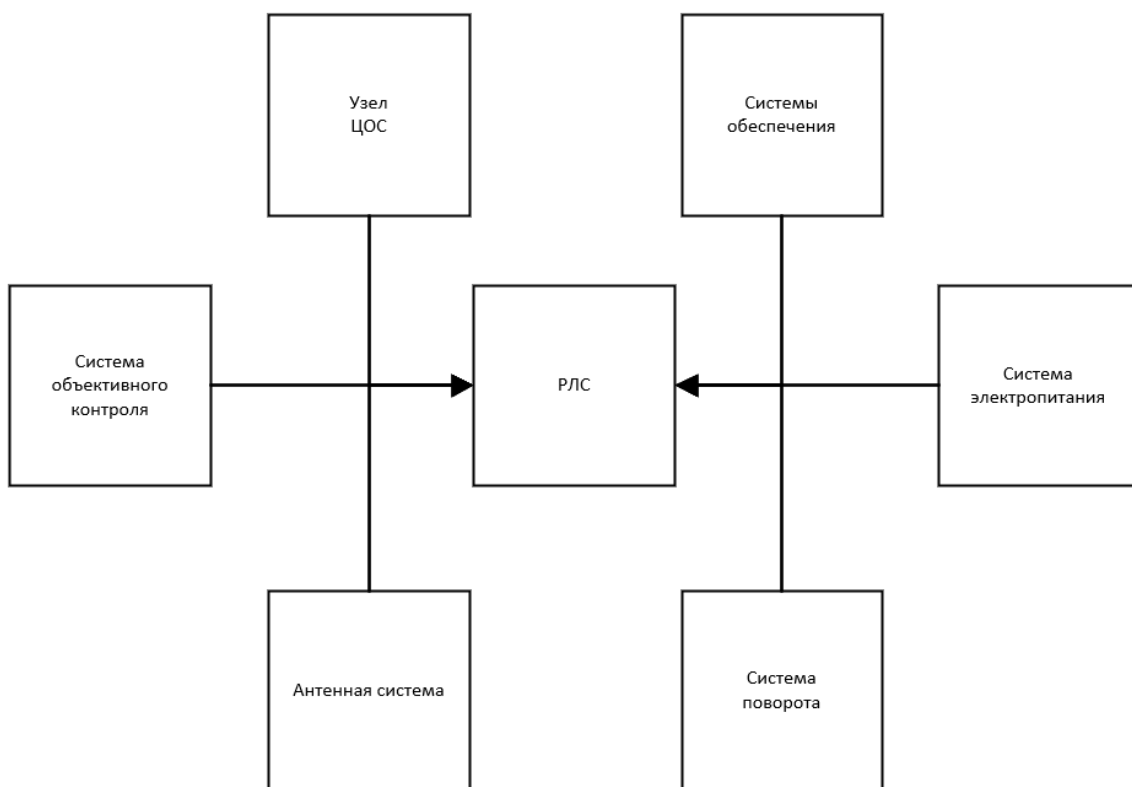


Рисунок 1 — Обобщенная блок-схема основных составляющих современной РЛС

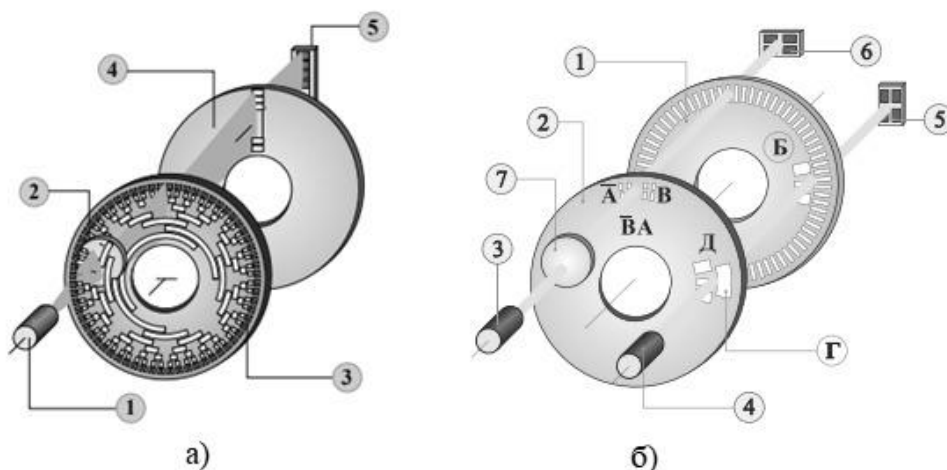


Рисунок 2 — Конструктив преобразователей угловых перемещений: а) – абсолютного типа, б) инкрементального типа

Главной различием данных видов преобразователей является определение текущего углового положения без совершения перемещения. Благодаря специальной конструкции растровой маски и растрового анализатора, абсолютные преобразователи имеют возможность определять текущее угловое положение без совершения перемещений, так как для каждого определенного дискретного углового направления существует уникальная конфигурация фотоприемного устройства. В то же время, это является большим недостатком данного вида преобразователей – ввиду сложной конструкции растровой маски, допустимая

дискретность углового отклонения напрямую зависит от массы и габаритов самого преобразователя и конструктивного усложнения фотоприемных устройств. Это означает, что для увеличения разрешающей способности определения угла поворота требуется больший размер самого преобразователя, что не всегда допустимо в устройствах специального назначения.

Данного недостатка лишены преобразователи инкрементального типа. Благодаря конструкции растровой маски, данные виды преобразователей обеспечивают лучшую (по сравнению с абсолютными преобразователями) угловую разрешающую способность. Однако, существенным недостатком данного вида преобразователей, в свою очередь, является невозможность определения текущего углового положения в стационарном состоянии. Данный недостаток во многом нивелируется использованием цифровых узлов, обеспечивающих контроль, сохранение и передачу информации по различным видам интерфейсов на узлы целевого использования. В таком случае, данный вид преобразователей обеспечивает лучшую разрешающую способность по определению углового перемещения в случаях, когда питание модуля обеспечивается постоянно. В случае снятия питающего напряжения и непланируемого поворота платформы РЛС дальнейшая эксплуатация данного вида преобразователей без проведения механической калибровки будет вносить существенные искажения в определение текущего углового направления. Таким образом, все преобразователи угловых перемещений, основанные на фотоэлектрическом эффекте, имеют свои достоинства и недостатки [3].

Перспективным направлением развития преобразователей угловых перемещений является использование магнитного эффекта в составе данных изделий. Основным элементом данных преобразователей является магниточувствительный сенсор, обеспечивающий преобразование магнитного потока в электрический сигнал ПИ-типа (аналогичный сигнал выдается и фотоэлектрическими преобразователями). Конструкция сенсора предполагает использование специальных интегральных микросхем (например, АМ256). Разрешающая способность по определению углового перемещения в таких системах напрямую зависит от магнитной чувствительности цифровой части данного преобразователя.

При этом, данный вид преобразователей лишен недостатков инкрементальных преобразователей и не требует к питающим напряжениям – определение текущего углового положения определяется в момент запуска аппаратуры и не требует постоянной калибровки. Также данные виды преобразователей имеют минимальные массогабаритные параметры (исходя из конструктивного устройства), имеют высокие эксплуатационные характеристики надежности и долговечности. При этом, использование в данном виде преобразователя магнитного эффекта обеспечивает бесконтактный принцип работы – обеспечение механической изоляции подвижных частей преобразователя от блока электронной обработки.

Таким образом, очевидно, что перечисленные преимущества лежат в основе перспективного использования данных видов преобразователей в системах по-

ворота радиолокационных станций, работающих в тяжелых условиях эксплуатации и требующих надежных устройств, определяющих текущее угловое положение с достаточной точностью.

Литература

1. Разжигина, Ю. Р. Основы радиолокации в современном мире / Ю. Р. Разжигина, А. И. Черноволенко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 17 (151). — С. 75-78. — URL: <https://moluch.ru/archive/151/42770/> (дата обращения: 05.03.2023).

2. Гладкий А.В., Жарин А.Л. Система автоматизированного горизонтирования платформы радиолокационной станции // Приборостроение - 2017. Сб. трудов 10-й Международной научно-технической конференции - 2017. - С. 32-33. (дата обращения: 06.03.2023).

3. Каталог преобразователей угловых перемещений – СКБ ИС [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://skbis.ru/catalog/rotary> (дата обращения: 06.03.2023).

*Д.А. Кичулкин, асп.; рук. И.В. Якименко, д.т.н., проф.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В настоящее время наиболее распространённым вариантом навигационного обеспечения является использование глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), к числу которых относятся: GPS, ГЛОНАСС, GALILEO и др., которые успешно функционируют в пределах всей земной поверхности за исключением приполярных районов и побережья Северного-Ледовитого океана. Действие таких систем основано на одновременном приёме навигационным приёмником сигналов с нескольких спутников, содержащих информацию о времени излучения каждого из них, что даёт возможность по заранее переданной информации о параметрах полёта каждого спутника вычислить координаты навигационного приёмника. [1]

Несмотря на положительные качества существующих глобальных спутниковых навигационных систем, им присущ ряд существенных недостатков.

Первый недостаток заключается в том, что каждая из перечисленных выше ГНСС имеет вполне определённую принадлежность (GPS – Министерство обороны США, ГЛОНАСС – Министерство обороны РФ, GALILEO – Европейский союз и Европейское космическое агентство). В связи с этим в «нужный» момент времени они могут быть либо умышленно отключены, либо перейти к передаче искажённой информации.

Второй недостаток состоит в низкой помехозащищённости существующих ГНСС, что обусловлено большим удалением навигационных спутников от поверхности Земли (20 000 – 23 000 км). Для того чтобы сделать невозможным приём сигнала ГНСС, идущего от спутника, требуется генератор активной шумовой помехи мощностью 2 Вт, расположенный в радиусе 1 км. При этом возможно, как подавление навигационных сигналов путём постановки активных шумовых помех, так и операция «спуфинга» – подмены истинного сигнала искажённым путём применения имитационной помехи.

К недостаткам ГНСС следует отнести также и невозможность их использования в условиях многолучевого распространения (многоуровневая городская застройка, ущелья гор).

В связи с вышеизложенным возникает необходимость создавать временную локальную навигационную систему, не связанную с ГНСС, и свободную от присущих им недостатков для устойчивого навигационного обеспечения. При этом в качестве основных свойств таких систем должны выступать: независимость от ГНСС, малое время развёртывания, точность определения координат не хуже ГНСС.

Поиску концептуальных и технических решений, направленных на создание быстро разворачиваемой локальной навигационной системы, должен предшествовать анализ известных к настоящему времени систем навигации, не связанных с получением навигационной информации от спутниковых группировок. Для решения этой задачи было проведено исследование, результаты которого отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о современных локальных навигационных системах

№ п/п	Название, производитель	Назначение	Дальность действия, м	Погрешность определения координат, м	Частотный диапазон, ГГц	Применяемые технологии
1	AiRISTA Flow, (Австралия)	Организация и контроль производственных и логистических процессов, обеспечение безопасности сотрудников	В открытом пространстве 150, в помещении 40	При большой плотности оборудования 3–5, в складах 5–15, На открытых пространствах >5–15	2,402–2,480 (Wi-Fi)	Анализ RSSI
2	DecaWave, (США)	Отслеживание материальных ценностей и персонала	300	0,1	3,5–6,5	СШП, TDOA, TWR, использует свой чип DW1000
3	Deckfinder, (Австрия)	Управление посадкой БПЛА на палубы малых судов в сложных метеоусловиях	1000	0,2		DNSS
4	Essensium, (Бельгия)	Локальное позиционирование транспорта и подвижных элементов оборудования	800	До 1	2,4 Wi-Fi	СШП, Wi-fi, TWR, использует свой чип
5	K-RTLS (Kathrein) (Германия)	Контроль автоматизированных систем и грузов на производстве	80	0,1	2,4	СШП, TDOA
6	LORAN (США) Чайка (СССР, РФ)	Обеспечение навигации на суше и на море	1400–2000 км	150	100 КГц	Импульсно-фазовая разностно-дальномерная система
7	Pinpoint/ EXACTRACK (Великобритания)	Контроль за дорогостоящим медицинским оборудованием и персоналом	100	3–4	2,4 Wi-Fi	RSSI

№ п/п	Название, производитель	Назначение	Дальность действия, м	Погрешность определения координат, м	Частотный диапазон, ГГц	Применяемые технологии
8	Pozyx (Бельгия)	Контроль перемещения персонала и материальных ценностей на предприятии, мониторинг спортсменов	40	0,1–0,3	3,2–6,7	TDOA СШП
9	RealTrac (Россия)	Определение местоположения персонала, транспорта и других объектов внутри помещений или на открытой территории	200	0,1–3	2,4 – 2,48, 3,5–6,5	СШП BLE, метод триангуляции
10	Teldio (США)	Мониторинг и отслеживание местоположения сотрудников на производственных площадях	30 (без использования GPS)	1,5–2	2,4	Bluetooth LE RSSI
11	NGBPS (США)	Псевдоспутниково-вая система локальной навигации (дублирующая версия GPS)	Обслуживаемая площадь 44×48 км	0,15	2,4	Повторение сигналов спутниковой навигации на других частотах,
12	WISER (США)	Определение местоположения объектов в реальном времени	В помещении через стены 20-40, при прямой видимости 300	0,1	868–915 МГц	СШП, TDOA, использует чип DW1000
13	Zebra MotionWorks (Великобритания)	Мониторинг и отслеживание местоположения сотрудников и материальных ресурсов на производственных площадях	При СШП сигнале 200, при сигнале 2,4 ГГц 1750	При СШП сигнале 0,3; при сигнале 2,4 ГГц 2,4	6,5 2,4 Wi-Fi	СШП, CSS TDOA
14	«Псевдоспутник» (Россия ООО «ВедаПроект» совместно с «Алмаз-Антей»)	Наземное дополнение GPS/ ГЛОНАСС	Зона покрытия 10 000 × 10 000	0,05–0,10	1,2 1,6 2,38 6,2	DNSS

Поскольку данные таблицы 1 не позволяют в достаточном объёме произвести анализ возможностей уже существующих систем позиционирования и выявить возможные пути их применения при создании быстроразвёртываемой локальной навигационной системы, ниже приводится более подробный обзор каждого типа навигационных систем.

К длинноволновым навигационным системам относятся навигационные системы «Logan» (США) и «Чайка» (СССР, РФ). Эти системы являются стационарными и громоздкими, что является недостатком, не позволяющим их использовать в качестве устройств позиционирования в условиях города, положение которого заведомо не известно. С другой стороны, высокая погрешность в определении координат (до 150 м) также делает невозможным такое использование рассматриваемых систем для навигационного обеспечения. Следует также учесть, что, поскольку длина волны излучаемых сигналов систем «Logan» и «Чайка» составляет 3000 м, на их работу оказывает существенное влияние ионосфера, вносящая погрешности в измерение времени запаздывания сигналов и их разности фаз, особенно в ночное время. [2]

Другим направлением развития навигационных систем, не использующим космическую группировку спутников, является применение псевдоспутников – излучающих модулей, установленных на мачтах или других несущих конструкциях, которые имитируют работу космических спутников. Необходимость появления таких систем была вызвана неустойчивой работой ГНСС в условиях Крайнего Севера, что затрудняло навигацию воздушных судов и обеспечение функционирования аэродромов.

Рассмотренные псевдоспутниковые локальные навигационные системы объединяет то, что все они основаны на использовании глобальных спутниковых навигационных систем, но в них предусмотрена возможность, за счёт мультилатерации, осуществлять позиционирование и при полном отсутствии сигналов от спутников. По своим точностным характеристикам они в полной мере отвечают требованиям к системе локального навигационного обеспечения. Они могут функционировать при полном отсутствии сигналов ГНСС с таким же качеством, как и при их наличии. Их главным недостатком является необходимость установки на всей обслуживаемой площади псевдоспутников – излучателей навигационных сигналов на опорах или на поверхности, с точным определением их координат. [3]

Отдельно можно выделить группу локальных навигационных систем, совершенно не связанных с ГНСС, основным отличием которых являются малые размеры обслуживаемого пространства. В основном они применяются для организации управления производством и логистическими процессами, контролем за перемещением персонала и материальных ценностей. В качестве пространства функционирования таких систем могут выступать: территория предприятия, цех, здание, склад, лаборатория и др. «Маломасштабные» локальные навигационные системы (МЛНС) объединяет общий принцип построения, хотя реализации этого принципа могут быть различными в зависимости от используемого диапазона волн: радиоволн, акустических волн

(ультразвук), волн оптического спектра (инфракрасных, видимых и ультрафиолетовых) и т. д.

Среди достоинств МЛНС в первую очередь следует отметить их полную независимость от глобальных спутниковых навигационных систем. К несомненным достоинствам относятся также и высокая точность позиционирования большинства из них со среднеквадратической погрешностью 0,1–0,15 м, возможность некоторых из них успешно функционировать внутри зданий, что недостижимо с помощью рассмотренных ранее систем навигации (ГНСС и псевдоспутниковые системы).

К недостаткам маломасштабных МЛНС можно отнести следующие.

При использовании активных тегов, последние непрерывно излучают в пространство сигналы, которые могут рассматриваться в качестве демаскирующего признака, создающего предпосылку для противоборствующей стороны, заключающуюся в возможности подавления локальной системы с помощью помех, а также поражения объекта, несущего тег.

В случае использовании пассивных (переизлучающих) тегов требуется усложнение их аппаратуры, поскольку необходимо одновременно переизлучать несколько запросных сигналов от различных регистраторов. Тем не менее, это позволяет повысить помехозащищенность системы, поскольку все сигналы кодированы. При этом не исключает возможности наведения на тег высокоточного оружия.

Большинство рассмотренных выше локальных систем навигации предназначаются для использования в процессе производства или выполнения логистических операций. При этом координаты наблюдаемых объектов вычисляются сервером (процессором) системы и в последующем используются для управления производством или учёта. В случае использования подобных систем для решения навигационных задач при выполнении специальных операций, потребителем координат является сам объект наблюдения. Если достичь вычисления координат в точке нахождения метки (тега) по конструктивным соображениям невозможно, потребуется передавать информацию о них с помощью дополнительного радиоканала, что создаёт предпосылки к снижению помехозащищенности при подавлении канала помехами и потребует усложнения аппаратуры тега.

Интеграция решений, применяемых в псевдоспутниковых и в маломасштабных локальных навигационных системах, позволяет создать локальную навигационную систему с достаточно большой обслуживаемой площадью (порядка 25-50 км²), минимальным количеством базовых точек (тегов или псевдоспутников). Передача данных в интегрированной локальной навигационной системе может происходить по навигационному радиоканалу, расчеты данных производится в навигационном модуле пользователя, а применяемые системы координат позволяют осуществить «сшивание» локального и глобального навигационных полей.

Литература

1. Когуя В. А. Геодезические измерения с помощью искусственных спутников Земли : учеб. пособие / В. А. Когуя. – СПб. : Петербургский государственный университет путей сообщения, 1997. – 31 с.

2. <http://www.npcas.ru/wiki/sistema-dalney-vozdushnoy-navigatsii-loran.html>.

3. Бочкарев В. В., Крыжановский Г.А., Сухих Н. Н. Автоматизированное управление движением авиационного транспорта / под ред. Г. А. Крыжовского. М: Транспорт, 199. 319 с.

*С.А. Ковалев студ.; Е.М. Кутахин, студ.; Д.С. Филиппов студ.;
рук. С.П. Астахов, к. т. н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «МЭИ» в г. Смоленске)*

ИГРА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПАМЯТИ НА АРДУИНО

Игра для развития памяти является электронным устройством, основным назначением которого является развитие логического мышления, формирование умения находить закономерности и продолжать ряд, не нарушая последовательности у детей младшего возраста.

Суть игры, заключается в повторении сгенерированной случайно последовательности нажатий кнопки.

Предусмотрено два режима игры:

- первый режим – одному игроку придется повторять последовательность до первой совершенной им ошибки,

- второй режим – двум игрокам придется передавать игровое устройство друг другу из рук в руки, при этом один будет задавать последовательность, а другой повторять ее, затем они будут меняться ролями.

Алгоритм работы игры показан на рисунке 1.

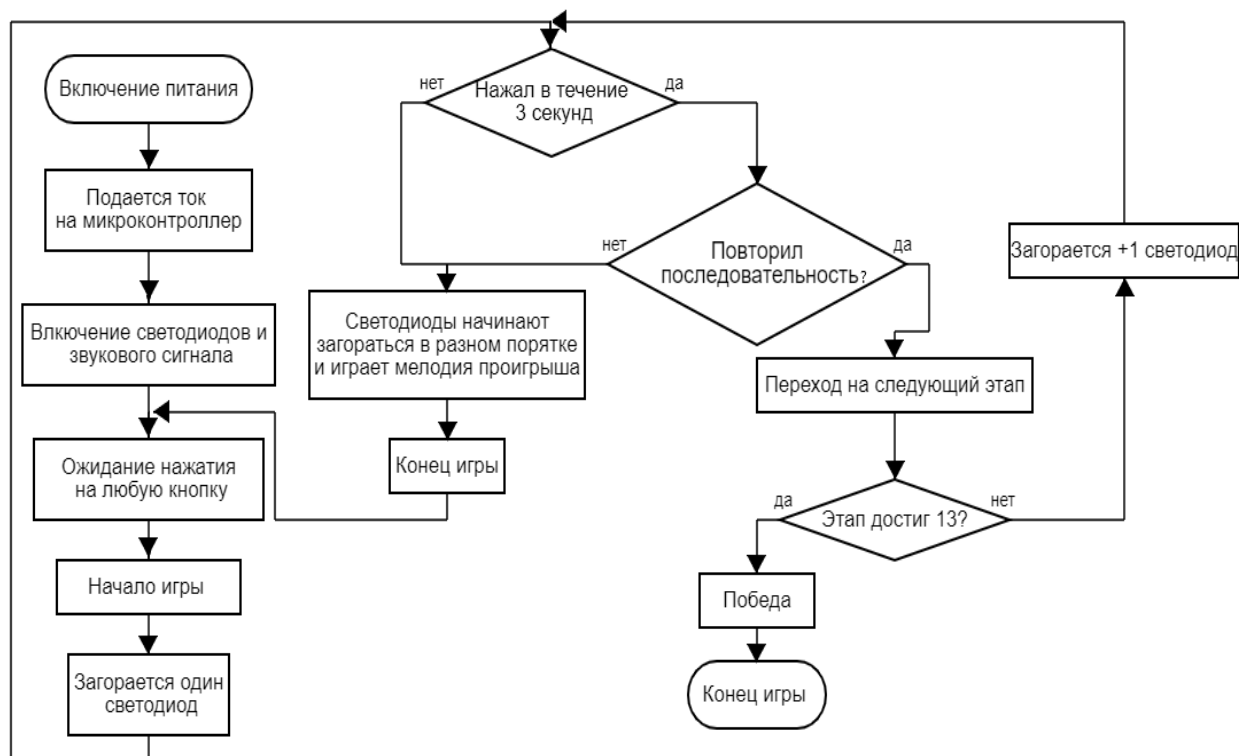


Рисунок 19 – Алгоритм работы игры

Для изготовления игрового устройства необязательно владеть навыками пайки, так как его можно собрать на беспаячных макетных платах (бредборд).

Полноценная сборка игрового устройства не требует редких и дорогостоящих компонентов, всё необходимое можно приобрести в любом магазине радиоэлектроники.

В игровом устройстве могут быть применены различные способы питания: как от батареек или аккумуляторов, так и от сети 230 В через блок питания.

Для сборки игрового устройства использовались следующие компоненты:

- излучающие диоды,
- кнопки,
- динамическая головка,
- плата *Arduino-nano*,
- резисторы с номинальным сопротивлением 330 Ом,
- контейнер для батареек или аккумуляторов,

Функциональная схема игрового устройства показана на рисунке 2.

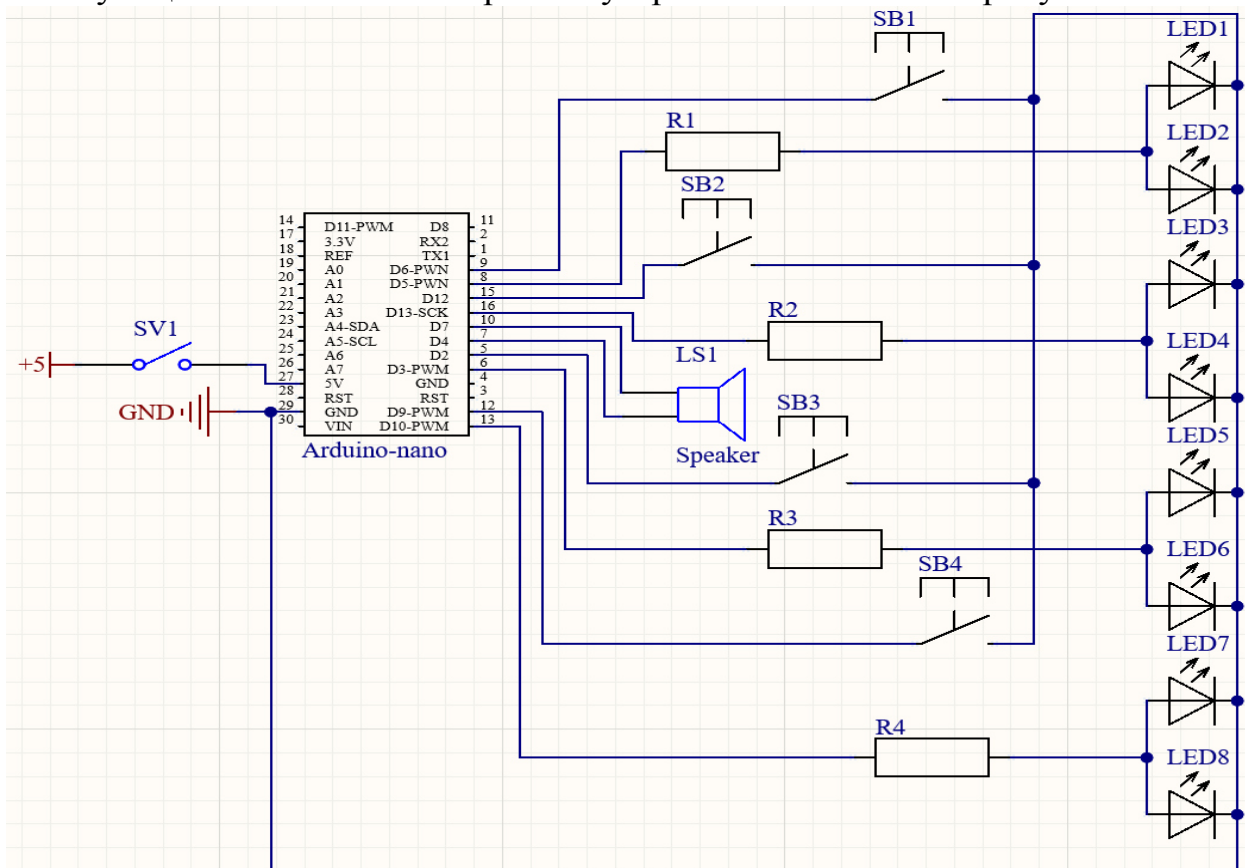


Рисунок 20 – Функциональная схема игры

Особенность игрового устройства заключается в широких возможностях по настройке параметров игры, таких как:

- количество уровней игры,
- время продолжительности уровня игры,
- максимальное время задержки между ответами,
- максимальное время для реакции и ответа,

- длительность свечения излучающих диодов (вспышек),
- длительность пауз между вспышками.

Внешний вид действующего макета игрового устройства показан на рисунке 3.



Рисунок 21 – Внешний вид действующего макета игрового устройства

В действующем макете игрового устройства, реализованном в максимально упрощённом варианте предусмотрен режим игры вдвоем.

Для придания игровому устройству окончательного, законченного вида необходимо спроектировать корпус и распечатать его на 3D-принтере.

Литература

1 Лагутин Виталий Сергеевич. Что такое arduino nano: особенности и область применения. URL: <https://www.hwlibre.com/ru/Arduino-Nano/>.

2 Алексенко А. Г., Основы микросхемотехники, М., 1971;

3 Поспелов Д. А., Логические методы анализа и синтеза схем, 3 изд., М., 1974.

СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ КАНАЛА СВЯЗИ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

В современном мире производство и использование беспилотных воздушных судов (БВС) набирает все большую популярность. Их используют во всевозможных сферах деятельности человека: в строительстве, в кинопроизводстве, в горнодобывающей промышленности, в метеорологии, в военной промышленности. БВС должны соответствовать всем возможным требованиям, одно из таких это надежность канала связи.

Чтобы повысить надежность канала связи, используют различные помехоустойчивые коды и контроль по методу обратного канала. В различных системах управление совершается непрерывно, при помощи автоматически получаемого сигнала рассогласования между заданным и истинным положением объекта управления.

Защитить канал связи БВС можно следующим образом:

- Периодическая псевдослучайная перестройка рабочей частоты (ППРЧ);
- Кодировка канала связи;
- Использование направленных антенн.

Одна из возможностей повысить безопасность радиоканала является использование устройств с способностью шифровать данные. Сам же метод шифрования можно разделить на симметричный и асимметричный [1].

В работе с симметричным методом шифрования используется только один ключ. Здесь используется математический алгоритм шифрования, в дальнейшем записывается пароль и текст. В конечном счете получаем зашифрованный текст. Если же будет нужно вернуться к исходному тексту, применяется тот же самый пароль, но тут потребуется алгоритм дешифрования (рис.1).

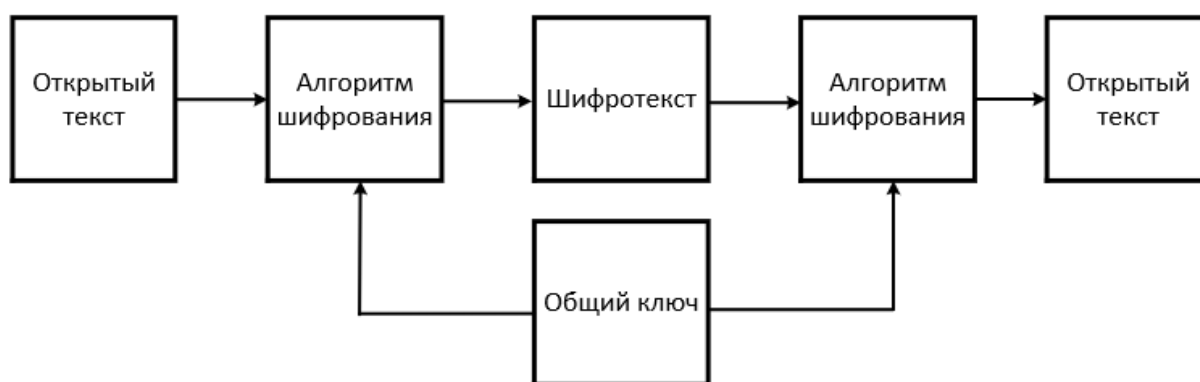


Рисунок 1 — Симметричный метод шифрования

В работе с асимметричным методом шифрования используют два ключа: открытый и закрытый (рис. 2). Информация передается через первый ключ и отправляется всем людям, а второй остается на сервере. Зашифрованную информацию можно расшифровать благодаря второму ключу. Данные можно

спокойно и без проблем распространять по сети, используя первый ключ, так как информация для злоумышленников будет представлять собой непонятный шифр [2].

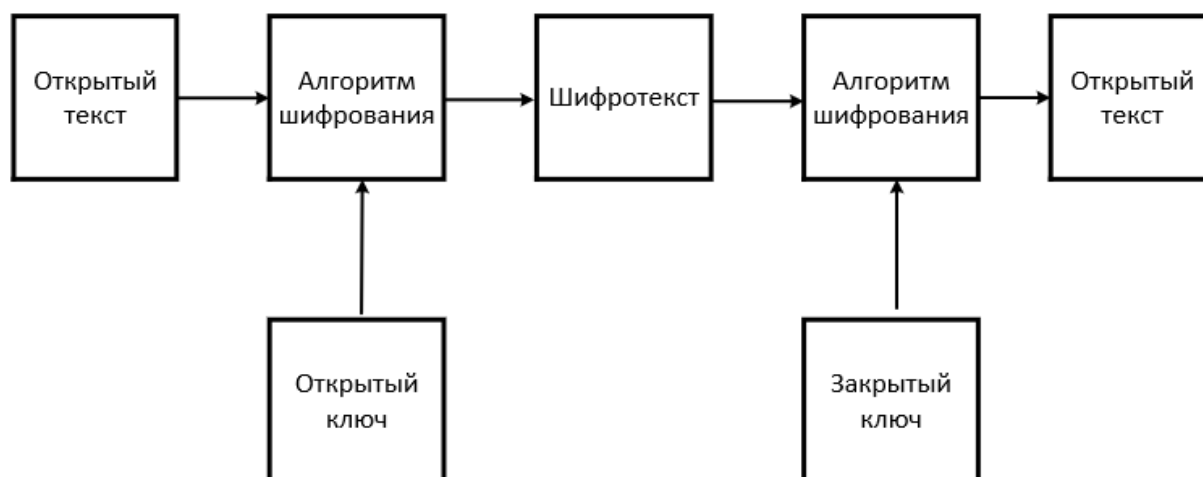


Рисунок 2 — Асимметричный метод шифрования

Для того чтобы как-то воспрепятствовать передаче данных по каналу связи БВС необходимо знать его параметры и особенности. Чтобы защитить радиоканал нужно повысить его уровень помехоустойчивости, используя остронаправленные антенны в вертикальной плоскости и, что не мало важно с малым уровнем боковых лепестков и работать с низким качеством передаваемых сообщений. Остронаправленные антенны с такой диаграммой направленности широко используются в спутниковых системах связи, радиосвязи и навигации. А также в мобильной и радиорелейной связи [3].

Как правило, под узкой диаграммой направленности подразумевается наличие в ней одного или двух главных лепестков, имеющих очень малую ширину. Это также говорит о том, что антенна обладает остронаправленным излучением (или приемом), то есть она имеет высокие направленные свойства. Направленные антенны концентрируют энергию электромагнитного поля в пространстве, при этом излучение других направлений необходимо свести к минимуму (рис. 3).

Радиочастотный сигнал, идущий с беспилотника может проходить через леса и многоэтажные здания, однако при его применении не должно быть никаких препятствий.

Режимы ППРЧ это периодическая псевдослучайная перестройка рабочей. В его основе используется принцип передачи данных в эфир благодаря радиоволнам. Важной особенностью данного режима является в частой смене несущей частоты. Информация известна человеку, который отправляет и тому кто получает, в зависимости от псевдослучайной последовательности чисел и частота меняется. Данный режим позволяет повысить помехозащищенность радиоканала связи. Используя частотно-временную матрицу можно построить сигнал, где каждый столбец является временной позицией, а сами строки будут соответствовать условному номеру частоты.

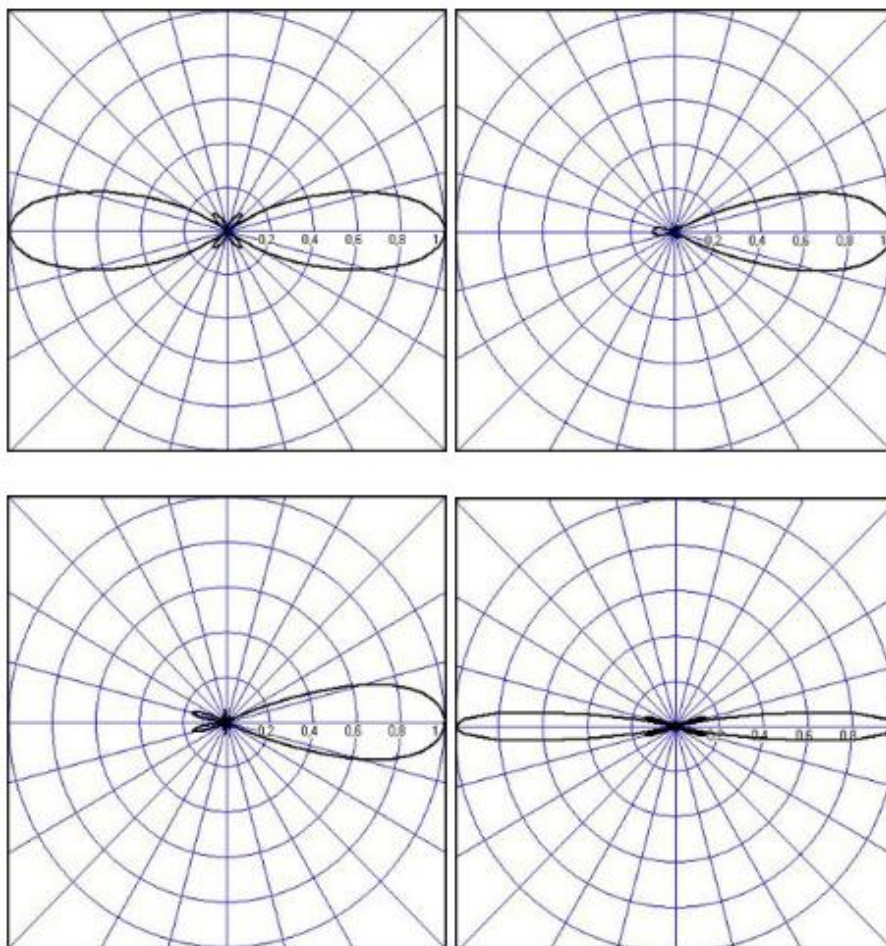


Рисунок 3 — Виды диаграмм направленности остронаправленной антенны

Для того чтобы полностью подавить радиоканал и лишить возможности управления БВС необходимо чуть ли не на все 100% подавить каналы сетки ППРЧ, в противном случае, если будет работать хотя бы несколько каналов, то у оператора беспилотника сохраняется способность к управлению БВС.

Литература

1. Боев Н.М. Анализ радиолиний связи с беспилотными летательными аппаратами / Боев Н.М. – Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева, 2012. 86-91с
2. Панасенко С.П. Алгоритмы шифрования / Панасенко С.П. – СПб.: 2009. – 576с.
3. Польшинкин А.В. Исследование характеристик радиоканала связи с беспилотными летательными аппаратами / Польшинкин А.В. – Известия ТулГУ. Технические науки.: 2013. № 7., Ч.2.

*М.С. Ковалева, студ. А.С. Иванова, студ.; рук. Д.С. Рассказа, ст. преп.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ БЛОКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КОММУТАЦИИ ПИТАНИЯ

В современных системах электропитания все чаще встречается ситуация, когда для подключения внешних потребителей недостаточно количество штатных розеток. Использование разветвителей в таких случаях невозможно, так как подключаемые потребители требуют большую защиту, чем могут

предоставить разветвители. Другой случай, когда использование розеток невозможно — это случай, когда в потребителе не предусмотрено встроенного преобразователя с переменного на постоянное напряжение. Возникает необходимость в использовании сторонних блоков, обеспечивающих требуемую защиту и необходимое напряжение питания, а так же имеющих достаточное количество выходных разъемов для подключения внешних потребителей. Блок распределения и коммутации питания — это устройство, предназначенное для осуществления гарантированного подключения множества потребителей к одной точке и выдающее заданное напряжения питания.

В данной статье рассматривается разработка структурной схемы блока распределения и коммутации питания, технические требования к которому представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Технические характеристики БРКП

Характеристика, единица величины	Значение
1 Частота питающей сети, Гц	50
2 Номинальное входное напряжение, В	380
3 Ток, потребляемый от сети в момент включения, А	7,5
при заданном условии: входное напряжение, номинальное, В	380
4 Количество выходных каналов, относ.ед.	13
5 Напряжение выходных каналов, В	27
6 Пульсация выходного напряжения (от пика до пика), В	0,54
7 Напряжение срабатывания защиты по напряжению, В	33,75
8 Номинальный выходной ток, А	111
9 Ток короткого замыкания, А	228,6
10 Наличие разъемов для подключения к блоку аккумуляторных батарей с возможностью их заряда и контроля их параметров.	
11 Возможность обеспечивать два режима работы блока: от сети и от аккумуляторных батарей	
12 Подключение к интерфейсу RS-485	-
13 Индикация параметров блока	-
14 Контроль времени наработки блока	

Как видно из таблицы 1 запрашивается блок распределения и коммутации питания от переменной трехфазной сети. Напряжение питания потребителей — постоянное, равное 27 В.

Максимально количество подключаемых потребителей — 13.

Максимальная подключаемая нагрузка — 3 кВт.

Наличие разъемов для подключения к блоку аккумуляторных батарей с возможностью их заряда и контроля их параметров предусматривает возможность работы блока при отключении основного питающего переменного напряжения.

Подключение к интерфейсу RS-485 дает возможность контроля параметров блока распределения и коммутации питания в пределах системы электропитания. Длина линии может достигать 1,2 км, но этого лучше избегать во избежание искажения сигнала.

Согласно заданным техническим характеристикам, разрабатывается структурная схема (рис. 1) блока распределения и коммутации питания.

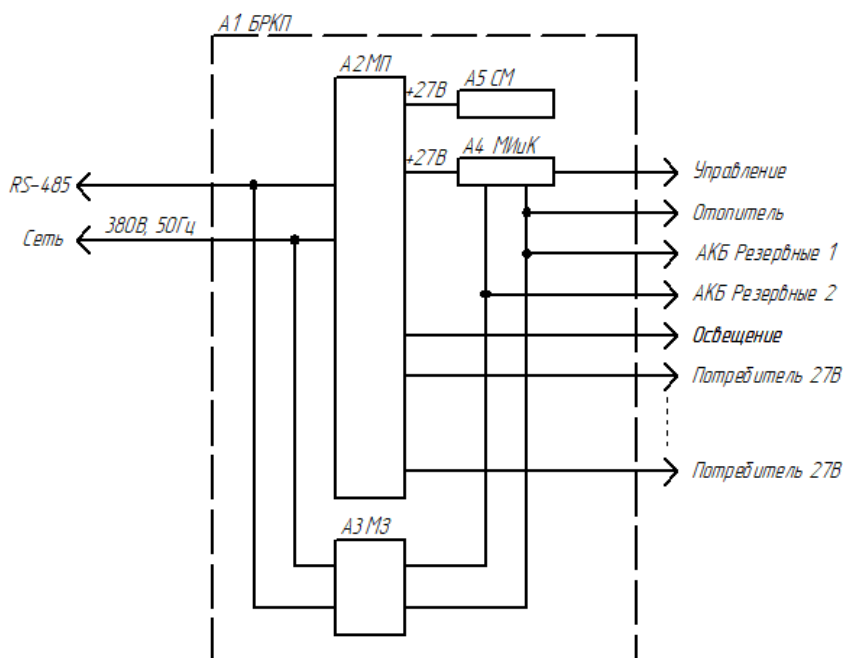


Рисунок 22 — Структурная схема разрабатываемого устройства

Как видно из схемы в состав блока распределения и коммутации питания А1 входят четыре модуля:

- модуль питания А2 — модуль, обеспечивающий питание внешних потребителей, подключенных к выходным разъемам блока, и поддерживающий заданные в таблице 1 параметры для источника вторичного электропитания;
- модуль заряда А3 — модуль, обеспечивающий заряд аккумуляторных батарей, а также индикацию тока заряда и напряжения аккумуляторных батарей. Работа модуля заряда осуществляется от внешней питающей трехфазной сети. При отсутствии внешней сети, индикация модуля не осуществляется;
- модуль индикации и контроля А4 — модуль, обеспечивающий индикацию выходного напряжения и ток нагрузки блока распределения и коммутации питания. При отсутствии внешней питающей сети так же индицирует напряжение и ток разряда аккумуляторных батарей;
- счетчик моточасов А4 — модуль, обеспечивающий контроль времени наработки блока [1,2].

С разъема «Управление» приходят управляющие сигналы с внешнего блока на модуль индикации и контроля. При неисправности от главной шины питания отключаются резервные аккумуляторные батареи.

Помимо вышперечисленного в блоке распределения и коммутации питания предусмотрен разъем «Освещение» для подключения осветительных приборов.

К блоку распределения и коммутации питания возможно подключение двух групп резервных аккумуляторных батарей: АКБ Резервные 1 и АКБ Резервные 2. Единовременная работа блока возможна только от одной группы

аккумуляторных батарей. Модуль индикации и контроля осуществляет контроль тока и напряжения батарей индицирует состояние выбранной группы аккумуляторных батарей, а также при разряде запрещает работу.

Также зная входящие в блок модули, можно сделать вывод о примерном расположении органов контроля и управления.

На передней панели блока распределения и коммутации питания будут располагаться индикаторы, сигнализирующие о подаче питания на выходные разъемы, автоматические выключатели постоянного тока для подключения вторичных источников электропитания и защите их от резких скачков тока, контрольные гнезда для контроля электрических параметров блока.

В том числе информация (ток заряда аккумуляторных батарей, напряжение аккумуляторных батарей, ток нагрузки и напряжение на шине питания) с входящих в блок модулей будет отображаться со стороны лицевой панели.

На модулях необходимо будет предусмотреть индикаторы для отображения значения напряжения и тока. Также на лицевой панели модулей необходимо будет предусмотреть индикаторы, сигнализирующие о режиме работы блока (от внешней сети (заряд аккумуляторных батарей), от аккумуляторных батарей), контрольные гнезда для контроля электрических параметров блока.

Модуль питания необходимо оснастить системой охлаждения (вентиляторы) и системой отвода тепла.

На задней панели блока распределения и коммутации питания необходимо предусмотреть место для крепления счетчика времени наработки.

В настоящее время ведется разработка функциональной схемы блока распределения и коммутации питания.

Литература

1. Рассказа Д.С., Ковалева М.С. Обзор счетчиков времени наработки// XIX Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА». Сб. трудов XIX Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов Сборник трудов в 2-х томах. Том 1. —2022 — с.328-331 — 28-29 апреля 2022 г. Смоленск, Энергетический пр-д, д. 1, филиал ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ" в г. Смоленске (https://sbmpei.ru/files/uplfiles/XIX_Tom_1.pdf)
2. Рассказа Д.С., Ковалева М.С. Разработка цифрового счетчика времени наработки // XIX Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА». Сб. трудов XIX Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов Сборник трудов в 2-х томах. Том 1. —2022 — с. 331-334 — 28-29 апреля 2022 г. Смоленск, Энергетический пр-д, д. 1, филиал ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ" в г. Смоленске (https://sbmpei.ru/files/uplfiles/XIX_Tom_1.pdf)

*М.С. Ковалева, студ., В.А. Ковалев, студ.; рук. Д.С. Рассказа, ст. преп.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ БЛОКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КОММУТАЦИИ ПИТАНИЯ

Применение блоков распределения и коммутации питания не ограничивается только закрытыми помещениями. Очень часто возникает необходимость в работе в полевых условиях или передвижных средствах. В таком случае в блоке распределения и коммутации питания должно быть

предусмотрено тех потребителей, которые сделают эту работу возможной в любых условиях.

В данной статье рассматривается разработка функциональной схемы блока распределения и коммутации питания, технические требования к которому представлены в таблице 1.

Таблица 2 — Технические характеристики БРКП

Характеристика, единица величины	Значение
1 Частота питающей сети, Гц	50
2 Номинальное входное напряжение, В	380
3 Ток, потребляемый от сети в момент включения, А при заданном условии: входное напряжение, номинальное, В	7,5 380
4 Количество выходных каналов, относ.ед.	13
5 Напряжение выходных каналов, В	27
6 Пульсация выходного напряжения (от пика до пика), В	0,54
7 Напряжение срабатывания защиты по напряжению, В	33,75
8 Номинальный выходной ток, А	111
9 Ток короткого замыкания, А	228,6
10 Наличие разъемов для подключения к блоку аккумуляторных батарей с возможностью их заряда и контроля их параметров.	
11 Возможность обеспечивать два режима работы блока: от сети и от аккумуляторных батарей	
12 Подключение к интерфейсу RS-485	-
13 Индикация параметров блока	-
14 Контроль времени наработки блока	

На основе предъявленных требований и ранее составленной структурной схемы блока распределения и коммутации питания была разработана функциональная схема (рис. 2) устройства.

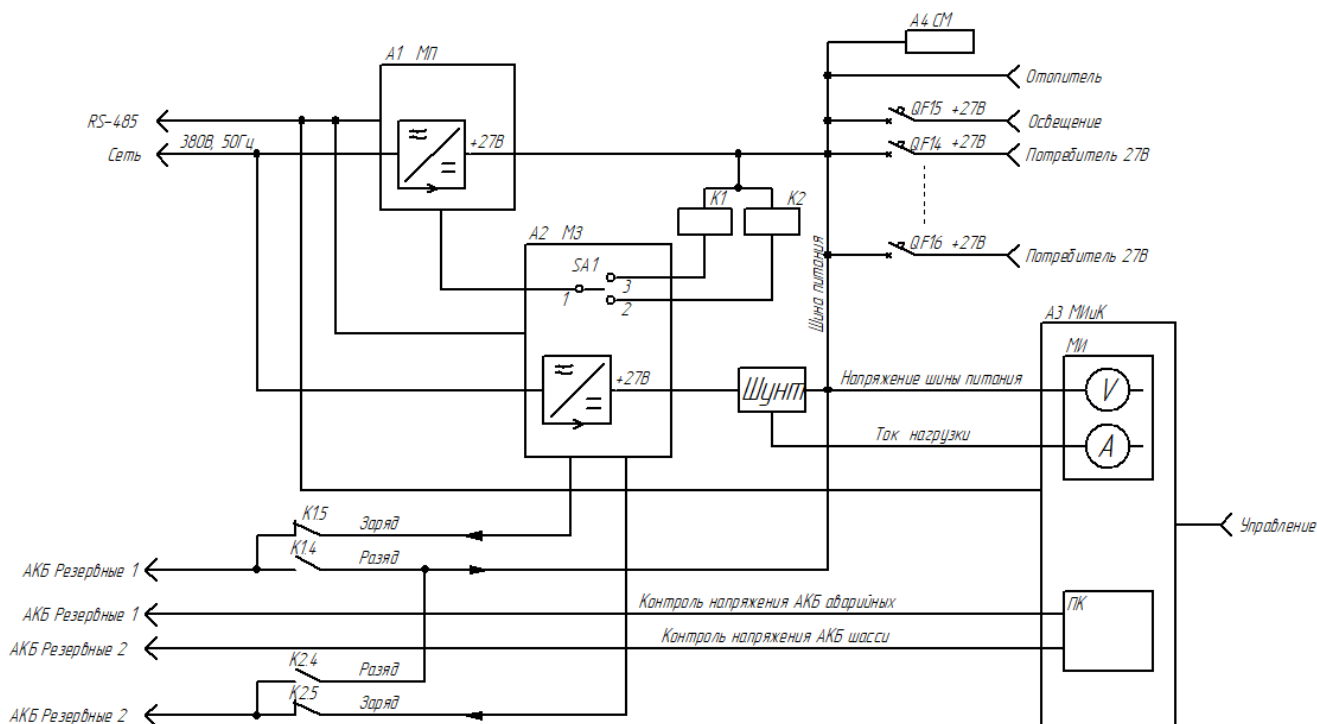


Рисунок 23 — Функциональная схема разрабатываемого устройства

Как видно из схемы блок распределения и коммутации питания состоит из четырех встроенных модулей: модуля питания А1, модуля заряда А2, модуля индикации и счетчика моточасов А4 [1].

Блок распределения и коммутации питания должен обеспечивать подключенные внешние потребители постоянным напряжением, равным 27В. Исходя из предъявленных требований (табл. 1), блок распределения и коммутации питания должен обеспечивать работу в двух режимах: от переменного трехфазного напряжения и от аккумуляторных батарей при отсутствии внешнего переменного напряжения. В свою очередь при отсутствии питания от аккумуляторных батарей должна обеспечиваться их подзарядка.

Таким образом, по заявленным критериям разрабатывается модуль питания и модуль заряда.

Для реализации модуля питания необходим источник, работающий от трехфазного входного напряжения, равного 380В, и поддерживающий постоянное выходное напряжение, равное 27В. Необходимо учитывать, что мощность источника питания должна составлять не менее 3 кВт. Желательно подобрать источник таким образом, чтобы был разъем подключения интерфейса RS-485 для контроля параметров источника. Для внешнего контроля выходного напряжения необходимо будет предусмотреть подключение к модулю контрольных гнезд и индикаторов состояния.

Для реализации модуля заряда, необходим источник, работающий от трехфазного входного напряжения, равного 380В, и поддерживающий постоянное выходное напряжение, равное 27В. Также для реализации модуля заряда необходим переключатель для выбора подключаемой нагрузки.

Для реализации модуля индикации и контроля необходимо два блока: блок, обеспечивающий индикацию параметров и блок, отвечающий за контроль напряжения подключаемых аккумуляторов.

Счетчик моточасов необходим для контроля и учета выработки ресурса.

Блок распределения и коммутации питания может находиться в одном из следующих режимов работы:

1. Основной режим работы. Это режим нормальной работы, в котором устройство выполняет заложенные функции. Питание осуществляется от внешней трехфазной сети.

2. Аварийный режим работы. Питание осуществляется от подключенных аккумуляторных батарей.

Запитывается блок распределения и коммутации питания от переменного напряжения 380В через разъем «Сеть».

Подключенные к блоку внешние потребители запитываются от модуля питания при наличии входного трехфазного напряжения, либо от подключенных аккумуляторных батарей «АКБ Резервные 1» и «АКБ Резервные 2» при отсутствии внешнего трехфазного напряжения.

Модуль заряда А2 обеспечивает возможность заряда подключенных групп аккумуляторных батарей. При заряде АКБ поддерживается ток заряда на уровне

не более 15 А. Единовременно допускается заряжать только одну группу аккумуляторных батарей

Реле К1 и К2 (рис. 1) определяют режим работы аккумуляторных батарей: заряд или разряд. Режим работы определяется положением переключателя SA1.

Переключателем SA1 выбирается группа резервных аккумуляторных батарей, заряд которых будет осуществляться при наличии внешней трехфазной сети.

Модуль индикации и контроля А3 обеспечивает измерение и индикацию напряжения шины питания и тока нагрузки. Для этого в модуле предусмотрены цифровые вольтметр V и амперметр А. Кроме того модулем осуществляется контроль за напряжением подключенных аккумуляторных батарей. Также предусматривается режим запрета работы от одной группы аккумуляторных батарей, если осуществляется работа от другой.

Требования к счетчику моточасов А4 представлены в [2].

Таким образом, была разработана функциональная схема блока распределения и коммутации питания и описана его работа. В настоящее время ведется разработка принципиальной схемы и 3D-модели устройства.

Литература

1. Рассказа Д.С., Ковалева М.С. Обзор счетчиков времени наработки// XIX Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА». Сб. трудов XIX Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов Сборник трудов в 2-х томах. Том 1. —2022 — с.328-331 — 28-29 апреля 2022 г. Смоленск, Энергетический пр-д, д. 1, филиал ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ" в г. Смоленске (https://sbmpei.ru/files/uplfiles/XIX_Tom_1.pdf)
2. Рассказа Д.С., Ковалева М.С. Выбор основных составляющих компонентной базы при проектировании принципиальной схемы цифрового счетчика времени наработки // XIX Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА». Сб. трудов XIX Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов Сборник трудов в 2-х томах. Том 1. —2022 — с.324-328 — 28-29 апреля 2022 г. Смоленск, Энергетический пр-д, д. 1, филиал ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ" в г. Смоленске (https://sbmpei.ru/files/uplfiles/XIX_Tom_1.pdf)

*А.О. Козенова, студ.; рук. Н.Н. Строев, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА И ПРИМЕНЕНИЯ РАСХОДОМЕРОВ ПОТОКОВ ЖИДКОСТИ С УЧЕТОМ МЕШАЮЩИХ ФАКТОРОВ В ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМАХ

В настоящий момент применяются множество вариантов расходомеров —устройств для измерения расхода и скорости потока жидкости, которые различаются особенностью применения, достоинствами и недостатками.

Были рассмотрены методы измерения скорости течения рек или канале, которые наиболее используемые и функциональные.

Целью данной работы является изучение особенностей и применение различных методов для определения критериев в условиях открытых водоемов и выработки рекомендаций при разработке соответствующего оборудования. В

отличие от потоков, наблюдаемых в замкнутых системах, трубопроводах, в открытых водоемах присутствует множество факторов, влияющих на возможности использования методов и оборудования:

1. Температурные режимы;
2. Загрязнения и наличие примесей;
3. Турбулентность и неоднородность;
4. Минерализация в процессе эксплуатации;
5. Проблемы организации крепления расходомера и его ориентирования в условиях турбулентности и неоднородность (проблемы реализации конструкции).

Для последующего анализа были выбраны наиболее распространенные методы, реализованные в серийном оборудовании и экспериментальных образцах с наилучшими техническими характеристиками.

Наиболее часто в серийно выпускаемом оборудовании расходомеров применяются методы с применением механической регистрации скорости вращения лопасти под воздействием потока жидкости с последующим преобразованием в электрические сигналы. Как и все механические устройства, гидрометрические вертушки имеют существенные недостатки, связанные с необходимостью обеспечения условий эксплуатации, несовместимых с реальной средой открытых водоемов. При несоблюдении требований работа подобных средств либо невозможна, либо требует постоянного сервисного обслуживания.

К недостаткам использования гидрометрических вертушек можно отнести чрезмерное усложнение конструкции, низкая надежность при эксплуатации, необходимость наличия штанги для фиксации устройства, необходимость промера глубины канала, водоема, водотока.

Важно отметить о наличие высокого порога измерения начальной скорости из-за большого механического сопротивления вращению лопастного винта. Так у гидрометрической вертушки модели ГР-21 пороговое измерения – более 0,04 м/с, низкая точность измерений в диапазоне 0,1÷2 м/с, а на больших скоростях течения ошибки в измерениях достигают 10%.

Гидрометрические вертушки сильно зависимы от загрязненности реки, так как ил, песок, водоросли, загрязнения антропогенного происхождения, например, бумага, пластик, могут ухудшить работу вертушки или же ее сломать [1].

Так же следует отметить отсутствие бесперебойной работы в сложных условиях, такие как мороз, повышенная минерализация воды и т.д. Из-за этого вытекают и другой недостаток – требуется постоянное обслуживание при эксплуатации.

Суть методов, в основании которых положен эффект Доплера, заключается в использовании измерения частоты волновых колебаний от отраженных частиц потока жидкости, которые регистрируются одним приемником или несколькими, вызванного движением их источника – потока воды.

Преимущество этого метода заключается в том, что не требуется помещать устройство непосредственно в поток жидкости, так как скорость измеряется по

рассеянию волн ультразвука или оптического излучения на неоднородностях среды. Такими неоднородностями могут быть капли жидкости, не смешивающиеся с основным потоком, пузырьки газа и т.д. Так же минимальное влияние от загрязнения воды и ее турбулентности.

Распространенность расходомеров велика, начиная от применения на трубопроводах, заканчивая океаном.

Использование метода, основанного на эффекте Доплера, условно предполагает, что скорость звука в воде однородна, однако в реальной водной среде скорость звука изменяется в пространстве, в основном из-за пространственной неравномерности температуры, давления и минерализации воды, которая зависит от глубины воды.

Например, в зависимости от площади океана и времени года скорость звука на глубине нескольких сотен метров снижается на несколько процентов по сравнению со скоростью у поверхности воды.

Основным недостатком доплеровских расходомеров является то, что погрешность показаний сильно зависит от количества твердых включений в потоке, поскольку существенно меняются условия распространения акустических волн [2]. Однако при соблюдении всех требований к измеряемой жидкости доплеровские расходомеры показывают наиболее высокую точность измерений. Приборы могут измерять скорость при низкой скорости (до 0,001 м/с), их погрешность около 1%.

Так же устройства для измерения скорости потока воды с помощью эффекта Доплера очень дорогие (более 1000000 руб.) и невзаимозаменяемые, так как требуется индивидуальная подстройка счетчиков в зависимости от длины линии связи. Следует добавить, что средняя длина расходомеров 40 см, что вносит возмущение в измеряемую среду.

Разновидностью ультразвуковых измерений потока жидкости является корреляционный метод. Корреляционные расходомеры являются развитием метода меток потока, который основывается на создании некой метки в потоке и определении времени ее движения от одного измерительного сечения до другого.

Роль метки могут быть все гидродинамические возмущения турбулентного потока. Скорость перемещения определяется статически, по положению максимума взаимной корреляционной функции сигналов двух преобразователей, регистрирующих прохождение метки.

Ультразвуковой корреляционный метод позволяет определить координаты частиц в потоке, который разделен на слои, и, основываясь на временной задержке отправленного сигнала, получить двухмерное изображение меток, движущихся в потоке [3].

Достоинство данного метода – это простота, надежность и высокая точность, при которой не учитываются параметры шероховатости трубопровода или канала.

Недостатки данного способа – высокая стоимость и зависимость от количества твердых включений в потоке, аналогично доплеровским расходомерам.

Приборы, использующий метод теплообмена, имеют нагреваемый элемент, который вводится в водный поток. В основе метода, используется измерения температуры рабочего элемента под охлаждающим потоком воды. Измерительный элемент нагревается непосредственно протеканием электрического тока либо косвенно, от дополнительного нагревателя.

Составляет определенную сложность то, что данный метод требует высокую точность, малую инерционность и точечную локализацию. Конструкция приборов для открытых водоемов практически отсутствует, так как метод в основном используется в трубопроводах и замкнутых системах.

Измеритель скорости потока жидкости, использующий термический метод, рассмотрен [4], и в большинстве случаев мало критичен к вышеперечисленным факторам. При реализации важно, чтобы конструкция не была зависима от конфигурирования потока.

Достоинства прибора в низкой цене оборудования из-за использования недорогих и недефицитных компонентов. Из-за малых массогабаритных характеристик данный измеритель скорости не будет вносить собственные возмущения в водный поток, тем самым понижая достоверность полученных результатов.

Таким образом, были изучены особенности и применения некоторых методов измерения скорости потока жидкости в условиях открытых водоемов. Были учтены рекомендации для разработки необходимого оборудования.

Литература

1. Строев Н.Н., Козенова А.О. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ // Энергетика, информатика, инновации - 2021. (электроэнергетика, электротехника и теплоэнергетика, математическое моделирование и информационные технологии в производстве, микроэлектроника и оплотехника). Сб. трудов XI-ой Национальной научно-технической конференции с международным участием. В 2 т. Т 1. - 2021. - С. 565-569.
2. Doppler shift equation and measurement errors affected by spatial variation of the speed of sound in sea water — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0041624X18304013> (дата обращения 11.03.2023).
3. УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ НА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ultrazvukovye-metody-i-pribory-dlya-izmereniya-rashoda-vody-na-gidromeliorativnyh-sistemah> (дата обращения 11.03.2023).
4. Козенова А.О., Строев Н.Н., ПОДХОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДАТЧИКА ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ТЕПЛООБМЕНА // Энергетика, информатика, инновации - 2022. (электроэнергетика, электротехника и теплоэнергетика, математическое моделирование и информационные технологии в производстве, микроэлектроника и оплотехника). Сб. трудов XI I-ой Национальной научно-технической конференции с международным участием. В 2 т. Т 1. - 2022. - С. 120-123.

ИЛЛЮЗИИ, МИРАЖ ИЛИ ПАРАДОКСЫ ЗРЕНИЯ?

Зрительная система человека – уникальная биологическая система, которая позволяет нам воспринимать и интерпретировать окружающий мир.

Зрительная система способна обрабатывать огромное количество информации, но она не всегда точна: ее можно легко обмануть манипулируя внешними факторами, такими, например, как освещение, ракурсы и контекст, способствующими возникновению таких явлениями как иллюзии, миражи и парадоксы, завораживавших ученых и художников на протяжении веков и продолжающих интриговать и бросать вызов нашему пониманию восприятия и реальности.

Под иллюзиями принято понимать вводящие в заблуждение восприятия, которые создаются зрительной системой. Существует несколько типов иллюзий:

- физиологические иллюзии, которые вызваны физическими свойствами глаза и мозга, например, эффект остаточного изображения возникает, когда фоторецепторы глаза чрезмерно стимулируются и создают изображение, которое сохраняется после удаления первоначального стимула,

- когнитивные иллюзии, которые возникают когда мозг неверно интерпретирует визуальную информацию из-за когнитивных предубеждений или ожиданий. Классический пример когнитивной иллюзии – иллюзия Понцо, в которой две одинаковые горизонтальные линии кажутся разной длины из-за контекста, в котором они представлены,

- иллюзии восприятия, которые вызываются несоответствием между сенсорным вводом и восприятием. Классический пример иллюзии восприятия – иллюзия Мюллера-Лайера, в которой две линии одинаковой длины кажутся разной длины из-за наличия наконечников стрел на концах линий.

В качестве примеров, на рисунке 1 показана иллюзия комнаты Эймса, представляющая собой изображение помещения неправильной формы, используемое для создания трёхмерной оптической иллюзии.

Комната Эймса построена так, что спереди она выглядит как обычная комната кубической формы с задней стенкой и двумя боковыми стенами, параллельными друг другу и перпендикулярными к горизонтальным плоскостям пола и потолка. Однако истинная форма комнаты трапециевидная: стены наклонены, потолок и пол также находятся под наклоном, а правый угол находится гораздо ближе к зашедшему в комнату наблюдателю, чем левый, или наоборот.

В результате оптической иллюзии человек, стоящий в одном углу, кажется наблюдателю гигантом, в то время как человек, стоящий в другом углу, кажется карликом. Иллюзия настолько убедительна, что человек, идущий вперёд и назад от левого угла в правый угол, «растёт» или «уменьшается» на глазах.

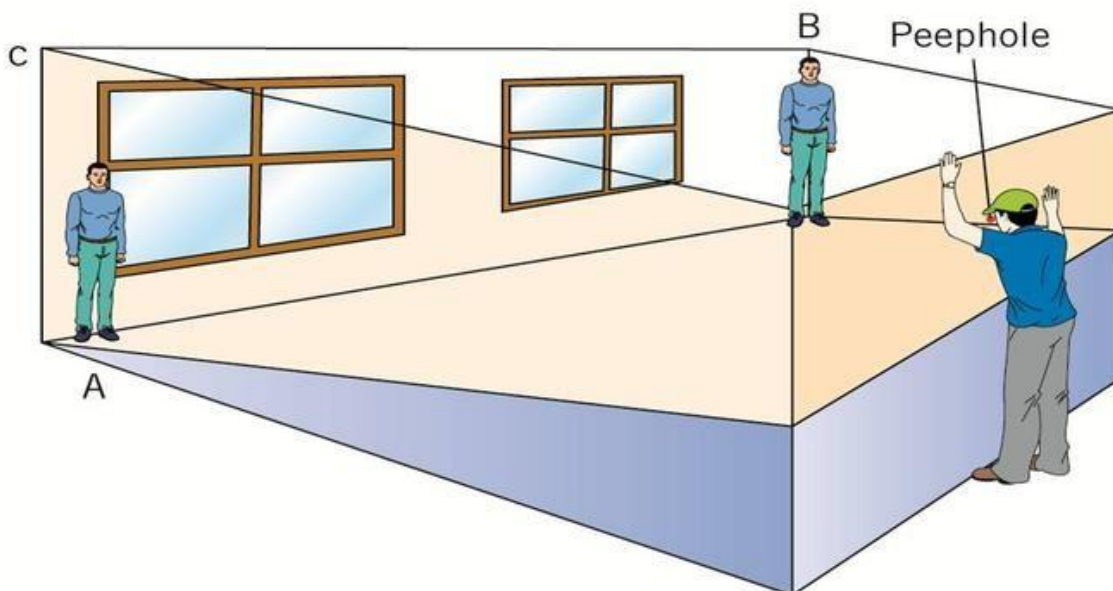


Рисунок 1 – Иллюзия комнаты Эймса

Под миражом принято понимать оптическую иллюзию, которая создает видимость воды, суши или других объектов, которых на самом деле нет. Миражи обычно вызываются преломлением света в воздухе различной плотности, и они обычно наблюдаются в пустынных районах или над раскаленным асфальтом в жаркий летний день. Классическим примером миража является появление озера или оазиса в пустыне на горизонте (рисунок 3).



Рисунок 3 – Пример миража

Под визуальным парадоксом принято понимать ситуации, в которых мозг

получает противоречивую информацию от глаз, что может привести к множеству странных и сбивающих с толку восприятий:

- классический пример визуального парадокса треугольник Пенроуза – невозможный объект, который при взгляде под определенным углом кажется трехмерным, но на самом деле является невозможной конструкцией, которая не может существовать в реальности,

- лестница Эшера – кажется, что это лестница, которая закручивается сама на себя, позволяя человеку бесконечно ходить по кругу, но на самом деле это невозможная конструкция, которая не может существовать в реальности.

- куб Неккера – простая геометрическая фигура, которая, по-видимому, переключается между двумя возможными трехмерными интерпретациями, даже если эти две интерпретации физически идентичны.

На рисунке 3 показан пример парадокса на основе лестницы Эшера.



Рисунок 3 – Пример парадокса на основе лестницы Эшера

Литература

1 Артамонов, И. Д. Иллюзии зрения / И.Д. Артамонов. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1964. - 112 с.

2 Андрияшина, Надежда Вы это видели?! Обманы зрения и оптические иллюзии / Надежда Андрияшина. - М.: "Издательство "Эксмо", 2012. - 200 с.

3 Сикл, Э. Еще больше оптических иллюзий. Галереи I и II / Э. Сикл. - М.: АСТ, 2006. - 472 с.

ПРОБЛЕМАТИКА ОБРАБОТКИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛУЧЕВОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Развитие электроники приводит к увеличению объемов обрабатываемой информации. Достаточно взглянуть на изменение смысла, вкладываемого в понятие «умный дом», чтобы увидеть стремительное расширение функций, решаемых простейшими системами обработки информации. Как только вопрос вычислительной производительности теряет актуальность, возникает необходимость предоставлять актуальные данные для обработки. Как результат, получает бурное развитие высокоскоростные каналы передачи данных вообще и беспроводные в частности. Так, протокол Wi-Fi за время своего существования с 1997 по настоящее время осуществил рост пропускной способности радиоканала с 2 Мбит/с до 30 Гбит/с.

Максимальная скорость передачи данных по каналу связи с ограничена в соответствии с теоремой Шеннона-Хартли отношением сигнал шум и полосой пропускания канала:

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad (1)$$

Где

C – пропускная способность канала, бит/с;

B – полоса пропускания канала, Гц;

S – мощность сигнала на входе в приемник, Вт;

N – мощность шума на входе в приемник, Вт.

Как следует из формулы, существует 2 подхода к увеличению скорости передачи данных: увеличение отношения S/N и расширение полосы сигнала.

Первый подход ограничен двумя факторами:

– уровень шума ограничен снизу уровнем теплового шума;

– мощность сигнала ограничена требованиями СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03.

Второй подход требует увеличения полосы радиосигналов. Современные линии связи обеспечивают обработку в мгновенной полосе частот 500 МГц и более, то есть позволяют применять сверхширокополосные сигналы (СШП) [1].

Теоретически СШП сигналы должны обеспечивать передачу данных в радиоканале со скоростью 1 Гбит/с и более.

В начале XXI века было разработано семейство стандартов IEEE 802.15.3a, формализующих требования к СШП радиосетям общего пользования. Компании, входящие в группу разработки стандарта, продемонстрировали решения на основе данной технологии.

Однако широкого распространения данная технология не получила. Основная проблема – малые расстояния, на которые возможна высокоскоростная передача данных. Зависимость скорости передачи данных от дальности по протоколам СШП связи и Wi-Fi показана на рисунке 1.

Увеличение расстояния передачи данных в городских условиях и в помещениях на расстояние более 5-10 метров требует решить ряд вопросов. Основной из них – многолучевое распространение радиосигналов [2]. В результате многократного отражения передаваемого сигнала от зданий и других препятствий на пути распространения радиоволн, на приемную антенну приходит несколько копий одного и того же радиосигнала. Наложение сигнала вызывает искажение радиосигнала, создавая глубокие замирания радиоволны, которые в основном и влияют на качество передачи информации и пропускную способность системы. На рисунке 2 показано изменение формы сигнала, при удалении от передатчика в помещении.

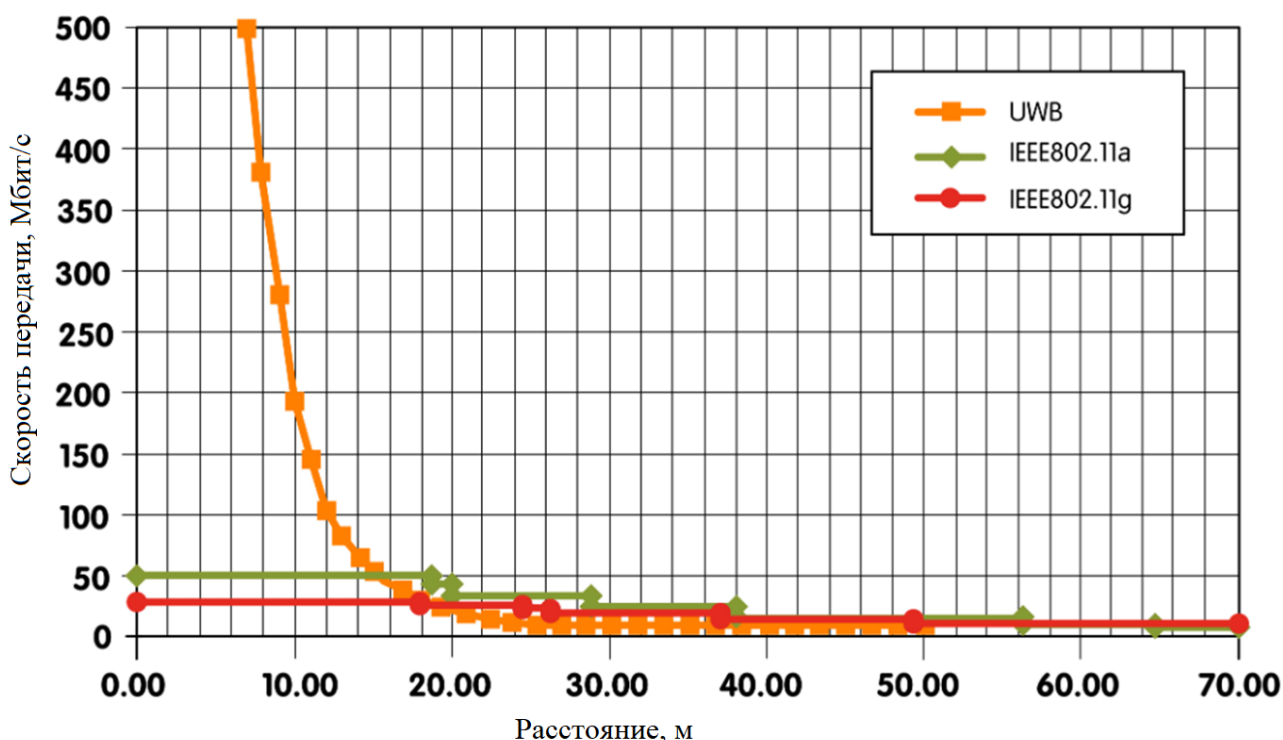


Рисунок 1 – Зависимость скорости передачи данных от дальности по протоколам СШП и Wi-Fi

Повышение качества связи при многолучевом распространении возможна за счет дублирования передаваемой информации на разных частотах с последующей совместной обработкой принятого на разных частотах сигнала. Данный подход для СШП систем связи затруднителен с технической точки зрения: необходимо расширять и так сверхширокую полосу сигнала.

Существует другой подход – пространственное разнесение нескольких приемных трактов. Интерференционная картина изменяется при перемещении приёмника в пространстве, если получить несколько копий приемного сигнала в разных точках пространства, то можно восстановить передаваемую информацию. Данный подход требует увеличения габаритов антенной системы. При этом сами приемные тракты должны быть идентичны, любое изменение параметров одного из приемных трактов, может привести к искажению восстановленного сигнала.

Известны так же алгоритмы, осуществляющие непрерывную адаптацию к существующим условиям распространения радиосигналов. Ярким представителем адаптивных приемников является приемник РАКЕ-типа.

Упрощенно такой приемник можно рассматривать как линию задержки с управляемыми отводами. Если отводы соответствуют задержке каждой компоненте многолучевого распространения радиосигнала, то многолучевое распространение сигнала способно повысить отношение сигнал-шум на выходе приемника. Структурная схема приемника РАКЕ-типа показана на рисунке 3.

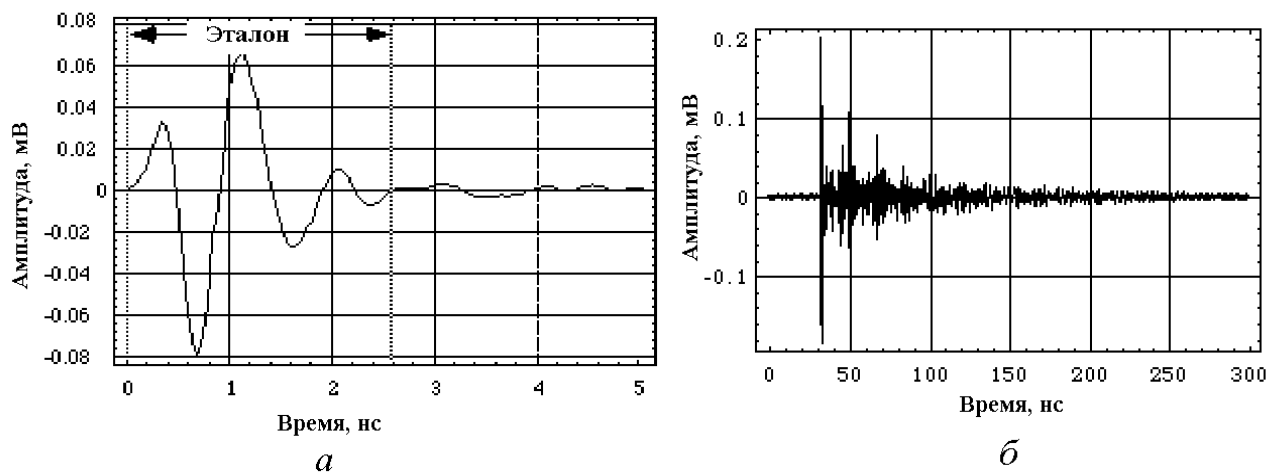


Рисунок 2 – Временная диаграмма импульса, принимаемого на расстоянии 1 м от передающей антенны (а) и в некоторой точке помещения (б).

Упрощенно такой приемник можно рассматривать как линию задержки с управляемыми отводами. Если отводы соответствуют задержке каждой компоненте многолучевого распространения радиосигнала, то многолучевое распространение сигнала способно повысить отношение сигнал-шум на выходе приемника. Структурная схема приемника РАКЕ-типа показана на рисунке 3.

Определение параметров отводов линии задержки – основная сложность при создании такого приемника. При этом для СШП сигналов с учетом мгновенной полосы сигнала ошибка при вычислении фазы или задержки отвода может приводить к значительному ухудшению качества цифровой обработки сигнала. Для уточнения параметров приемника РАКЕ-типа целесообразно воспользоваться подходами, применяемыми в смежных областях – радиолокации и обработке изображений.

При восстановлении сигналов, прошедших через радиоканал, применяется поиск фильтра, устраняющего внесенные искажения. Передаточная функция такого фильтра ($H_{инв}$) выражается через передаточную функцию канала распространения(H):

$$H_{инв}(\omega) = \frac{1}{H(\omega)} \quad (2)$$

Фильтр с такими характеристиками называют инверсным, а процесс восстановления сигнала – инверсной фильтрацией. Для поиска H в

радиолокации применяют тестовые сигналы, параметры которого заранее известны. При передаче информации в качестве тестового можно рассматривать сигнал передатчика. Такой подход позволит определить параметры отводов приемника РАКЕ-типа с точностью, выше отсчета АЦП.

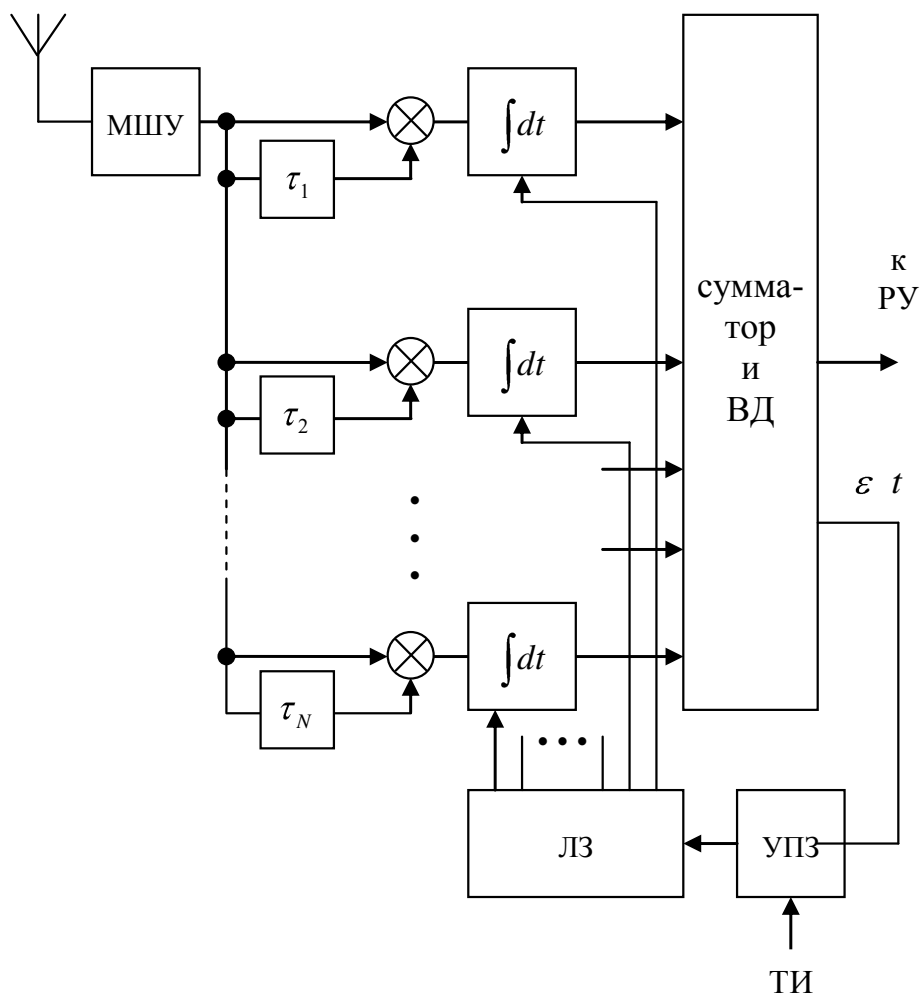


Рисунок 3 – Структурная схема приемника РАКЕ-типа

Таким образом, многолучевое распространение радиоволн ограничивает скорость передачи данных в радиоканале, в том числе при применении СШП сигналов. Существующие подходы к обработке СШП систем радиосвязи не позволяют увеличивать скорость передачи данных в условиях многолучевого распространения радиосигналов. Применение инверсной фильтрации в приемниках РАКЕ-типа позволит повысить скорость передачи данных СШП систем в условиях многолучевого распространения радиоволн.

Литература

1. Федеральная комиссия по связи США [Электронный ресурс]/ URL: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-02-48A1.pdf>. (дата обращения: 27.02.2023).
2. Косичкина Т.П., Сидорова Т.В., Сперанский В.С. Сверхшироко-полосные системы телекоммуникаций. – М.: Инсвязыздат, 2008.– 304 с.:132 ил.
3. Балдычев М.Т., Петухов П.Е., Авдонина Ю.М., Чеботарь К.И. Практическое применение алгоритма инверсной фильтрации в обработке радиолокационных сигналов // Электромагнитные волны и электронные системы. 2020. Т. 25. № 6. С. 38–44. DOI: 10.18127/j15604128-202006-05.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Развитие электроники быстро меняет качество жизни, что заметно, прежде всего, в социальной сфере и особенно проявляется в уровне коммуникации, что позволяет людям поддерживать связь в любом месте планеты.

Величайшие изобретения человечества – микропроцессор и микроконтроллер на его базе: его особенностью является возможность программирования и интегрирования в другие устройства электроники.

Микроконтроллеры предназначены для обработки информации и управления процессами её обмена в составе своей системы, основой которой они являются. Это обусловлено тем, что микроконтроллер является достаточно маленьким однокристальным компьютером, имеющим свой центральный процессор и состоящим из блоков управления, регистров, и арифметико-логических устройств.

Помимо этого, он имеет (рисунок 1) собственную оперативную и постоянную память, а также периферийные устройства: таймеры, генераторы, и аналого-цифровые преобразователи.

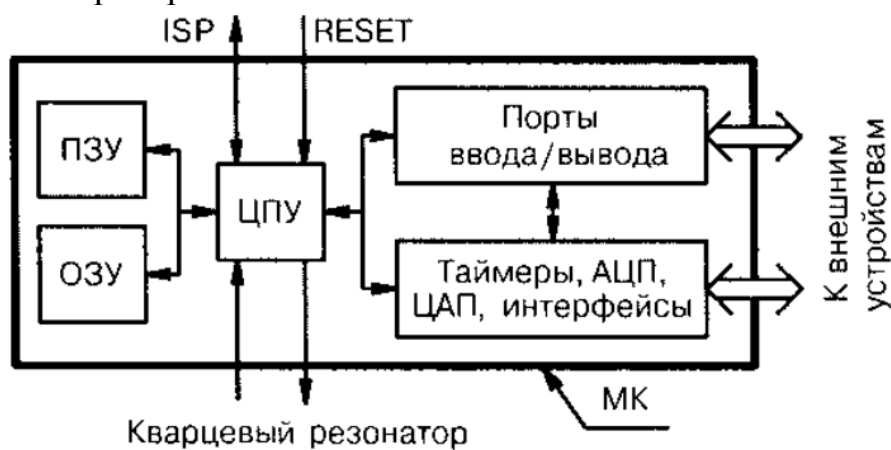


Рисунок 1 – Типовая структура микроконтроллера

Порты ввода и вывода могут напрямую соединяться с датчиками или сторонними устройствами. Управляющая программа контроллера хранится во внутреннем постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ). Для программирования обычно используется интерфейс *In System Programming (ISP)* с помощью программатора. Он соединяется с программируемым микроконтроллером и с одним из интерфейсов персонального компьютера (ПК).

Программа на ПК отправляет прошивку программатору, а тот в свою очередь загружает её в ПЗУ микроконтроллера.

Существует множество языков программирования, некоторые из них используются для написания программ, предназначенных для микроконтроллеров. Основными характеристиками для возможности использования языка в данной области, является компактность кода и

быстродействие программы. Это связано с необходимостью минимизировать не только время выполнения задачи, но и её энергозатратность. Поскольку многие устройства электроники, содержащие микроконтроллеры, автономные и чаще всего питаются от встроенного аккумулятора. Для создания программ чаще всего используются низкоуровневые языки программирования, код которых имеет меньший вес и куда ближе к машинным командам.

Среди подобных языков, для данного предназначения, сегодня используются *C*, *C++* и Ассемблер.

Есть также и другие, такие как *Pascal*, *BASIC*, *Python*, *PL/M*, но используются они реже из-за малого количества поддерживаемых программаторов.

Языки программирования для микроконтроллеров по своей структуре почти не отличаются от языков для полноценных компьютеров. Главным отличием является ориентированность на работу со встроенными в систему периферийными устройствами. Архитектура микроконтроллеров чаще всего требует битовой ориентированности команд. Битовые команды рассматривают свои операнды не в виде слов, а последовательности битов. Команды реализуют логические операции и битовые сдвиги.

В настоящее время программирование большинства встраиваемых систем выполняется на *C* или более высокоуровневым *C++*. Причиной этому служит простота написания кода и значительная приближённость к машинному языку. Данные языки хоть и являются достаточно быстрыми, но уступают в скорости не менее известному Ассемблеру. В современном мире не всегда есть необходимость максимальной экономии ресурсов и времени. Сегодня существуют чрезвычайно мощные процессоры, обеспеченные большими объемами памяти, с чрезвычайно сложными разрабатываемыми проектами, которые поддерживаются командами программистов. Это и делает языки *C* и *C++* одними из востребованных в сфере микроконтроллеров.

Положительными особенностями языка *C++* являются:

- наличие возможности объектно-ориентированного программирования (ООП), что позволяет делать код проще для понимания человека,

- высокая скорость работы,

- возможность работы с данными на уровне, близком к машинному,

- широкая распространенность и наличие множества библиотек,

- синтаксис *C++* схож со многими известными языками (*C#*, *C*, *Java*, *Python*), что облегчает освоение синтаксиса.

Язык *C++* мало чем отличается от *C* в области программирования микроконтроллеров. Скорость исполнения кода практически одинакова, поскольку современные устройства не сильно ограничены по вычислительной мощности и объёму памяти. Язык *C* более универсальный и в отличие от *C++* может функционировать почти на любой платформе. *C++* немного дополняет своего предшественника, изменяя стиль и исполнение кода программы. Бывает,

что у человека могут возникать трудности при изучении готового кода, не смотря на простоту его изначального написания.

Помимо этих языков существует куда более быстрый и эффективный, а именно, Ассемблер. Его особенность заключается в том, что он предлагает альтернативу C/C++. Это один из самых низкоуровневых языков, что использует специфичный код для конкретного устройства. Человек путём его написания получает непосредственный доступ к процессору, где все процедуры тщательно настраиваются для точного времени их исполнения. Ассемблер предлагает полное использование процессора и дополнительные наборы неподдерживаемых на C/C++ инструкций, таких как битовые манипуляции. Программное обеспечение, что написано на Ассемблере, работает эффективнее чем на C/C++. Код команды для Ассемблера представляет собой прямое указание для процессора на понятном ему аппаратном языке.

Команда Ассемблера выглядит так: «<[метка]> <команда> [<операнды>]».

Метка содержит имя для фрагмента кода и может ссылаться на него. Команда указывает процессору на необходимую задачу. Операнды более подробно описывают эту задачу, указывая на регистры и разделы памяти.

При выполнении кода, процессорное время используется без потерь, что позволяет достигать огромных скоростей. При работе процессора на частоте 3 ГГц, оптимизированный код сможет выполнять около $2,5 \cdot 10^9$ команд за 1 с.

В дополнение к этому, программа на Ассемблере имеет крайне небольшой вес в памяти. Это позволяет создавать небольшие устройства с высокой энергоэффективностью, например, беспроводные управляемые устройства.

Из недостатков работы с Ассемблером имеется то, что он не обеспечивает переносимостей и его исходный код чаще всего специфичен для конкретного процессора или ядра. Поэтому сборка инструкций всегда будет зависеть от архитектуры процессора.

В современных условиях производительность устройства, в основных задачах, не сильно зависит от языка, но для узко определённой задачи важно знать все их особенности. Чтобы произвести выбор, нужно знать цель задачи и рассчитать все шаги по её выполнению.

Для создания устройства, имеющего ограничения по объёму памяти и мощности процессора, потребуется язык более низкого уровня, такой как Ассемблер, но иногда и C. Их код ближе к аппаратному, что позволяет минимизировать затраты памяти и энергопотребления. Но изучение языка и программирование на нём более трудозатратно, говоря про Ассемблер.

Если планируется разработать устройство на более мощном контроллере, не нуждаясь в экономии энергии, то лучшим решением будут языки C/C++, а также другие им подобные. Написание и доработка кода не требуют особых усилий, так как он отлично понятен человеку.

Литература

1 Абраменкова, И. В. Применение языка Си для программирования микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники. Учебное пособие по курсу «Основы микропроцессорной техники» / И. В. Абраменкова, Н. С. Семченков, Ю. В. Троицкий. – Смоленск : Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2007. – 84 с.

В.С. Лутченков, студ.; И.И. Мелешко, студ.; А.Ю. Новиков, студ.;
рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ«МЭИ» в г. Смоленске)
ОБЗОР ОХРАННЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

Охранная система автомобиля или автосигнализация – электронное устройство, предназначенное для защиты автомобиля от угона, кражи агрегатов (узлов) или находящихся в нем вещей.

Автосигнализация оповещает владельца или окружающих с помощью звуковых и (или) световых сигналов о несанкционированном доступе к автомобилю (салону автомобиля), но не препятствует угону, краже автомобильных компонентов и т. п.

Существует множество различных систем автомобильной охраны, которые могут быть использованы для защиты автомобиля от угона. Наиболее распространенными являются:

- системы дистанционного управления,
- системы с автозапуском,
- системы *GPS*-мониторинга,
- системы *RFID*-мониторинга, системы *Bluetooth*-мониторинга, системы *Wi-Fi*-мониторинга, системы *GSM*-мониторинга, системы *3G/4G*-мониторинга, системы *SMS*-мониторинга, системы *IP*-мониторинга и системы *CAN*-мониторинга.

Общий принцип работы охранных систем автомобилей заключается в следующем:

- срабатывают датчики, посылающие сигнал о постороннем воздействии на автомобиль в блок управления,

- блок управления, в свою очередь, формирует команду на включение тревожных сигналов (звуковой сигнал (сирену), световые сигналы (прерывистое включение приборов головного света и аварийных фонарей), блокираторы двигателя и бензонасоса и посылает радиосигнал на брелок владельца,

- блокираторы мотора и бензонасоса не позволяют запустить двигатель, автомобиля, если не отключен главный блок управления сигнализацией.

Системы дистанционного управления обеспечивают доступ к автомобилю через пульт дистанционного управления, с их помощью можно блокировать или разблокировать двери, активировать (деактивировать) систему зажигания, завести (заглушить) двигатель, активировать (деактивировать) сигнализацию удара.

Системы с автозапуском позволяют автоматически запускать или глушить двигатель автомобиля.

GPS-мониторинг – эффективный способ обеспечения безопасности. *GPS*-мониторинг обеспечивает доступ к реальным данным о местоположениях.

RFID-мониторинг – эффективный способ идентификация. *RFID*-мониторинг идентифицирует автомобиль, удостоверяя, что он находился в указанном месте.

Bluetooth-мониторинг – эффективный способ удаленного управления.

Bluetooth-мониторинг позволяет удаленно отключать/включать различные устройства, отключая/включая электронные устройства, отключая/включая системы зажигания.

Wi-Fi-мониторинг – эффективный способ обмена данным.

Виды автомобильных сигнализаций можно разделить на следующие группы:

- без обратной связи,
- с обратной связью,
- спутниковые,
- *GSM* сигнализации.

Автосигнализация без обратной связи считается базовой, ею оснащаются бюджетные автомобили, по сегодняшним меркам, считается ненадежной.

Автосигнализация с обратной связью позволяет контролировать состояние автомобиля на расстоянии, используя кодированные сигналы, количество реализованных функций зависит, как правило, от ее производителя.

Спутниковые противоугонные системы используют два-три канала связи (*GSM* и спутниковый), лучшей противоугонной системой считается система с *GPS*-трекерами позволяющая контролировать местоположение автомобиля в режиме реального времени.

GSM-сигнализации позволяют взаимодействовать с телефоном, узнать местоположение автомобиля с точностью 100 м, дистанционно управлять автомобилем. Имеют акустические датчики и датчики движения.

Устройства, которые могут входить в состав автосигнализации и их локализация в автомобиле, показаны на рисунке 1:

- центральный блок,
- преобразователь,
- датчик наклона (удара),
- приёмник сигнала,
- световые приборы,
- звуковой сигнал,
- сенсор дверей,
- датчик присутствия,
- свет в салоне.

Достоинствами применения охранных систем автомобилей являются:

- уменьшение вероятности кражи и проявления вандализма по отношению к автомобилю,

- дистанционное информирование владельца в режиме реального времени об нештатных ситуациях, связанных с состоянием автомобиля, и его местоположении,

- способствуют увеличению стоимости автомобиля при его продаже,
- удобство использования.

Компоненты автосигнализации



Рисунок 1 – Устройства, которые могут входить в состав автосигнализации и их локализация в автомобиле

К недостаткам охранных систем автомобилей можно отнести:

- относительно высокая стоимость установки и обслуживания,
- возможность возникновения ложных срабатываний, вызванных, например, слишком громкими звуками или сильными порывами ветра,
- низкая эффективность в случае профессионально организованной кражи (например, если угонщик использует электронные устройства для подбора кода доступа),
- большинство систем требуют профессиональных навыков для установки и настройки.

Таким образом, как и любая технология, охранные системы автомобилей со временем устаревают и утрачивают свою неэффективность, вследствие чего должны вестись постоянные исследования, направленные на разработку и внедрение современных достижений микроэлектроники в охранные системы автомобилей.

Литература

- 1 Дворецкий М. Е. Автомобильные сигнализации/ М.Е Дворецкий — Наука и техника, 2006. — 536 с.
- 2 Корякин-Черняк С.Л. Современные автосигнализации/ С.Л. Корякин-Черняк — Наука и техника, 2005. — 400 с.
- 3 Кашкаров А. П. Современные сигнализации для дома и автомобиля/ А. П. Кашкаров — С.: ДМК пресс, 2014. —104 с.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА КИСЛОРОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Контроль содержания кислорода в воздухе рабочей зоны наряду с контролем вредных и взрывоопасных веществ является одной из важнейших задач мониторинга техногенных объектов [1].

Существующие методы контроля кислорода основываются либо на свойствах среды, изменяющихся с изменением концентрации кислорода в ней, либо на свойствах растворённого кислорода. Их условно можно разделить на несколько групп: электрохимические, оптические и методы, основанные на парамагнитных свойствах кислорода.

В настоящее время для приборов контроля концентраций кислорода предъявляются все более жесткие требования к их метрологическим и эксплуатационным характеристикам, а также к их стоимости и затратам на обслуживание. Однако наиболее распространенные сейчас методы имеют ряд недостатков и не позволяют обеспечить соответствие предъявляемым требованиям, таким как: высокие точность и быстродействие, малые габариты, масса, низкие энергопотребление, стоимость и затраты на обслуживание.

В настоящее время одним из перспективных методов контроля кислорода, лишенных недостатков, присущим другим применяемым методам, является метод, основанный на взаимодействии молекул кислорода с люминесцирующими индикаторами, иммобилизованными в газопроницаемые матрицы, а именно гашении (тушении) люминесценции люминофора молекулами кислорода.

В рамках данной работы представлены результаты разработки и исследования экспериментального образца оптического датчика кислорода, основанного на принципе тушения люминесценции.

В основе метода тушения люминесценции лежит механизм столкновительного гашения кислородом возбужденной люминесцирующей молекулы вещества-индикатора [2].

Кинетика столкновительного гашения кислородом описывается уравнением Штерна-Фольмера:

$$\frac{I_0}{I} = \frac{T_0}{T} = 1 + k_q T_0 p O_2 = 1 + K_{sv} p O_2,$$

где I и I_0 – интенсивности люминесценции при наличии и отсутствии гасителя, T и T_0 – периоды действия люминофора при наличии и отсутствии гасителя, k_q – биомолекулярная константа гасителя, а K_{sv} – константа гашения Штерна-Фольмера, $p O_2$ – парциальное давление кислорода. Как следует из уравнения Штерна-Фольмера, для регистрации уровня тушения люминесценции могут применять способ измерения по уровню изменения интенсивности или времени затухания люминесценции.

В ходе разработки датчика на основании анализа информации по применяемым материалам и критериям их применения [3,4] в качестве люминофоров и газопроницаемых матриц были выбраны и исследованы вещества (таблица 1), с использованием которых по разработанным методикам из растворов органических растворителей были изготовлены чувствительные элементы датчика.

Таблица 1.

№ п/п	Тип люминофора
1.	Октаэтилпорфирин платины (PtOEP)
2.	Тетракис(пентафторфенил)порфирин платины (PtTFPP)
3.	Трис(4,7-дифенил-1,10-фенантролин) рутения (II) $[\text{Ru}(\text{dpp})_3]^{2+}$
4.	Трис(2,2-бипиридил) рутения (II) $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$
	Тип газопроницаемой матрицы
1.	Полистирол (порошок)
2.	Тальк
3.	Цеолит NaX фракция 0,16-0,25 мм ТУ 38.10281-88
5.	Симетикон (диметикон (полидиметилсилоксан): кремния диоксид - 95:5)

Оценка кинетики и интенсивности люминесценции (квантового выхода) чувствительных элементов датчика проводилась на спектрофлуориметре «Панорама-02».

На рисунке 1 представлен график выходного сигнала экспериментального образца датчика, характеризующий полученную чувствительность к кислороду.

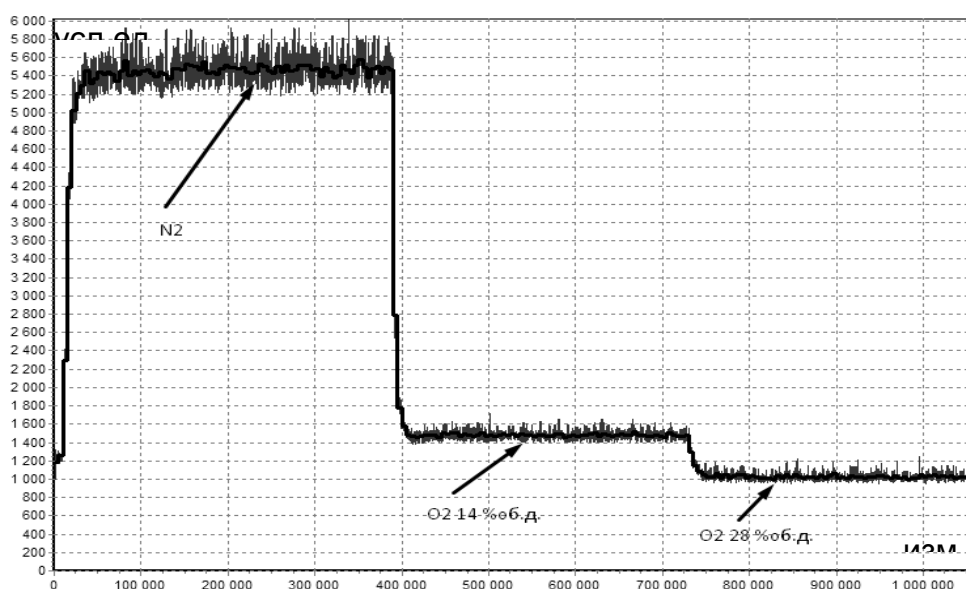


Рисунок 1 – Выходной сигнал экспериментального образца датчика при подаче азота N_2 , 14 % и 28 % объемных долей кислорода O_2

Ось абсцисс - количество измерений, ось ординат – величина сигнала в условных единицах времени в соответствии с выбранным способом регистрации тушения - по времени затухания.

В качестве люминофора использовался октаэтилпорфирин платины (PtOEP), иммобилизованный в тонкую пленку полистирола.

Изготовленный датчик был подвергнут исследовательским испытаниям согласно разработанной программе и методикам, включающим в себя:

- определение основной погрешности и вариации показаний;

-определение изменения показаний при изменении температуры и относительной влажности окружающей среды;

- определение показаний при подаче неопределяемого компонента;

-определение фотостабильности чувствительного элемента (ресурса датчика).

Анализ полученных результатов исследовательских испытаний разработанного экспериментального образца оптического датчика кислорода, основанного на принципе тушения люминесценции, позволяет сделать вывод о возможности разработки датчика такого типа, обладающего рядом преимуществ в сравнении с широко применяемыми в настоящее время датчиками, основанных на других методах измерения. Однако выявленные в ходе работы недостатки данного образца датчика (влияние влажности окружающей среды на показания, недостаточная фотостабильность чувствительного элемента и, как следствие, низкий ресурс), говорят о необходимости продолжения работ по решению выявленных проблем. Такими направлениями работ являются:

- получение чувствительного элемента, обладающего гидрофобными свойствами;

- разработка способа иммобилизации люминофора в матрицу, обеспечивающего его надежное внедрение и, как следствие, лучшую фотостабильность чувствительного элемента.

Направление создания датчиков кислорода, основанных на методе тушения люминесценции, для решения задач мониторинга техногенных объектов может считаться перспективным, так как, несмотря на выявленные в ходе работ недостатки датчика, отражает тенденции приборостроения, нацеленные на разработку наукоемких и высокотехнологичных изделий, удовлетворяющих современным техническим и экономическим требованиям.

Литература

1. СТО Газпром 18000.3-022-2022. Рабочая зона. Контроль воздуха. Порядок обеспечения производственной безопасности. Санкт-Петербург 2022 г.
2. Основы флуоресцентной спектроскопии. Лакович, Дж.; пер. с англ. под редакцией М. Г. Кузьмина. – Москва: Мир, 1986. – 496 с.
3. M Quaranta, SM Borisov, I Klimant. Indicators for optical oxygen sensors. Bioanalytical reviews 4, 115-157, 2012.
4. Wright, Joseph, "Oxygen-Sensitive Luminophores: A Survey of the Literature and Efforts toward a Novel Porphyrin-Pillared Zirconium Phosphonate". Graduate College Dissertations and Theses. 653, 2016.

*К.Р. Маневский студ.; В.А. Данченков студ.; Д.Ю. Якушенков студ.;
рук. Д.С. Рассказа ст.пр.*

(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ FPV – СИСТЕМЫ С ОТСЛЕЖИВАНИЕМ НАКЛОНА ГОЛОВЫ

Системы *First Person View* (рисунок 1) в беспилотных воздушных судах (БВС) заняли особое место. На радиоуправляемых самолётах и квадрокоптерах, а также наземных моделях устанавливаются системы, позволяющие внешнему пилоту наблюдать на экране или в своём шлеме изображение с камеры, установленной на аппарате. Это предоставляет возможность контролировать

БВС на больших расстояниях, более полно погружаться в процесс управления аппаратом, наблюдать за объектами, удалёнными от оператора [1].



Рисунок 1 — FPV-система

Данные системы применяются по-разному. Но в целом, все они работают по схожему принципу. Обычно система связи таких устройств состоит из канала управления, канала передачи телеметрии, канала передачи видео. Данные о положении головы передаются через канал управления и принимаются с инерциальной системы измерений, состоящий из гироскопа и акселерометра.

Система поворота камеры, обычно подключается в каналы радиоприёмника на борту. Система отслеживания головы может подключаться к радиоаппаратуре управления (рисунок 2) проводом или по беспроводному каналу связи. Радиоаппаратура же передаёт сигнал управления на приёмник БВС.



Рисунок 2 — Аппаратура радиоуправления

Для построения модели такой системы, которая позволит проверить реализуемость *FPV*-системы на бюджетных компонентах, не обязательно реализовывать передачу управления на борт.

Таким образом было разработано устройство *FPV*-системы с отслеживанием головы.

Для этого был произведён подбор компонентов. Контроллерами выступили отладочные платы *Arduino NANO* (рисунок 3, а) на микроконтроллерах *ATmega328P*. Она выбрана из-за её доступности, дешевизны и простоты разработки.

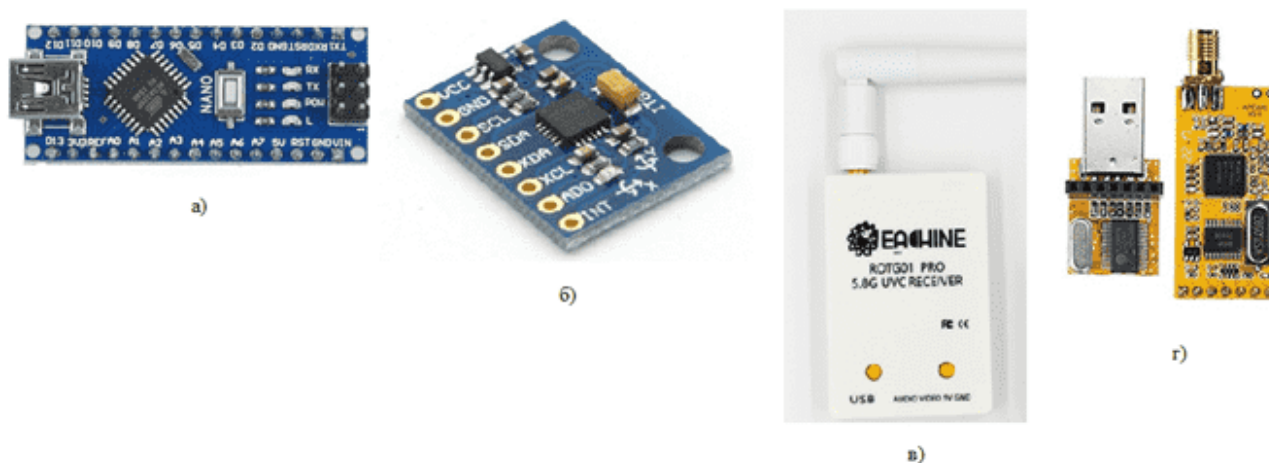


Рисунок 3 — Подбор компонентов: а) контроллер *Arduino NANO*; б) модуль 3-осевого гироскопа и 3-осевого акселерометра с *DMP* процессором; в) внешний приемник *FPV* сигнала; г) модуль беспроводной передачи данных

В качестве инерциальной системы отслеживания положения головы используется *MPU6050* [2]. Он позволяет добиться требуемой точности определения угла при помощи *Digital Motion Processor* (рисунок 3, б). И доступен для заказа на сегодняшний день [3].

Для поворота камеры в модели используются сервомоторы *MG90S*.

Используется камера с передатчиком АКК А3 и приёмник видеосигнала с *OTG* для подключения шлема к телефону (рисунок 3, в).

Команды управления передаются по радиоканалу, созданном при использовании модулей *APC220* (рисунок 3, г). Они обеспечивают дальность и надёжность приёма до 1000 м.

Было проведено натурное моделирование работы устройства на созданном макетном образце. Готовый вид полученного устройства показан на рисунке 4.

Проведённые тесты показывают, что дешёвый китайский приёмник даёт ощутимую задержку в 0.05-0.1 с. Поэтому система нуждается в доработке, хотя и полностью работоспособна. Также требуется сменить шлем на более удобный.



Рисунок 4 — Готовый вид полученного устройства

Таким образом, разработанная модель устройства показывает, что хоть она полностью функционирует, но из-за высокой задержки и плохого качества изображения, разработка полноценного аналога существующих технических решений на китайских компонентах нецелесообразна.

Литература

- 1 Система с отслеживанием головы «Халли-Хо» // fpvdogfight. [сайт]. – <https://fpvdogfight.com/products/tally-ho-head-tracker> (дата обращения: 19.03.2023).
- 2 Arduino и датчик MPU6050 // alexgyver. [сайт]. – <https://alexgyver.ru/arduino-mpu6050/> (дата обращения: 19.03.2023).
- 3 3-х осевой гироскоп и акселерометр GY-521 // 3d-diy. [сайт]. – <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/giroskop-i-akselerometr-gy521-mpu6050/> (дата обращения: 19.03.2023).

*А.Е. Меховников, студ.; рук. Д.С. Рассказа, ст.преп.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СТОЛОВОГО ПРИБОРА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ТРЕМОРА РУК

В мире современной электроники одним из перспективных направлений выделяют электронные устройства, используемые в медицине, в том числе устройства, используемые при каких-то конкретных заболеваниях. Одним из видов таких устройств являются устройства для компенсации тремора рук людей, страдающих болезнью Паркинсона, даже обычный прием пищи сопряжен со сложностями. Именно для категории граждан, указанной ранее, активно стали разрабатываться роботизированные ложки, которые остаются в стабильном положении даже при тряске [1].

Данное устройство состоит из следующих основных компонентов:

- микроконтроллер,
- акселерометр,
- сервопривод.

Структурная схема электронного столового прибора представлена на *РИС. 1*.

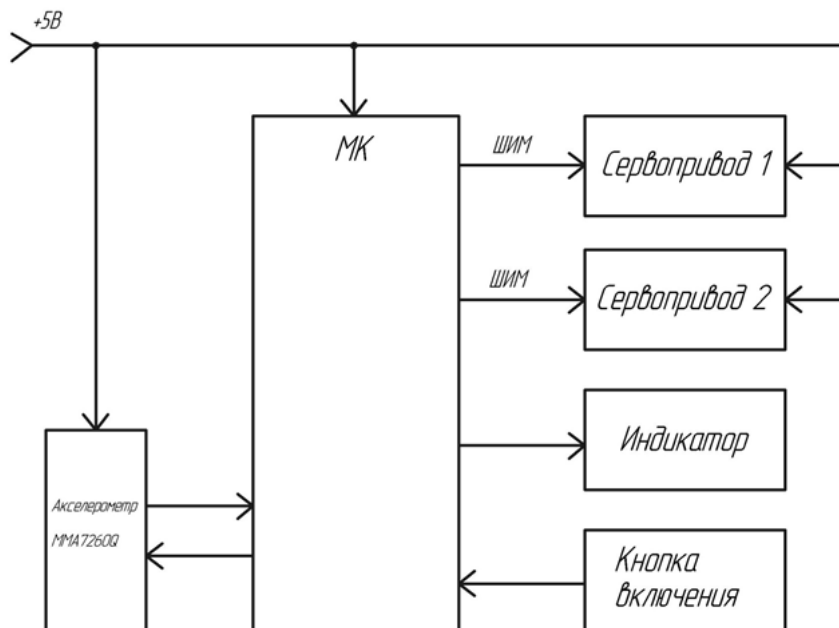


Рис. 1 — Структурная схема

В разрабатываемом устройстве необходимо сохранить точность компенсации тремора при использовании минимального количества компонентов. Это позволит сделать столовый прибор достаточно легким (не более 200г) и компактным, чтобы им было удобно пользоваться.

Основными элементами разработки являются микроконтроллер, датчик определения положения прибора в пространстве и 2 сервопривода (для компенсации колебаний по осям X и Y амплитудой до 2 см).

Датчиком определения положения прибора следует использовать цифровой акселерометр, который является малогабаритным компонентом поверхностного монтажа и имеет малый вес. Он предназначен для измерения негравитационного ускорения, чем, по сути, и являются треморные колебания, в то время как гироскоп используется для определения ориентации устройства относительно земли при помощи гравитации, тем самым определяя в какой стороне находится земля. Внутри акселерометра находится переменные конденсаторы, обкладки которых двигаются под действием внешних сил, тем самым изменяя напряжение, которое подается на микроконтроллер.

В качестве сервоприводов необходимо выбрать микромоторы постоянного тока, имеющие малые вес и габариты. При этом более предпочтительными по сравнению с шаговыми двигателями являются серводвигатели, управляемые методом широтно-импульсной модуляции. Такие сервоприводы имеют следующие преимущества: реверсивный поворотный механизм относительно вы-

бранной начальной точки (что позволит избежать использования схем инвертора питающего напряжения электромотора для обеспечения реверсивного движения), высокая точность поворота механизма, регулируемая длительностью управляющих импульсов, отсутствие пропуска шагов при резком изменении направления вращения ротора, а так же в сервоприводе присутствует обратная связь, которая определяет положение двигателя относительно начальной точки.

В разрабатываемом устройстве также необходимы кнопка включения и средство индикации работы (светодиод). Питание устройства осуществляется от аккумуляторной батареи [2].

На основе сказанного разработана функциональная схема, представленная на рис. 2.

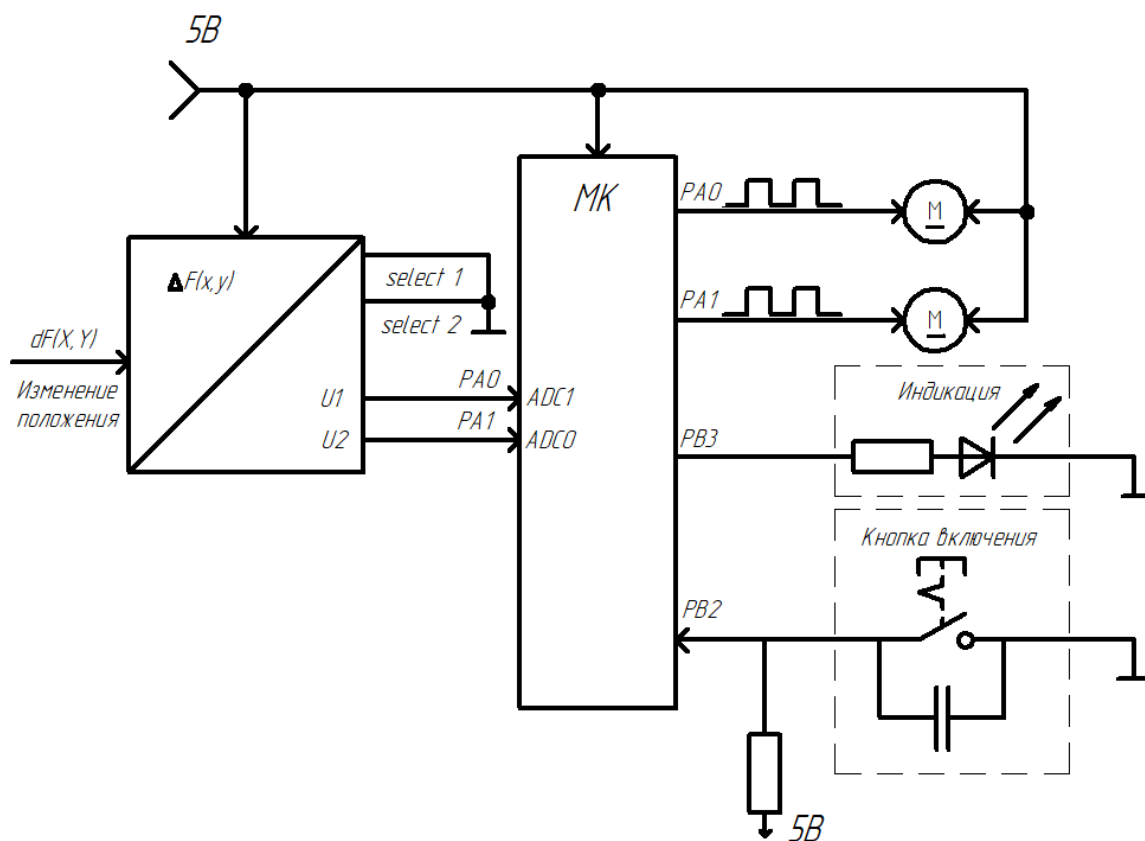


Рис. 2 — Функциональная схема

В разработанном устройстве присутствует возможность коррекции положения столового прибора по координатам (X, Y), не используются сложные шарнирные механизмы, что делает устройство более долговечным, а использование микроконтроллеров AVR позволит обновлять и дополнять уже готовое устройство в будущем.

Литература

1. «Тремор при болезни Паркинсона и эссенциальном треморе: практические аспекты дифференциальной диагностики» Н.В. Титова, Ю.Н. Бездольный, И.В. Штучный, Д.А. Сибецкий; ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» МЗ РФ, Москва; ГБУЗ города Москвы «Городская поликлиника №107 ДЗМ», Москва (журнал «Медицинский совет» №9, 2019).
2. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы/ О.Е. Аверченков — С.: ДМК пресс, 2012. — 587 с.

Д.В. Мялик, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

МОДУЛЬ ОЦЕНКИ ЦВЕТА

Одной из немаловажных задач на практике является распознавание цвета предмета: например, это может быть оценка качества продукции на соответствие его цветовым характеристикам, или контроль за протеканием какой-либо цветной реакции (анализ цвета в динамике).

Цветовые ощущения у каждого человека индивидуальные, суждение о цвете субъективны [1], потому для снятия с человека задачи о принятии решения о цвете необходим цветовой сенсор. С этой задачей неплохо справляются фото- и видеокамеры. Но для работы с ними требуются вычислительные мощности, специальные интерфейсы. Во многих случаях данное решение является избыточным.

Существуют специальные интегральные микросхемы, которые позволяют производить анализ цвета, например, [2]. Как правило, эти микросхемы представляют собой набор фоточувствительных элементов со специальными светофильтрами, позволяющими выделить нужную длину волны цвета. Важной особенностью этих микросхем является то, что для получения данных о цвете не требуется прилагать больших усилий: интегральная микросхема содержит в себе необходимую схемотехнику для усиления сигнала с фоточувствительных элементов, аналого-цифровой преобразователь, простой интерфейс для связи с микроконтроллером.

Одной из микросхем для оценки цвета является цветовой сенсор *Hamamatsu S9706* [3], внешний вид которого показан на рисунке 1.

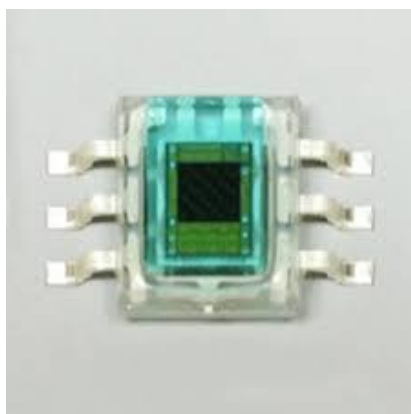


Рисунок 1 – Внешний вид цветowego сенсора *Hamamatsu S9706*

Цветовой сенсор *Hamamatsu S9706* представляет собой интегральную микросхему выполненную по КМОП технологии, которая состоит из матриц фотодиодов размерностью 9×9 элементов.

Каждый элемент имеет фильтр, определяющий чувствительность к определенному цвету:

- красному (615 нм),

- зеленому (540 нм),
- голубому (465 нм).

На рисунке 2 показана относительная спектральная характеристика чувствительности цветового сенсора *Hamamatsu S9706*.

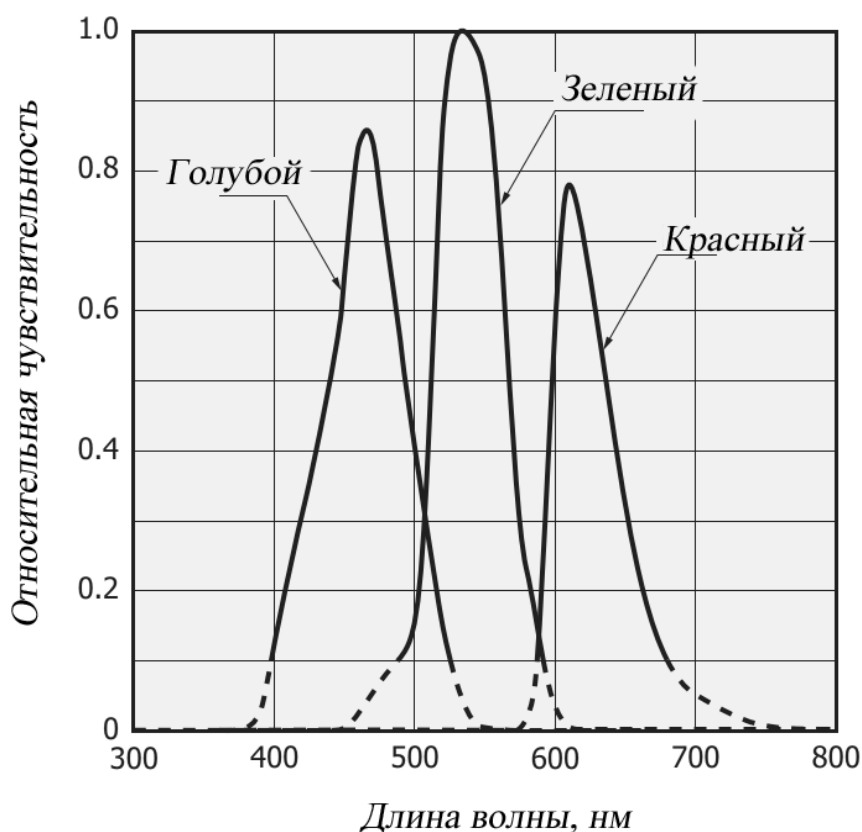


Рисунок 2 – Относительная спектральная характеристика чувствительности цветового сенсора *Hamamatsu S9706*

Цветовой сенсор имеет два режима чувствительности: высокий и низкий. При высоком режиме задействуется вся матрица фотодиодов (9×9), при низком режиме – часть матрицы (3×3 элементов в центре). Матрица цветового сенсора в разных режимах чувствительности показана на рисунке 3.

На рисунке 4 показана функциональная схема цветового сенсора *Hamamatsu S9706*, на которой условно показаны фотодиоды (*R, G, B*), которые чувствительны, соответственно, к красному, зеленому и синему цвету; усилители сигнала с фотодиодов; регистры, в которых происходит накопление оцифрованных данных.

Схема синхронизации отвечает за начало преобразования сигналов с фотодиодов в регистры и разрешает выдачу данных на блок последовательного преобразования.

Блок последовательного преобразования выполняет конвертацию данных регистров в последовательность бит для выдачи их на микроконтроллер.

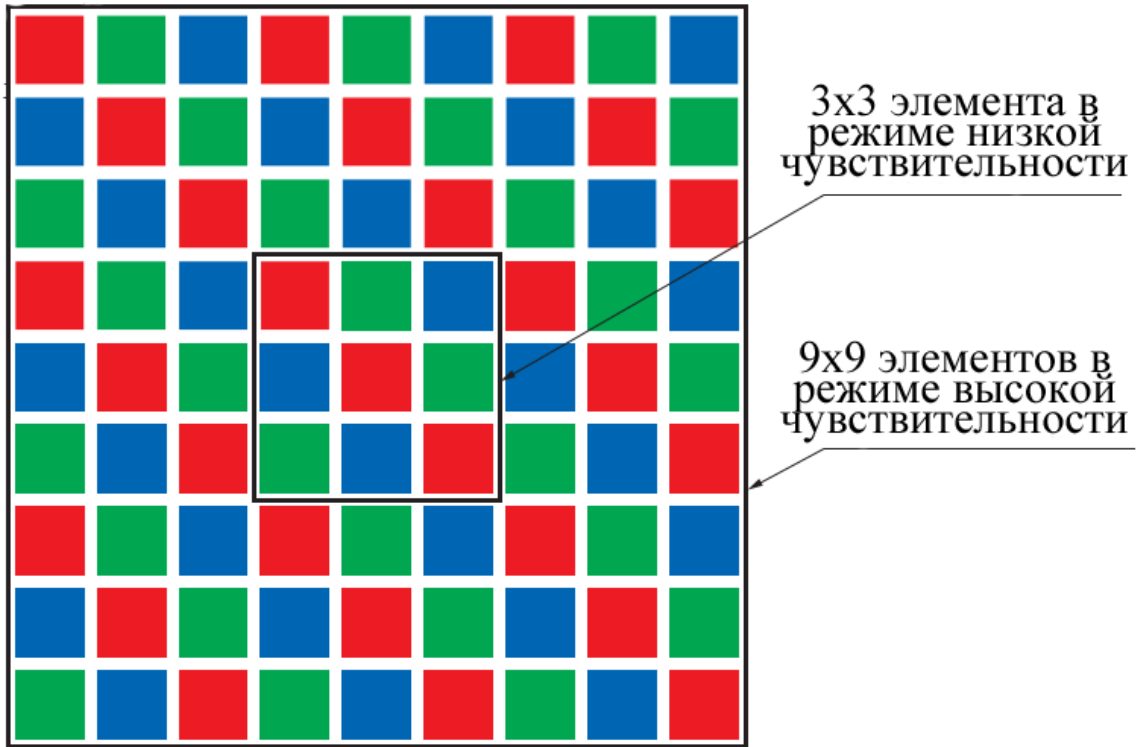


Рисунок 3 – Матрица цветового сенсора в разных режимах чувствительности

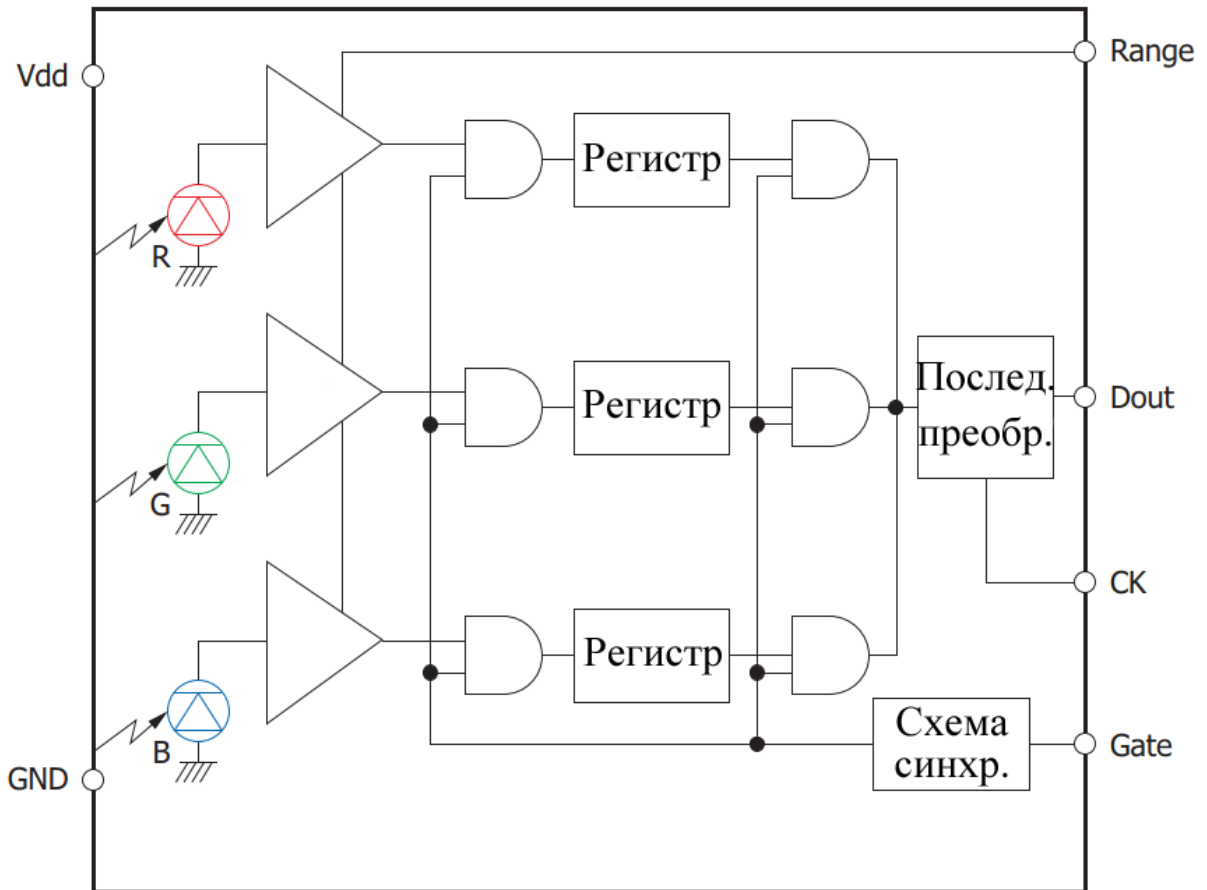


Рисунок 4 – Функциональная схема цветового сенсора

На основе цветового сенсора предлагается конструкция модуля для оценки цвета (рисунок 5), состоящий из печатной платы (1), на которой находится цветовой сенсор *Hamamatsu S9706* (2).

Для исключения боковых засветок сенсора *Hamamatsu S9706* используется конус (3) с отверстием.

Подсвечивание анализируемой на цвет поверхности (4) осуществляется светодиодами белого свечения (5).

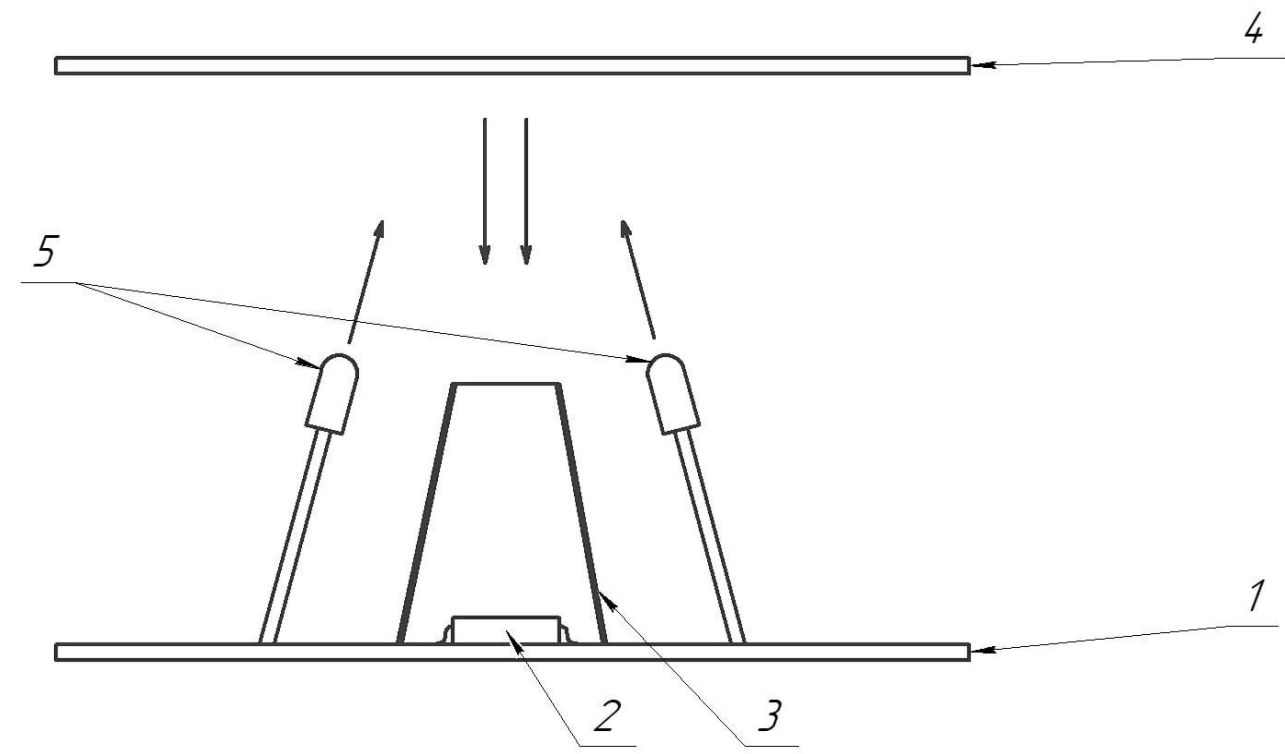


Рисунок 5 – Модуль оценки цвета

Работа модуля оценки цвета построена следующим образом: анализируемая на цвет поверхность подносится к модулю оценки цвета, светодиоды подсвечивают поверхность, отраженный свет попадает через отверстие конуса на цветовой сенсор, который производит анализ цвета и преобразование его в цифровые значения.

Таким образом, предложена конструкция модуля оценки цвета, которая может быть использована в дальнейшем как инструмент для объективной оценки цвета анализируемых поверхностей.

Литература

1 Восприятие цвета. Физика. – URL: <https://www.profairs.ru/addons/books/strast-k-tsvetu/34388/>. Дата обращения: 07.03.23.

2 Color Sensor, RGB детектор на основе TCS3200 для Arduino проектов. – URL: <https://www.chipdip.ru/product/color-sensor>. Дата обращения: 08.03.23.

3 Color sensor S9706. – URL: https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/ssd/s9706_kpic1060e.pdf. Дата обращения: 09.03.23.

*И.В. Никитин, студ.; В.А. Денисенко, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛИЗАТОРА УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

Одним из достаточно важных контролируемых в технологических линиях производства параметров является уровень жидкости, который фактически является границей между жидкостью и выше расположенным газом (или другой жидкости, но меньшей плотности). В системах автоматического регулирования технологических линий производства с помощью датчиков уровня жидкости система управления получает данные о массе или объеме жидкости в той или иной технической емкости (например, ректификационная колонна, промышленные конденсаторы). Например, устройства определения и сигнализации уровня жидкости активно применяются в отраслях нефтегазопереработки для контроля основных параметров технологического процесса тепловой обработки жидкого сырья (для обеспечения оптимального материального баланса технологического процесса) и организации систем защиты, срабатывающих при критическом заполнении резервуара рабочей жидкостью, что может привести к выходу из строя всей технологической линии или отдельной её части (а при худшем стечении обстоятельств и к чрезвычайной ситуации на производстве). Учитывая повсеместную применимость устройств измерения и сигнализации уровня жидкости в технологических линиях производства, можно сделать вывод о важности и актуальности анализа устройств и сигнализаторов уровня жидкости для возможности их модернизации.

Рассмотрим основные наиболее часто применяющиеся уровнемеры и сигнализаторы уровня жидкости [1]:

1 Одним из самых примитивных уровнемеров считается класс механических уровнемеров и сигнализаторов уровня жидкости. Принцип действия данного класса устройств основан на применении эффекта выталкивающей силы жидкости на измерительное тело. По изменению относительной высоты можно судить о подъеме или снижении уровня жидкости в том или ином резервуаре. Из основных достоинств можно выделить высокую неизменную точность измерений независимо от состояния поверхности среды, уровень которой изменяется, что позволяет использовать данные устройства при измерении уровня в пенящихся и агрессивных средах. К основным недостаткам можно отнести зависимость показания прибора от плотности среды, уровень которой измеряется, а также сложность и относительно высокую стоимость монтажа и дальнейшей эксплуатации.

2 Менее высокой стоимостью и простотой конструкции обладают гидростатические измерители и сигнализаторы уровня жидкости, которые основаны на измерении гидростатического давления рабочей среды, которое зависит от достигнутого уровня рабочей среды. Тем не менее, этот класс датчиков обладает низкой точностью измерений и ограниченностью применения.

3 Эффект изменения электрических параметров прибора от уровня рабочей среды присущ емкостным уровнемерам и сигнализаторам уровня жидкости. Для данного класса устройств отмечаются такие достоинства, как надёжность и высокая точность, а из основных недостатков можно выделить практическую невозможность работы в вязких средах.

4 Применение акустических уровнемеров основано на эффекте излучения ультразвуковой волны. В зависимости от уровня жидкости и плотности рабочей среды будет изменяться время распространения ультразвуковой волны и интенсивностью ее отражения от поверхности рабочей среды. Применение этого принципа измерения уровня рабочей среды позволяет добиться высокой помехозащищенности и удобства расположения в том или ином рабочем резервуаре, однако кипящие и пенообразующие жидкости измерять будет весьма проблематично, потому, что используемые датчики при этом могут выйти из строя.

5 Применение микроволновых уровнемеров и сигнализаторов уровня жидкости основано на использовании принципа отражения высокочастотного электромагнитного импульса от поверхности рабочей среды. Устройства данного класса довольно часто называют радарными, поскольку принцип работы устройства напоминает процесс зондирования лоцируемого пространства радиолокационной станцией. К основным преимуществам можно этого принципа измерения уровня рабочей среды можно отнести относительно высокую точность и стабильность измерительных процессов, а также простоту монтажа и удобное расположение в рабочем теле измеряемой жидкой среды. Вместе с тем, эти преимущества перекрываются относительно высокой стоимостью устройств такого типа и неудобствами проведения измерений в условиях кипения или пенообразования рабочей среды.

Исторически рассмотренные уровнемеры и сигнализаторы уровня жидкости были наиболее часто применимыми в решении задачи измерения уровня жидкости, однако каждое из устройств подбиралось под определенные параметры измерительного процесса, например, точность, рабочая среда (пенообразование, агрессивность среды), количество контролируемых уровней.

Наибольшей универсальностью при этом обладают волоконно-оптические уровнемеры и сигнализаторы уровня жидкости, которые до последнего времени использовались крайне редко в силу их высокой стоимости. С развитием отрасли оптоэлектронных приборов волоконно-оптические уровнемеры стали заметно дешевле.

Принцип действия оптических датчиков основан на эффекте различного преломления электромагнитных волн инфракрасного диапазона при попадании на поверхность раздела фаз (рисунок 1). Электромагнитная волна при этом излучается излучающим диодом, а принимается в подавляющем большинстве случаев фототранзистором (потому что он обеспечивает наилучшую чувствительность по сравнению с фотодиодами [2]).

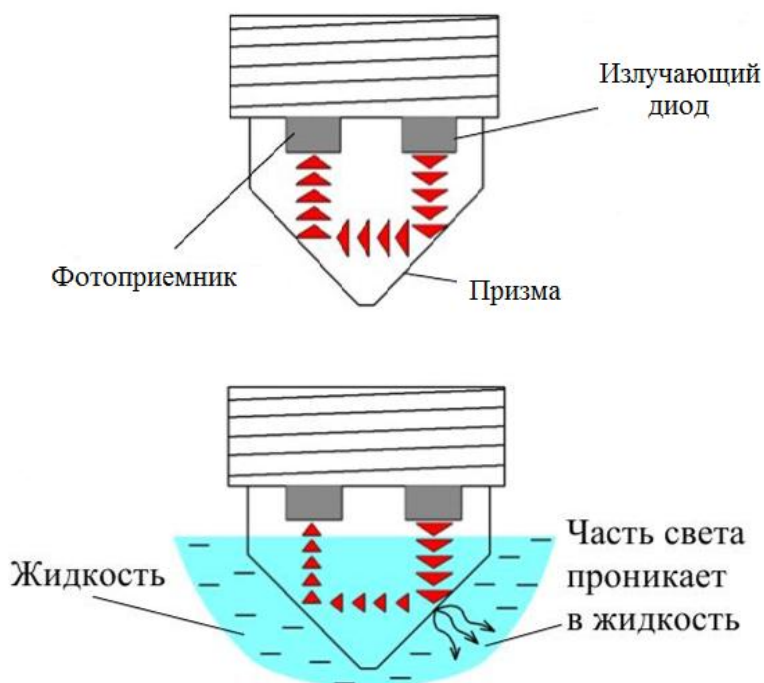


Рисунок 1 — Принцип действия волоконно-оптического сигнализатора

Излучение происходит в импульсном режиме для экономии электроэнергии. При этом центральным узлом устройства (в простейшем случае — микроконтроллером) выполняется анализ уровня пришедшего излучения, на основании чего делается вывод о превышении порогового уровня жидкостью. Существенным преимуществом данного типа датчика является рабочее измерительное тело, которое при различных исполнениях может использоваться практически во всех агрессивных и кипящих средах. Также отличительной чертой является возможная глубина измерений (которая в простейшем случае достигает 32 м). Подобной характеристикой обладают только уровнемеры рабочей жидкости радарного типа, однако при этом в волоконно-оптических сигнализаторах сохраняется устойчивость измерений, что делает данный класс уровнемеров наиболее универсальным.

Таким образом, актуальность анализа устройств и сигнализаторов уровня жидкости обусловлена повсеместной применимостью устройства измерения и сигнализации уровня жидкости в технологических линиях производства продукции. За счет своей устойчивости волоконно-оптические сигнализаторы уровня жидкости имеют наибольшую универсальность применения в различных рабочих средах и условиях.

Литература

- 1 Батюшев В.А. Электронные приборы. — М.: Техносфера, 2016. — 323 с: ил.
- 2 Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. — М.: Техносфера, 2005. — 632с., ил.

*И.В. Николаенков, маг.; В.А. Смолин, к.т.н.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УХОДА ЗА РАССАДОЙ ПРИ СТЕЛЛАЖНОЙ КОМПОНОВКЕ

Автоматическая система полива — это современный подход к рациональному и эффективному использованию природный ресурсов, а так же это инженерно-техническая система которая обеспечивает бесперебойное и автономное орошение заданных площадей. Для удобства автоматического полива необходим водозабор. Предлагаемое в данной работе оборудование экономично расходует воду, меньше потребляет электроэнергию и не требует человеческого контроля.

Цель работы состоит в разработке нового оборудования, который позволит нам автоматически управлять поливом и водозабором. В работе будет использоваться датчики температуры, уровня воды, влажности почвы, насосы для забора воды и капельного полива, для управления и контроля системы автоматического полива.

Разрабатываемое устройство служит для автоматического полива рассады и других мелких культурных растений.

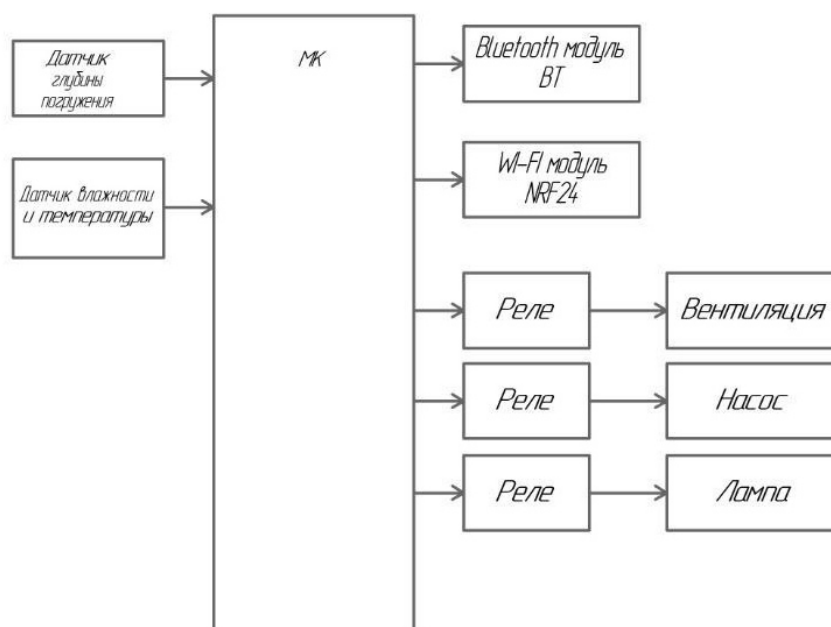


Рисунок 1 — Структурная схема модуля для автоматизированного ухода за рассадой при стеллажной компоновке

Устройства для обеспечения режимов автоматизированного ухода за рассадой при стеллажной компоновке состоит: стеллажа, на котором будет установлено устройство, микроконтроллера, блока управления, блока подачи или остановки водного напора, блока контроля влажности грунта, блока искусственного освещения, блока контроля температуры.

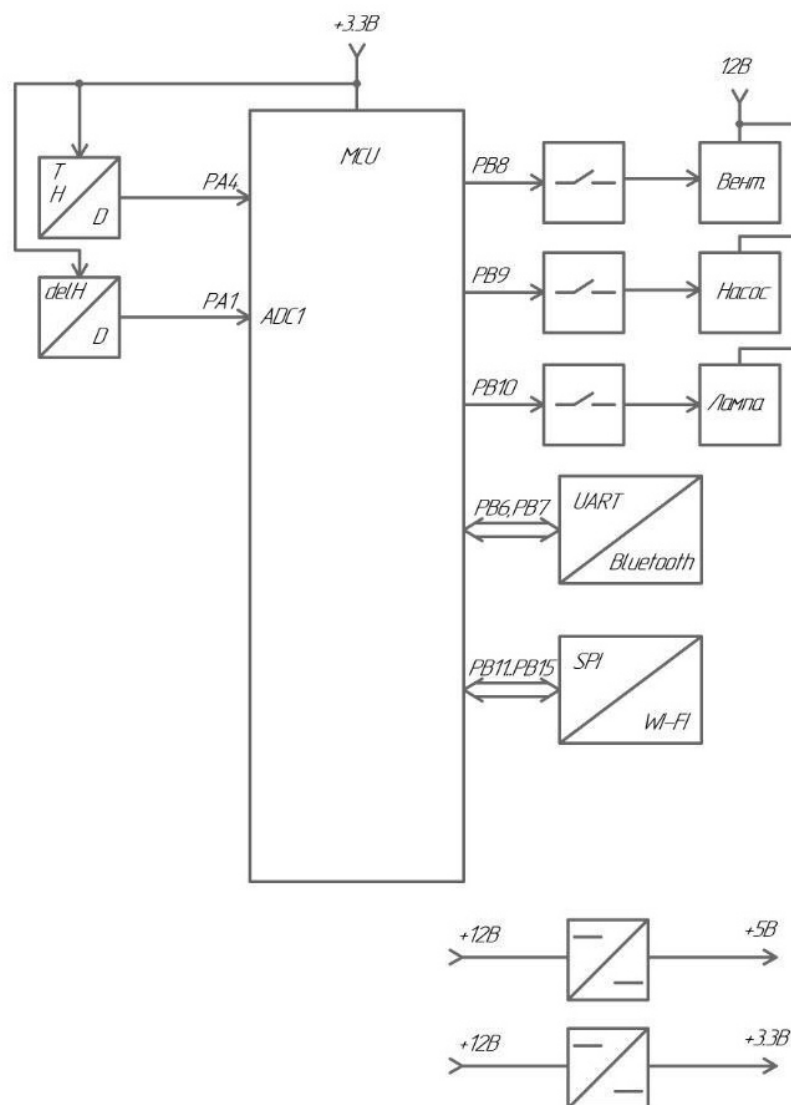


Рисунок 2 — Функциональная схема модуля для автоматизированного ухода за рассадой при стеллажной компоновке

Что бы раскрыть структурную схему представленную на рисунке 1 детальнее, была разработана функциональная схема устройства, представленная на рисунке 2.

Питание устройства осуществляется от сети переменного напряжения 230В. Так как в сети переменное напряжение, а для питания основных элементов стенда требуется постоянное напряжение 5В, то в разработке будет использоваться AC/DC понижающий преобразователь. С помощью встроенного DC/DC преобразователя микроконтроллер имеет на своих выводах 5В и 3.3В.

Управление стендом осуществляется через персональный компьютер или смартфон, для соединения смартфона и устройства используется Wi-Fi/Bluetooth модуль. У пользователя на экране будут разделы с информацией, полученной с датчиков.

За счёт датчика температуры, можно измерять температуру, которая необходима сельскохозяйственным культурам, а если температура будет подниматься, можно включить обдув, как вручную, так и сделать его автоматическим, при достижении определённых градусов.

Что бы контролировать температуру и вентиляцию будет использоваться обычный компьютерный кулер, так как комфортная температура для многих сельскохозяйственных культур примерно 18 градусов.

За счёт датчиков влажности почвы, можно измерять и контролировать влажность почвы, поскольку некоторые сельскохозяйственные культуры потребляют намного больше воды, чем другие.

За полив сельскохозяйственных культур отвечает насос. При получении сигнала от МК, о том, что влажность почвы понижена, полив начнется автоматически или поступит сигнал с предупреждением на устройство, если выбран ручной режим.

Так же в блоке управления светом отсутствует датчик света, так как растениям, как и людям, нужен отдых, в светлое время суток энергия идёт на рост стеблей и плодов, в ночное наоборот, корневой системы. Лучший вариант использования света, это по обычному распорядку дня, но через смартфон конечно можно будет задать и свечение по таймеру.

Литература

1. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы/ О.Е. Аверченков — С.: ДМК пресс, 2012. — 587 с.
2. Амелина, М.А. Оформление курсовых и дипломных работ: методические указания для студентов специальности «Промышленная электроника» / Сост. : М.А. Амелина, С.А. Амелин, Ю.В. Троицкий. — Смоленск : ГОУВПО СФМЭИ(ТУ), 2007. — 78 с.
3. Амелина, М.А. Основные правила работы в WORD / Сост. : М.А. Амелина, С.А. Амелин. — Смоленск : ГОУВПО СФМЭИ(ТУ), 2007. — 32 с.
4. Бартон Д., Вард Г. Справочник по радиолокационным измерениям. Пер. с англ. под ред. М. М. Вейсбена — М.: Сов. радио, 1976. — 392 с.

*И.В. Николаенков, маг.; В.А. Смолин, к.т.н.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ “МЭИ” в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УХОДА ЗА РАССАДОЙ ПРИ СТЕЛЛАЖНОЙ КОМПАНОВКЕ

Автоматическая система полива — это современный подход к рациональному и эффективному использованию природных ресурсов, а так же это инженерно-техническая система которая обеспечивает бесперебойное и автономное орошение заданных площадей. Для удобства автоматического полива необходим водозабор. Предлагаемое в данной работе оборудование экономично расходует воду, меньше потребляет электроэнергию и не требует человеческого контроля.

Цель работы состоит в разработке нового оборудования, который позволит нам автоматически управлять поливом и водозабором. В работе будет использоваться датчики температуры, уровня воды, влажности почвы, насосы для забора воды и капельного полива, для управления и контроля системы автоматического полива.

Учитывая, что разработка любого устройства в большинстве случаев использует общеизвестные принципы и содержит часто используемые технические решения, необходимо произвести патентный поиск по существующим разработкам в данной области. При этом особое внимание стоит

уделить прямым аналогам разрабатываемого устройства, так как именно они могут содержать полезные технические решения.

Автоматизированный стеллаж для пшеницы — стеллаж для выращивания пшеницы предоставлен на рисунке 1. Он изготовлен из прочного профиля. Водонепроницаемые светильники полного спектра. 12 Вт 6 светильников на каждой полке и 24 на стеллаж. Насос мощностью 550 позволяет заливать воду в верхние поддоны так же легко, как и в нижние. Стеллажи комплектуются воздушным компрессором на 12 Вт и УФ-стерилизатором на 5 Вт для аэрации и очистки воды. Слив воды после полива пшеницы происходит в канализацию, не рекомендуем делать слив в бак и повторно поливать пшеницу, испортится вода и пшеница. Пшеницу поливаем только чистой водой. При выращивании микрорзелени слив направляем в бак и ставим фильтр-сито. Гидропонная установка работает автоматически по заданному времени. В комплекте идёт 4 **настроенных** электронных таймера.

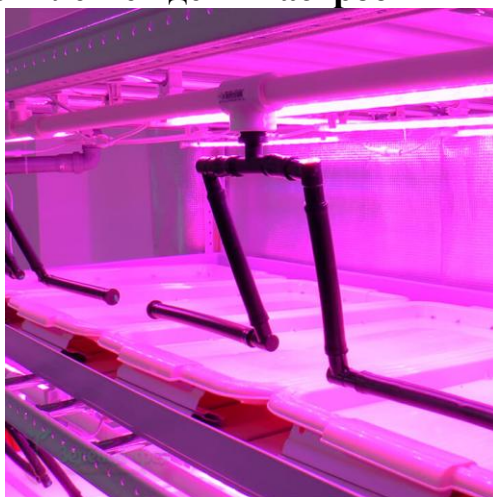


Рисунок 1 — Автоматизированный стеллаж для пшеницы

Положительными качествами стенда является: удобство и простота в использовании, стенд хоть и обладает немаленькими размерами, но каждый его сантиметр будет использоваться по назначению.

Недостатками стенда является: разработан конкретно для пшеницы, как он будет взаимодействовать с другими культурами не известно, дорогая стоимость 119 999 рублей;

Продуманная конструкция, где всё расположено на своих местах это плюс. Однако стеллаж возможно не подходит для выращивания других культур и его стоимость очень большая для выращивания небольшого количества аграрных культур.

Стенная система полива представлена на рисунке 2. Устройство разработано, запатентовано и производится в России. Применяется для выращивания урожая в вертикальной плоскости, а также для декоративного озеленения вертикальных поверхностей. Конструктивно представляет из себя монолитный каскад герметичных поддонов с дренажно-поливочной системой, которая обеспечивает полив растений и осуществляет отвод излишней жидкости.



Рисунок 2 — Стенная система полива

Основные характеристики таймер насоса: маленькие габариты 15x10x5 см., таймер и насос в одном корпусе, питание 220В, максимальная высота 3 метра.

Максимальный диаметр горшка 130 мм (вместимость модуля 21 растение). При одиночном размещении рекомендуется ручной полив. Способ полива - нижний, вода заливается непосредственно в поддон. Капиллярное увлажнение грунта происходит через перфорированное дно горшка. Равномерность увлажнения способствует развитию хорошей корневой системы растений.

При подключении автоматической системы полива, достаточно осуществить подвод воды в верхний поддон самого верхнего модуля, далее жидкость самостоятельно распространяется по всем модулям системы через дренажные окна, в каждом поддоне остается запас воды объемом 1,5 литр.

Время подачи воды и продолжительность включения настраивается в зависимости от потребности растений и времени года. Необычное расположение может как привлечь людей, так и отвлечь. Данная система больше подходит для уже взрослых растений, так как полив рассады в таком модуле сложен в связи с неразвитой корневой системой. Цена одного модуля 6 400 рублей. Что вроде бы неплохо, но отсутствие возможности использовать автополив без большого количества модулей весомый минус.

Гидропоника представлена на рисунке 3. Устройство применяется для выращивания урожая и микрозелени. Конструктивно представляет: стеллаж со встроенным освещением и системой полива. Полив осуществляется при помощи датчиков влажности, которые подают сигнал о том, что грунт сухой и требуется полив. Сам стеллаж приходит в разобранном состоянии и требует сборки.

Цена в 14 000 рублей является неплохой по рынку. Но минусом является то, что за такие деньги будет получено так мало автоматизации. Невозможно настроить продолжительность освещения и самому настроить полив.

Таким образом, опираясь на полученную информацию, следует сказать, что модуль для автоматизированного ухода за рассадой при стеллажной компоновке будет универсальным, поскольку такой стеллаж сможет вместить в себя как небольшое количество лотков с рассадой, так и полностью позволить

заставить свои полки. Стеллаж будет относительно недорогим до 9 000 рублей. Также были сделаны выводы, что разработка должна быть простой в управлении, понятной неопытному человеку, функциональной, а также предоставлять всю необходимую защиту: от перегрева, от статического электричества, от переплюсовки, от пыли и влаги в корпус с микроконтроллером.



Рисунок 3 — Гидропоника

В таблице 1 представлено сравнение результатов аналогов и разрабатываемого устройства.

Таблица 1 — Сравнение устройств патентного поиска

Стенды / параметры	Автоматизированный стеллаж для пшеницы	Стенная система полива	Гидропоника	Разрабатываемый стенд
Питание от сети 230 В	+	+	+	+
Небольшие размеры	-	+	+	+
Наличие элементов позволяющих работать автоматически	+	-	-	+
Анализ в реальном времени	-	-	-	+
Хорошие материалы	+	+	+	-
Подключение к компьютеру / телефону	-	-	-	+

Литература

5. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы/ О.Е. Аверченков — С.: ДМК пресс, 2012. — 587 с.
6. Амелина, М.А. Оформление курсовых и дипломных работ: методические указания для студентов специальности «Промышленная электроника» / Сост. : М.А. Амелина, С.А. Амелин, Ю.В. Троицкий. — Смоленск : ГОУВПО СФМЭИ(ТУ), 2007. — 78 с.
7. Амелина, М.А. Основные правила работы в WORD / Сост. : М.А. Амелина, С.А. Амелин. — Смоленск : ГОУВПО СФМЭИ(ТУ), 2007. — 32 с.
8. Бартон Д., Вард Г. Справочник по радиолокационным измерениям. Пер. с англ. под ред. М. М. Вейсбена — М.: Сов. радио, 1976. — 392 с.

*П.Б. Новиков, маг.; рук., Н.Н. Строев, доц., к. т. н.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Для корректной работы аккумуляторных литий-полимерных батарей во всех режимах необходимо соблюдать требования температурного диапазона. В случае, если аккумулятор переохлажден или перегрет, эксплуатационные режимы отдачи и накопления энергии выходят за рамки допустимых, наблюдается снижение емкости и возможности получения требуемых токов. Это особенно важно для бортового оборудования БВС, где от состояния АКБ зависит не только возможность выполнения заданных функций, но и сама жизнь воздушного судна [1].

В связи с этим, актуальна задача по разработке устройства, контролирующего температуру хранимых в специальном кейсе аккумуляторных батарей и их подготовки к эффективной эксплуатации при выполнении полетов БВС.

Конструктивно разрабатываемое устройство должно представлять собой доставочный кейс, внутри которого будут находиться четыре отсека, оборудованных под форму батарей заданного типа. При установке батареи на позицию она будет храниться в кейсе, а устройство будет самостоятельно регулировать температуру внутри чемодана, обеспечивая нагрев или охлаждение, при необходимости – заряд аккумуляторов. Все вычисления и управление схемой будут происходить в соответствии с программой, реализованной на микроконтроллере семейства *STM32*.

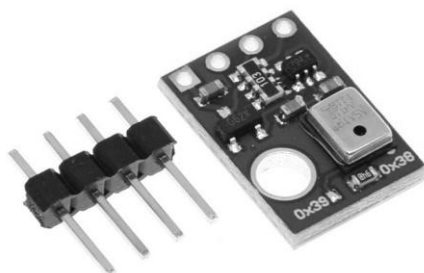


Рисунок 1 – Температурный датчик АНТ10

Для того, чтобы проводить измерение температуры были выбраны датчики *АHT10* (рис. 1). Данные датчики легко подключаются с помощью микроконтроллера по интерфейсу *I2C*. Так как температуру необходимо поддерживать в диапазоне от +15 до +25 градусов по Цельсию, данные датчики отлично подходят для реализации поставленной цели. Для контроля температурного режима необходимо поставить как минимум два датчика на секцию, так как для работы системы термостабилизации требуется определять температуру и на поверхности батарей, и вблизи нагревающего элемента.

Для обеспечения универсальности системы термостабилизации в качестве средств охлаждения - нагрева будут использованы элементы Пельтье. Для данной задачи подойдет *TEC1-12706* (рис. 2). Так как предусматривается смена полярности сигнала, приходящего на элемент, он может также работать на охлаждение и на нагрев. В данном случае начинается конвекция, возможная благодаря кулеру, который будет обеспечивать потоки прохладного воздуха. Конструкция должна предусматривать отвод тепла с помощью радиатора.

Так как напряжение питания для элемента Пельтье равно 12 В, целесообразно использовать вентилятор с таким же показателем. Например, отлично подойдет модель *EC12025H12B*.

В качестве микроконтроллера решено использовать модель *STM32F042F6P6TR*, поскольку в нём есть *GPIO* с выходами 5 Вольт необходимыми для управления полевыми транзисторами. Также присутствует *I2C* модуль, для работы с датчиками и *USART* для опрашивания состояния аккумуляторных батарей [2].



Рисунок 1 – Внешний вид элемента TEC1-12706

Питание устройства предусматривается в двух вариациях: от сети переменного тока 220 В, а также от источника постоянного напряжения 24-27 Вольт, в случае транспортировки или хранения кейса в грузовом автомобиле. При использовании внешних сетей питания, устройство будет обеспечивать заряд АКБ и поддержание заданных характеристик. Если подключение к сети отсутствует, работа средств термостабилизации обеспечивается сервисным аккумулятором,

предусмотренным в конструкции кейса. В связи с этим требуется использовать DC-DC преобразователи *LM2596HVGR-12* и *LM2596HVGR-12*. Также, нужно предусмотреть схему выпрямления тока, в случае питания от сети, а также всю необходимую для работы схемы обвязку.

Литература

1. Какие бывают АКБ [Электронный ресурс] URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-331-batareiki-i-akkumulyatoryi/39937-kakie-byivaut-akkumulyatoryi-v-mobilnoi-komputernoi-i-byitovoi-te/>
2. Подробное руководство по LiPo аккумуляторным батареям [Электронный ресурс] URL: <https://zbat.ru/stati/podrobnoe-rukovodstvo-po-lipo-akkumulyatornym-batareyam/>

*П.Б. Новиков, маг.; рук., Н.Н. Строев, доц., к. т. н.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВА ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Аккумуляторные батареи устойчиво вошли в быт практически каждого человека. Различные виды батарей позволяют использовать многие устройства портативно и какое-то время независимо от сетевого питания.

На данный момент существует большое количество разнообразных видов аккумуляторных батарей (АКБ), различающихся по электрохимической структуре: герметичные свинцово-кислотные (*SLA*), никель-кадмиевые (*NiCd*), никель-металлгидридные (*NiMH*) и литий-ионные (*Li-ion*) [1]. В сфере сотовых телефонов и портативных компьютеров большую популярность начинают набирать литий-полимерные (*Li-Pol*) аккумуляторы (рис. 1).



Рисунок 1 — Литий-полимерный аккумулятор

Независимо от типа, любая АКБ требует соблюдения температурного режима. Так как в основе работы аккумуляторов лежат электрохимические процессы, такие как, электролитическая диссоциация, а в основе процесса используются жидкие электролиты или газообразные вещества, система может эффективно работать лишь в определенной температуре. Например, максимальная эффективность работы литий-полимерного аккумулятора достигается при температуре от 18 до 30 градусов по Цельсию [2].

В связи с этим, возникает необходимость разработать устройство, позволяющее хранить аккумуляторные батареи и поддерживать внутри ячеек хранения необходимый температурный диапазон.

Разрабатываемое устройство планируется спроектировать в виде кейса, имеющего четыре ячейки. В каждую ячейку помещается АКБ, затем данный кейс помещается в установленное требованиями к работе место и подключается к сетевому электропитанию, обеспечивающему заряд аккумуляторов и оптимальный температурный режим. Температурные датчики внутри и снаружи кейса анализируют данные, в случае если возникает необходимость повысить температуру, включается нагревательный элемент, в обратной ситуации — начинается охлаждение посредством конвекции. Устройство автоматически анализирует данные о состоянии заряда АКБ и выводит их на дисплей (рис. 2).



Рисунок 2 — Структурная схема устройства.

Так как устройство планируется использовать в том числе и для транспортировки АКБ до места непосредственного использования, планируется предусмотреть дополнительное аккумуляторное питание. Таким образом, кейс можно будет транспортировать на любую локацию, а затем в любой момент времени достать из ячейки аккумулятор, который будет иметь заданную температуру ниже или выше, чем у окружающей среды. Данный алгоритм действий даёт возможность запустить любое устройство (Например, беспилотные летательные аппараты малой авиации) с максимально возможной для аккумуляторной батареи эффективностью.

Литература

1. Какие бывают АКБ [Электронный ресурс] URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-331-batareiki-i-akkumulyatoryi/39937-kakie-byivaut-akkumulyatoryi-v-mobilnoi-komputernoi-i-byitovoi-te/>
2. Подробное руководство по LiPo аккумуляторным батареям [Электронный ресурс] URL: <https://zbat.ru/stati/podrobnoe-rukovodstvo-po-lipo-akkumulyatornym-batareyam/>

И.А. Павлов, маг.; В.А. Смолин, к.т.н.

(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ АТМОСФЕРЫ

При прохождении света через рассеивающие среды (атмосфера, облака, океан, подстилающая земная поверхность, биологические объекты, жидкокристаллические экраны и т.д.) проявляются некоторые специфические особенности поляризации излучения, которые можно использовать для решения ряда научных и прикладных задач в различных областях, например для оценки загрязненности аэрозолями атмосферы и общей экологической обстановки в исследуемой области. Однако для этого необходимо знать закономерности распространения света в дисперсных средах, учитывающие его поляризацию. В статье будет рассмотрена разработка устройства для исследования поляризации атмосферы. Представлена структурная схема и рассмотрены основные части устройства.

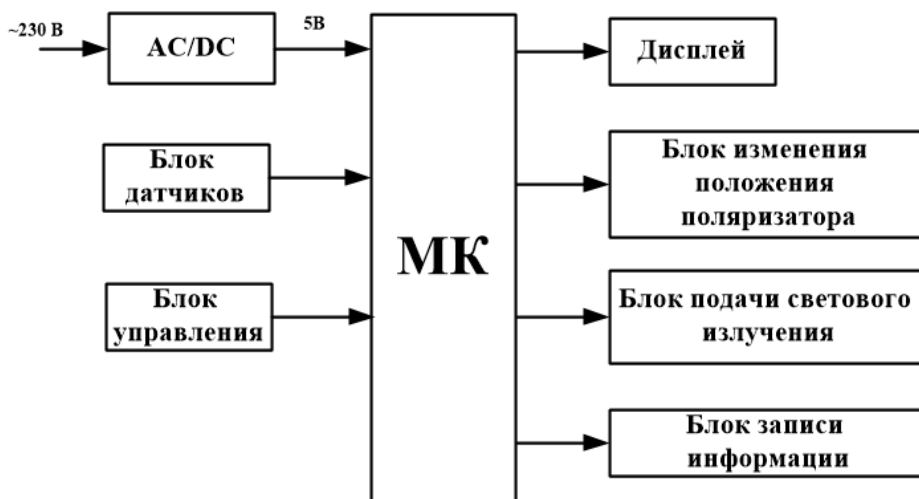


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Данное устройство позволит определить, насколько изменится степень поляризации источника светового излучения при прохождении через атмосферу и влияние на степень поляризации различных факторов, таких как: погодные условия, загрязненность и задымленность атмосферы, время суток. На основе полученных данных будут построены графики для сравнения и анализа при разных условиях замеров поляризации. Рассмотрим структурную схему устройства (рис. 2).

Устройство для исследования поляризации атмосферы состоит из следующих основных частей:

- 1) стенд, на которой будет установлено устройство;
- 2) поляризатор и анализатор;
- 3) блок датчиков, в который входят: датчик интенсивности света, датчик влажности, датчик задымления, фоторезистор. Так же на в устройстве присутствуют 2 гироскопа, которые установлены на модуль лазера и датчик интенсивности света. Они необходимы для настройки устройства перед началом исследований;
- 4) блок управления, который представлен в виде матричной клавиатуры, для удобства. Данный блок позволит произвести автоматическую калибровку устройства, просмотр параметров на дисплее, запуск основного протокола исследований;
- 5) дисплей, на котором будет отображена информация об условиях измерений и готовности к работе устройства;
- 6) блок изменения положения поляризатора в виде шагового двигателя, который будет поворачивать поляризатор относительно анализатора на определённый угол. Драйвер для управления встроен в корпус шагового двигателя;
- 7) блок подачи светового излучения в виде модуля лазера, интенсивность излучения которого, проходя через анализатор и поляризатор, будет фиксироваться датчиком интенсивности света;
- 8) блок записи информации, на который будут записываться сухие данные произведенного исследования для дальнейшего анализа и расчетов. В устройстве используется модуль Micro SD;

Программное управление реализуется с помощью микроконтроллера. В данной разработке микроконтроллер должен иметь следующие характеристики:

- Flash памятью 256 Кб;
- Встроенный DC/DC преобразователь;
- 8 цифровых входов;
- 10 аналоговых входов;
- АЦП
- ЦАП
- Максимальный выходной ток пина 5 В: 800 мА.

Для работы устройства был выбран микроконтроллер ATmega 2560 (рис. 2). Данный микроконтроллер подходит под все требования, разрабатываемого

устройства, прост в программировании, в сравнении с аналогами имеет невысокую цену (1100руб.).

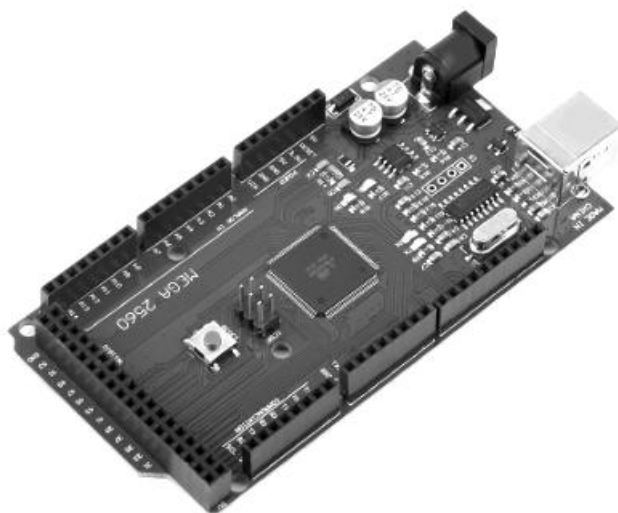


Рисунок 2 – Микроконтроллер ATmega 2560

Данное устройство преимущественно будет использоваться вне помещения, вдали от источников электроэнергии. Поэтому для питания всех узлов устройства (микроконтроллер, дисплей, датчики, шаговый двигатель и т.д.) требуется источник автономного питания 5 В с большой емкостью.

На данном этапе ведется дальнейшая разработка устройства, функциональной и принципиальной схем, подбор элементной базы, схемы защиты платы для повышения надежности системы.

Литература

1. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы/ О.Е. Аверченков — С.: ДМК пресс, 2012. — 587 с.
2. Амелина, М.А. Оформление курсовых и дипломных работ: методические указания для студентов специальности «Промышленная электроника» / Сост. : М.А. Амелина, С.А. Амелин, Ю.В. Троицкий. — Смоленск : ГОУВПО СФМЭИ(ТУ), 2007. — 78 с.
3. Бартон Д., Вард Г. Справочник по радиолокационным измерениям. Пер. с англ. под ред. М. М. Вейсбенна — М.: Сов. радио, 1976. — 392 с.

В.А. Павловская, студ.; рук. К.А. Зинченко.

(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЗАРЯДА ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

На сегодняшний день особенно широкое распространение получили литиевые аккумуляторы. Они используются повсеместно, начиная от сотовых телефонов и заканчивая мощными источниками питания транспортных средств, такими как электромобили, беспилотные летательные и подводные аппараты [1].

Зачастую источники питания представляют собой не единичные аккумуляторные ячейки, а наборы таких ячеек (секций), соединенных последовательно в батареи, имеющие необходимое напряжение. Из-за

особенностей электрохимических процессов, протекающих в аккумуляторах, емкость и внутреннее сопротивление ячеек со временем начинает отличаться друг от друга, что приводит к дисбалансу выходного напряжения – неравномерному распределению напряжения по секциям. Описанная выше проблема грозит снижением эффективности использования батареи (неполноценному использованию ее емкости), а также к глубокому разряду или перезаряду отдельных секций, их перегреву и, как результат, выходу из строя [2].

Для предотвращения разбалансировки емкостей существуют специальные системы управления аккумуляторными батареями BMS (Battery Management System). Система представляет собой плату, которая устанавливается на аккумуляторную батарею (АКБ) и предназначена для наблюдения за ее состоянием (рис.1).

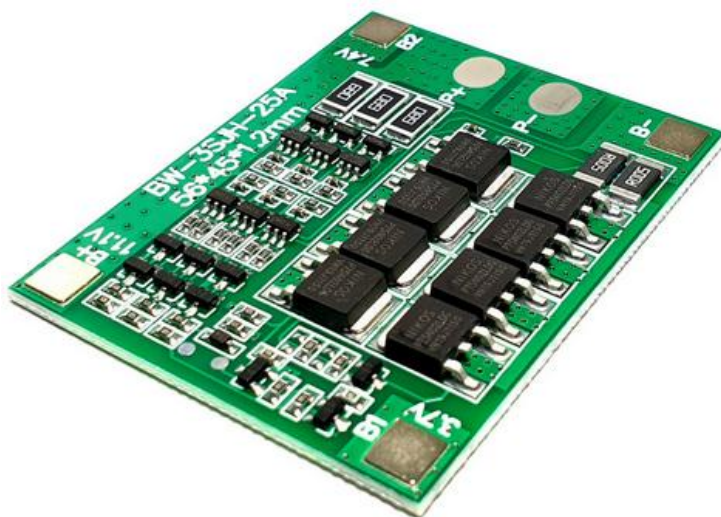


Рисунок 1 — Внешний вид платы BMS

Плата представляет собой набор аккумуляторных элементов, электрически организованных в матричной конфигурации рядов и столбцов с целью контроля процесса заряда/разряда аккумуляторной батареи, контроля температуры, а также количества циклов заряда/разряда. Например, при превышении порогового значения напряжения плата управления отключает аккумуляторную батарею от зарядного устройства, а при критическом снижении напряжения – происходит отключение от нагрузки. Все BMS делятся на два вида: системы с пассивной балансировкой и системы с активной балансировкой.

Метод пассивной балансировки осуществляется с помощью использования резисторных байпасных (резервных) цепей, рассеивающих мощность. Разряд батарей, нуждающихся в балансировке, производят через эти байпасные цепи, интегрированные в батарейный блок или размещающиеся во внешней микросхеме. При этом энергия заряженных ячеек рассеивается в виде тепла, тем самым сокращая время работы устройства без подзарядки. Работа метода заключается в следующем: напряжение ячеек сравнивается с заданными пороговыми значениями, и в случае необходимости микросхема включает режим балансировки. После чего, если напряжение какой-то ячейки превышает установленный порог, заряд прекращается и подключается соответствующая байпасная цепочка (рис.1).

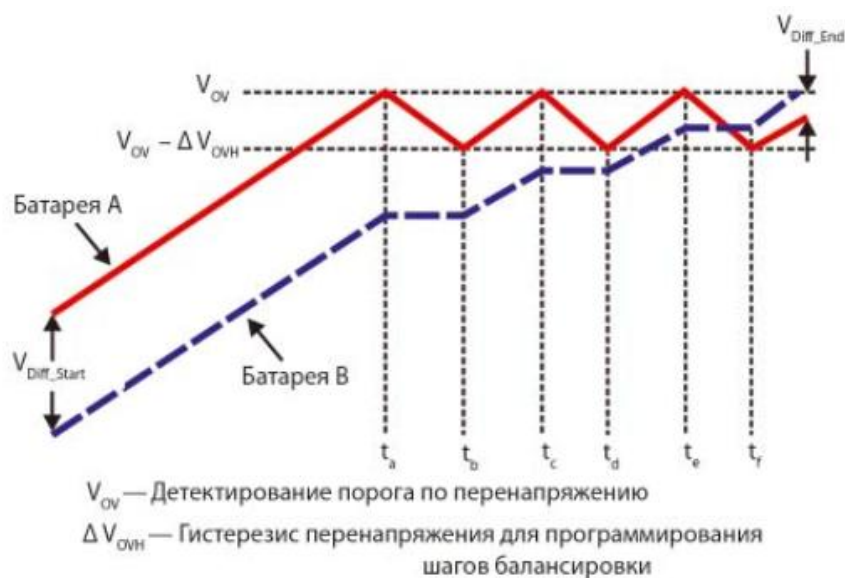


Рисунок 1 — Метод пассивной балансировки

Процесс заряда не возобновляется до тех пор, пока напряжение ячейки не снизится ниже порогового значения. При применении алгоритма балансировки, использующего в качестве критерия только отклонение напряжения, возможна неполная балансировка из-за разности внутреннего импеданса батарей, который также оказывает влияние на разброс напряжений при заряде. Плата управления не может определить, чем вызвана разбалансировка напряжений: различной емкостью ячеек или несоответствием их внутренних сопротивлений. Поэтому при таком методе балансировки нет гарантии, что все ячейки окажутся полностью заряженными. В микросхеме BQ2084 от компании Texas Instruments применяется улучшенная модификация описанного метода. С целью минимизировать эффект разброса внутренних сопротивлений, балансировку выполняют ближе к окончанию процесса заряда, когда величина зарядного тока невелика. Также данная компания представляет особую технологию балансировки, основанную на определении уровня заряда ячеек. В этой технологии для каждой батареи вычисляется уровень заряда Q_{NEED} , необходимый для достижения полностью заряженного состояния, после чего находится разница ΔQ между Q_{NEED} всех батарей. Затем система управления включает силовые ключи, через которые происходит балансировка батареи до состояния $\Delta Q = 0$.

Другим вариантов является активная балансировка, которая происходит за счет передачи энергии от более заряженных секций к менее заряженным секциям. Передача энергии осуществляется через реактивные элементы, такие как конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы.

В емкостном способе балансировки перераспределение энергии между секциями аккумуляторной батареи осуществляется путем ее передачи через буферный конденсатор. Сначала плата управления подключает наиболее заряженную секцию к буферному конденсатору путем включения соответствующих переключателей. Стоит отметить, что к конденсатору может быть подключено от одной секции до всей батареи. После того, как энергия

накопилась в буферном конденсаторе, подключается наименее заряженная ячейка и получает накопленную энергию от конденсатора (рис.2).

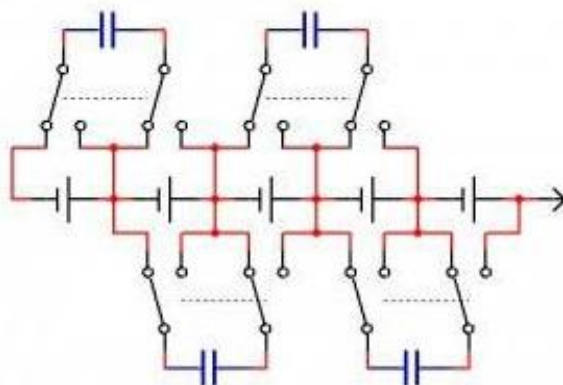


Рисунок 2 — Метод емкостной балансировки

Достоинство такой системы в ее простоте и возможности передавать энергию самой разряженной секции. Главный недостаток метода заключается в необходимости использовать конденсаторы достаточно большой емкости. Зачастую применяются оксидные конденсаторы, которые имеют ограниченный ресурс и громоздкие размеры. Помимо этого для реализации метода требуется применение сложных контроллеров с быстрым переключением. Общим недостатком емкостных систем балансировки являются скачки тока при переключении между секциями, что может привести к выходу из строя коммутирующих устройств [4].

В индукционном варианте балансировки передача энергии происходит с помощью дросселей (катушки индуктивности или дросселя) от полностью заряженных секций обратно в общую шину питания до прекращения заряда, либо из общей шины через дроссель добавляется энергия в наиболее разряженные ячейки. Достоинство данного метода заключается в том, что нет необходимости ждать, пока энергии от более заряженной секции перейдет к менее заряженной (как это происходит в емкостной балансировке). За счет этого, передача энергии от удаленных друг от друга секций значительно упрощается.

Одним из наиболее эффективных методов, основанных на индукционной балансировке, является технология PowerPump, разработанная компанией Texas Instruments. Выравнивание напряжения происходит за счет использования индуктивного преобразователя. Технология PowerPump использует пару из n-канального и p-канального MOSFET-транзисторов, а также катушку индуктивности, которая расположена между парой АКБ. MOSFET и катушка образуют промежуточный понижающий/повышающий преобразователь. Если система управления определяет, что верхней секции нужно передать энергию в нижнюю, на выводе P3S формируется соответствующий сигнал. Когда ключ Q1 открыт, энергия из верхней секции накапливается в катушке. В момент, когда ключ Q1 закрывается, энергия, накопленная в катушке, поступает в нижнюю секцию через обратный диод ключа Q2 (рис.3).

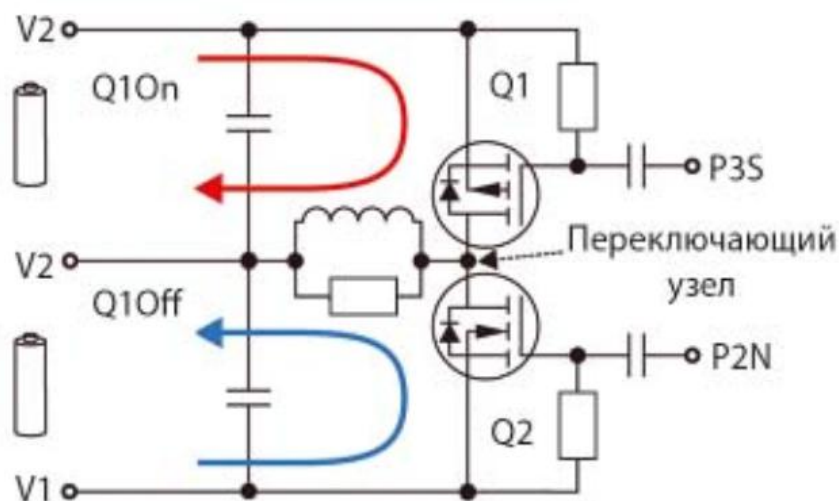


Рисунок 3 — Балансировка по технологии PowerPump

Технология PowerPump имеет ряд преимуществ: балансировка может происходить при любом режиме работы — при заряде, разряде, на холостом ходу и даже тогда, когда секция, отдающая энергию, имеет меньшее напряжение, чем секция, получающая энергию.

Благодаря BMS контроллерам, проблема разбалансировки ячеек многосекционных литиевых батарей решается довольно просто. На сегодняшний день известно множество различных вариантов для ее решения, среди которых методы пассивной и активной балансировки. Пассивные балансиры разряжают секции, которые имеют напряжение выше, чем среднее, сбрасывая при этом лишнюю энергию заряда на балансирующий резистор. Практически вся избыточная энергия от секций с большим зарядом рассеивается в виде тепла, отсюда главный недостаток данного метода заключается в сокращении времени работы батарей без подзарядки. Активная балансировка в свою очередь возможна с применением емкостных и индуктивных компонентов. Благодаря использованию реактивных элементов потери энергии незначительны, как следствие, данный метод более эффективен, чем пассивный. Однако, данный способ является более дорогостоящим.

Литература

1. Фетисов В.С., Тагиров М.И., Мухаметзянова А.И. Подзарядка электрических беспилотных лета-тельных аппаратов: обзор существующих разработок и перспективных решений // Авиакосмическое при-боростроение. — 2013. — No 11. — С. 7-26.
2. ОСОБЕННОСТИ ЗАРЯДА И РАЗРЯДА ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЭТИМИ ПРОЦЕССАМИ [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-zaryada-i-razryada-litievyyh-akkumulyatornyh-batarey-i-sovremennye-tehnicheskije-sredstva-upravleniya-etimi-protsessami/viewer> (Дата обращения 30.01.23)
3. Выравнивание заряда батарей обеспечивает долгое время работы и продлевает срок службы [Электронный ресурс] URL: https://www.compel.ru/wordpress/wp-content/uploads/2009/09/TI_AAJ_1Q2009_3.pdf (Дата обращения 30.01.23)
4. Активная балансировка Li-ion аккумуляторов [Электронный ресурс] URL: <https://kravt-studio.com/blog/balansirovka-liion>

ПАССИВАЦИЯ ЛИТИЙ-ТИОНИЛХЛОРИДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Современные портативные устройства нуждаются в разработке элементов питания в виде гальванических элементов или аккумуляторов. Производители предлагают широкий ассортимент аккумуляторов. В статье рассматриваются свинцово-кислотные, щелочные и литий-ионные аккумуляторы, в связи с одним из лучших соотношений цены и качества.

Свинцово-кислотные аккумуляторы преимущественно применяются как стартерные аккумуляторные батареи в транспортных средствах, а также в качестве аварийных источников энергии. При правильном обслуживании средний гарантированный срок службы свинцово-кислотной батареи составляет до 3000 циклов. На время зарядки требуется в среднем от 8 до 16 часов. Преимущество заключается в низком саморазряде – примерно 3% в месяц. Главным недостатком таких аккумуляторов является вес, данный факт ограничивает их применение в переносных портативных устройствах. Щелочной аккумулятор имеет ряд преимуществ по сравнению со свинцово-кислотным типом, среди которых: способность запасать большее количество энергии на килограмм веса, а также сравнительно небольшой вес. Заряд аккумулятора происходит за 2-4 часа. Существенным недостатком щелочных аккумуляторов является небольшой КПД – всего 55%, а также значение их саморазряда, которое находится на уровне около 30% в месяц. Что касается литиевых аккумуляторов, они могут обеспечивать в среднем до 5000 зарядных циклов, имея при этом уровень саморазряда около 5% в месяц. Одни из новейших разработок стали литий-титанатные аккумуляторы, которые имеют срок службы до 25000 тысяч циклов! Время их заряда составляет всего 1-2 часа (рис.1).

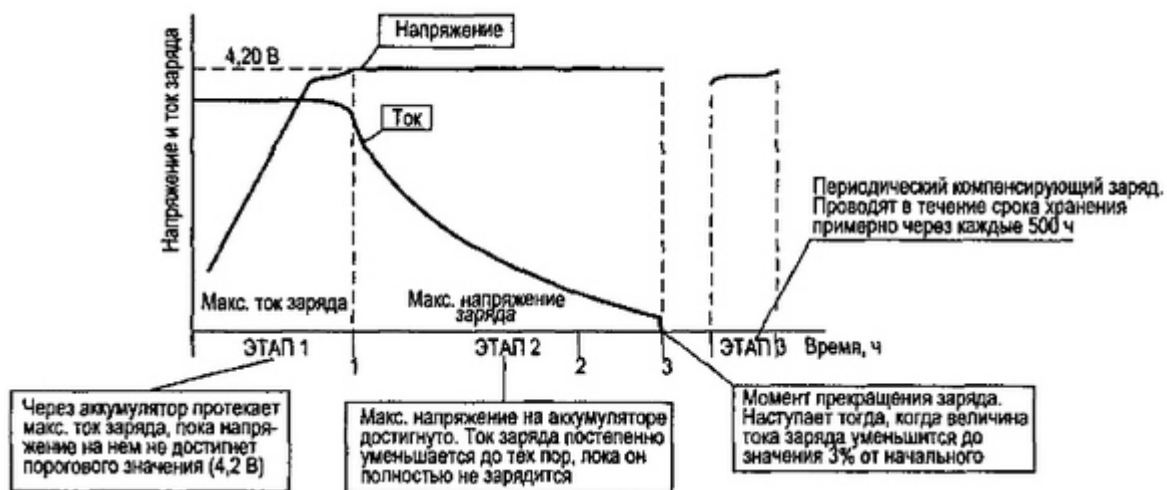


Рисунок 1 — Обобщенный график цикла заряда литиевых аккумуляторов

Главным преимуществом литиевых аккумуляторов является их высокая эффективность, КПД таких батарей составляет порядка 95-97%, то есть практически вся энергия, затраченная при заряде, будет возвращена при подключении нагрузки. Этим обусловлено их широкое применение в небольших электронных устройствах, таких как мобильные телефоны, гаджеты, электронные часы и ноутбуки. На сегодняшний день известно множество типов литиевых элементов питания, в их числе литий-полимерные, литий-ионные, литий-железофосфатные, а также литий-титанатные элементы питания.

Все вышеперечисленные элементы питания относятся к вторичным источникам питания и являются перезаряжаемыми, однако есть устройства, которые в связи требованиями безопасности не могут проходить процесс перезарядки. Действие гальванического элемента заканчивается после полного или частичного израсходования электрода. Это связано с тем, что протекающая в элементе химическая реакция является необратимой, в результате чего такой источник питания запрещается снова заряжать. В противном случае это грозит нарушением герметичности корпуса и вытеканием едкого электролита. К гальваническим элементам относятся литий-тионилхлоридные (Li-SoCl_2), литий-диоксидмарганцевые (Li-MnO_2) и литий-диоксидсерные (Li-SO_2) источники питания. Однако стоит отметить, что среди всех описанных выше гальванических элементов питания, только анод литий-тионилхлоридного элемента питания реагирует с электролитом [1]. В связи с этим в элементе проявляется такое явление, как пассивация.

Эффект пассивации заключается в образовании изолирующей пленки хлорида лития на поверхности литиевого анода в процессе хранения элемента. Эта пленка имеет низкую проводимость и образуется из-за химической реакции, возникающей еще во время производства элемента. Эта пленка прекращает химическую реакцию и резко уменьшает ток саморазряда, в результате чего получается элемент с длительным сроком хранения порядка 10 лет и практически без ухудшения параметров [2]. Это и есть положительная сторона процесса пассивации. Одним из основных недостатков является тот факт, что устройства, которые находятся длительное время в спящем режиме (потребляют ток покоя мкА, нА), потом не способны работать, так как маленькие токи, без специальных алгоритмов депассивации, не способны поддерживать аккумулятор в рабочем режиме.

В то же время, напряжение, измеренное на холостом ходу, будет оставаться нормальным. Объясняется это образовавшейся пленкой хлорида лития на поверхности анода, которая прерывает взаимодействие реагентов и препятствует протеканию тока. Если номинальное напряжение при стандартном токе разряда должно быть порядка 3,6 В, то из-за изолирующей пленки оно может снизиться до 2,3-2,7 В или даже еще ниже (рис.2).

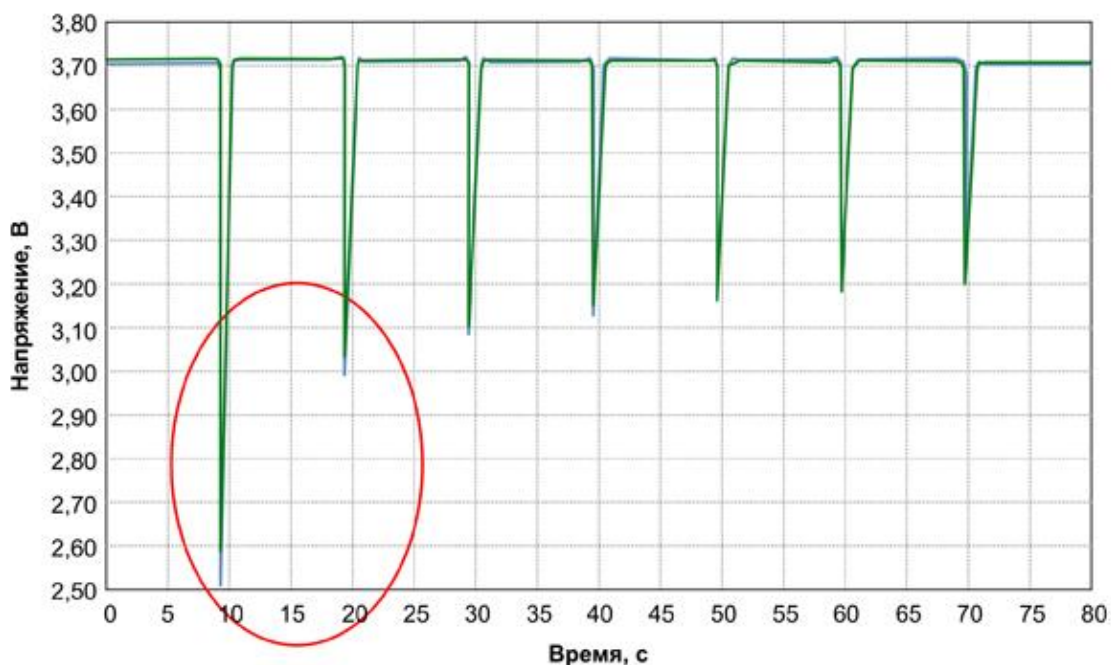


Рисунок 2 — Просадка напряжения на нагрузке, работающей в импульсном режиме

Для ее разрушения необходимо провести депассивацию элемента. Каждый производитель батареек дает свои рекомендации для правильной депассивации элемента питания. В них как правило указывается необходимый ток и время активации. В общем случае они сводятся к следующему: рекомендуется в аппаратуре, которая большую часть времени находится в выключенном состоянии или потребляет микротоки, перед началом работы проводить ручную активацию источника питания. Для этого необходимо подвергнуть батарейки кратковременному импульсу разрядного тока. Если напряжение на нагрузке восстановилось до рабочего уровня — активацию можно считать выполненной. Однако не всегда с первого раза удастся провести депассивацию успешно. В таком случае допускается повторная депассивация с промежутком в 1 час после первой попытки. Если элемент питания после повторной депассивации не вышел на указанное значение напряжения под нагрузкой, то такой элемент считается неисправным.

Также бывают ситуации, когда ручная активация невозможна, например, если устройство находится в недоступном положении или если существует необходимость в обеспечении непрерывной работы прибора. В таком случае можно провести программную активизацию, путем принудительного перевода устройства в режим максимального потребления.

Существуют также методы, способные предотвратить пассивацию литиевых аккумуляторов, работающих в режимах ожидания или микротоков. Для этого на программном уровне предусматриваются алгоритмы реализации периодического включения устройства или интервальное подключение дополнительной нагрузки к элементу питания. Таким образом, за счет протекания тока в цепи образовавшаяся изолирующая пленка будет разрушаться, тем самым не давая наступать просадке напряжения на нагрузке.

Пассивация литий-тионилхлоридных элементов питания возникает в момент их производства, и наблюдается в течение всего времени их эксплуатации. За счет пленки, которая образуется в результате химической реакции, такие аккумуляторы имеют низкий ток разряда, а также длительный срок хранения. Однако это явление носит и отрицательный характер, приводя к просадке напряжения на нагрузке. Более подвержены этому влиянию устройства, которые большую часть времени находятся в выключенном состоянии или потребляет микротоки. Обратным процессу пассивации является процесс депассивации, в результате которого происходит активация источника питания. В статье были рассмотрены общие принципы активации. Возможно как ручная активация, путем подачи кратковременного импульса разрядного тока, так программная, которая реализуется путем внедрения необходимого алгоритма депассивации.

Литература

1. Батарейки 3.6 Вольт. Применение, пассивация, депассивация. [Электронный ресурс] URL: <https://batterymag.ru/useful-information/batarejki-3-6-volt-primenenie-passivaciya-depassivaciya/> (Дата обращения 10.02.23)
2. Типы аккумуляторов [Электронный ресурс] URL: <https://www.solarhome.ru/batteries/battery-types.htm> (Дата обращения 10.02.23)
3. Секреты депассивации литиевых батареек FANSO EVE Energy [Электронный ресурс] URL: <https://www.compel.ru/lib/164575> (Дата обращения 29.01.23)
4. Пассивация и депассивация литиевых элементов питания [Электронный ресурс] URL: <https://zbat.ru/stati/passivatsiya-i-depassivatsiya-litievyykh-elementov-pitaniya/> (Дата обращения 10.02.23)

*Д.В. Перистый, студ., А.В. Степкин, студ., Г.Н. Кравченко студ.;
рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КМОП-МАТРИЦ С ОБРАТНОЙ ЗАСВЕТКОЙ В КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛЕСКОПАХ

Космические телескопы – специализированное оборудование, используемое в целях исследования космического пространства, и они играют решающую роль в различных областях, включая астрофизику, астрономию, планетологию и космологию. Самая большая проблема при проектировании космических телескопов заключается в том, как уменьшить вес и энергопотребление приборов без потери требуемой чувствительности и точности. В связи с этим комплементарные металл оксидно-полупроводниковые (КМОП) матричные датчики с обратной подсветкой становятся многообещающей технологией для повышения производительности и надежности космических телескопов. В этой статье обсуждаются перспективы использования КМОП-матричных датчиков в космических телескопах с акцентом на их ключевых преимуществах, проблемах и потенциальных решениях.

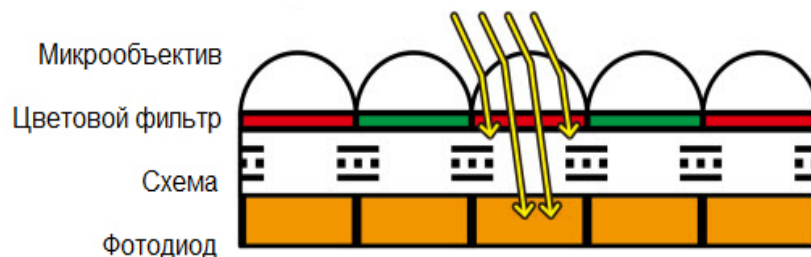
КМОП – полупроводниковая технология, которая использует множество детекторов для преобразования фотонов в электроны. Матричный датчик состоит из множества фотодиодов, которые могут обнаруживать свет и

генерировать электрический заряд, который затем считывается в виде аналогового сигнала. Затем аналоговый сигнал обрабатывается встроенным аналого-цифровым преобразователем (АЦП) для формирования цифрового изображения. Технология обратного освещения включает в себя изменение традиционной конструкции датчика, размещение матрицы фотодиодов на обратной стороне подложки, позволяя свету проникать через контактную сторону чипа. Такой подход обеспечивает преимущества технологии с обратной подсветкой (BI) при сохранении стандартной технологической линии и внутреннего производственного потока. Технология обратной подсветки повышает квантовую эффективность и уменьшает темновой ток, что приводит к более высокой чувствительности к свету, снижению шума и уменьшению ошибок считывания. Это также идеальное решение для обнаружения ультрафиолетового излучения и рентгеновских лучей.

На рисунке 1 показана конструкция стандартной КМОП-матрицы и с обратной засветкой.

Если речь заходила о съёмке космического пространства, орбитальных телескопах и земных обсерваториях – сомнению не подвергалась укоренившаяся необходимость в фотоприёмных устройствах, основанных на принципе устройств с зарядовой связью (ПЗС-матрицы). В настоящее время растет популярность использования КМОП-сенсоров с более улучшенными характеристиками по сравнению со старыми приборами зарядовой связью.

Стандартная КМОП-матрица



КМОП-матрица с обратной засветкой

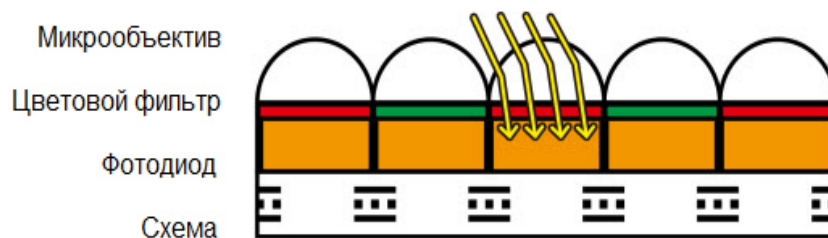


Рисунок 1 – Стандартная конструкция КМОП-матрицы и КМОП-матрицы с обратной засветкой oo

КМОП-матричные датчики обеспечивают ряд преимуществ по сравнению с традиционными датчиками приборов с зарядовой связью, используемыми в космических телескопах. Преимуществом метода обратного освещения является высокая квантовая эффективность, позволяющая фотонам, которые в противном случае были бы потеряны, достигать светочувствительного слоя. Эти датчики обладают высокой чувствительностью, быстрым временем считывания и низким энергопотреблением, что повышает скорость и точность космических телескопов. Небольшой размер и количество пикселей обеспечивают высокое пространственное разрешение и широкое поле зрения, а низкий ток затемнения снижает уровень шума, что делает датчики с КМОП-матрицей идеальными для условий низкой освещенности. Технология обратной подсветки уменьшает межпиксельную емкость, что приводит к уменьшению размытости изображения из-за перекрестных помех.

Несмотря на длительную историю применения, ПЗС-матрицы не относятся к устаревшим. Они до сих пор позволяют выполнить задачу организации видеонаблюдения на объекте.

У КМОП-матриц есть также недостатки, в виде повышенной чувствительности к статическому напряжению и искривленное изображение быстро перемещающихся объектов (эффект «*rolling shutter*»).

КМОП-матрица чувствительна к воздействию ионизирующих излучений космического пространства по эффектам структурных повреждений. Эффекты структурных повреждений обусловлены образованием дефектов в структуре кремния при попадании отдельных ядерных частиц, таких как протоны естественных радиационных поясов Земли и солнечных космических лучей и тяжёлые заряженные частицы солнечных космических лучей и галактических космических лучей

Ограниченная квантовая эффективность может ограничить его использование в приложениях, требующих ультрафиолетовых длин волн. Кроме того, сильные магнитные поля, присутствующие в космосе, могут мешать работе датчика и передаче данных.

Например, датчики *Gpixel* произведенные по технологии КМОП-матриц с обратной засветкой (BSI CMOS), позволяет получить беспрецедентные значения квантовой эффективности – 95 % (при 580 нм) в видимом спектре света и 83 % (при 280 нм) в УФ (рисунок 2).

Для защиты от статического тока на каждый вывод КМОП-микросхемы оснащают защитной схемой, в которую входят диоды с низким напряжением пробоя, соединяющие каждый вход шинами питания.

Чтобы преодолеть проблемы радиационного повреждения, можно уменьшить размер пикселей и увеличить толщину фоточувствительного слоя. Можно свести к минимуму воздействие радиации, экранировав датчик или сконструировав его таким образом, чтобы он выдерживал космические лучи, но это может увеличить его вес и сложность. Фильтрующее покрытие на передней панели датчика может улучшить чувствительность датчика к

ультрафиолетовому излучению, а также использование антибликового покрытия, что приводит к более высокой квантовой эффективности.

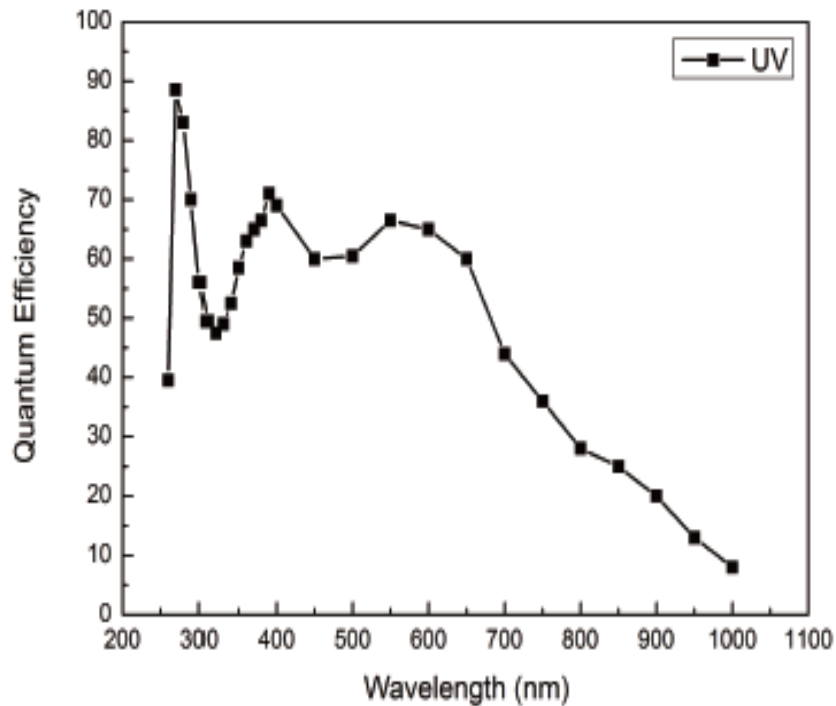


Рисунок 2 – Квантовая эффективность в ультрафиолетовом спектре

При действительно выдающейся чувствительности, матрица позволяет получать высококонтрастные изображения при практически полном отсутствии освещения, сохраняя мельчайшие детали. Глубокое охлаждение сенсора и вовсе позволит забыть о влиянии темнового тока (рисунок 3).



Рисунок 3 – Сравнение изображений при различной температуре сенсора

В заключение, КМОП-матричные датчики с обратной подсветкой представляют собой многообещающую технологию для космических телескопов, обладающую рядом преимуществ, включая высокую квантовую эффективность, низкое энергопотребление, высокую чувствительность и быструю скорость считывания. Преодоление проблем, связанных с повреждением от космической радиации и ограниченной чувствительностью к ультрафиолетовому излучению, требует сочетания технологических достижений, включая улучшенное экранирование, меньшие пиксели, утолщение фоточувствительного слоя и передовые методы обработки сигналов. С развитием технологий и повышением внимания к исследованию космоса перспективы использования этих датчиков в космических телескопах по-прежнему радужны.

Литература

1 Е. В. Белинская и др. Сравнение эффектов структурных повреждений в матрицах КМОП и ПЗС, применяемых в звёздных датчиках, на примере CMV4000 и ФППЗ «Лев-4» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. №6. С. 119–130

2 Занин К.А., Москатиньев И.В. Перспективы развития космических систем оптико-электронного наблюдения с учётом совершенствования полупроводниковых приёмников изображения // ВЕСТНИК «НПО ИМЕНИ С.А. ЛАВОЧКИНА» 2022 №3/57 С. 3-10

3 КМОП-матрицы с обратной засветкой для космических и астрономических применений — на смену устаревающим ПЗС-технологиям URL: <https://www.npk-photonica.ru/info/reading/582/> (дата обращения: 05.03.2023)

*Ю.С. Петрова, студ.; рук. С.А. Амелин, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ SMART-МАСКИ

Несмотря на совершенство человеческого организма относительно других видов животного мира достаточно сильный урон для жизни и здоровья людей может быть нанесён вирусами и микроорганизмами. Отдельные виды вирусов могут не только на некоторое время лишить человека трудоспособности, но и вызывать осложнения или приводить к летальному исходу. В последние годы в области медицины и фармакологии разработано множество средств и методов для лечения людей и облегчения процесса протекания болезни для заразившегося человека. Однако получение определенных достижений в медицинской отрасли не может помочь человечеству адаптироваться ко всем возможным видам вирусов (поскольку вирусы постоянно развиваются, появляются новые штаммы с уникальными поражающими свойствами).

Массовая заболеваемость людей тем или иным штаммом называется эпидемией, высшей степенью развития которой является пандемия. В 2020 году весь мир был потрясен пандемией коронавирусной инфекции: ввиду чаще всего летального исхода заболевания в ряде стран потребовалось вводить карантин, масочные режимы, локдауны и прочие виды ограничений. Привычная жизнь была кардинально изменена, начиная от ограниченного досуга до лишения места работы (поскольку пандемия имеет целый ряд деструктивных факторов, влияющих на организационно-хозяйственную деятельность экономических субъектов). Необходимость ношения медицинских масок (чаще всего черного цвета) стала усугубляющим фактором в развитии депрессивного настроения в

обществе из-за своего унылого вида. Поэтому актуальным направлением является разработка полезных устройств, которые были бы способны позитивно повлиять на настроение в обществе в период пандемии.

Одним из таких устройств является *SMART*-маска, которая в выключенном состоянии представляет собой обычную многоразовую защитную маску. С одной из сторон маски установлена светодиодная матрица, которая при включении устройства производит индикацию изображений, анимаций, эмоций и т.п. в зависимости от выбранного режима работы. Использование *SMART*-маски будет оказывать положительный эффект на общее настроение в обществе, чем обусловлена её востребованность на рынке полезных микропроцессорных устройств.

Структурная схема предлагаемого устройства будет иметь следующий вид (рисунок 1). Функционально устройство состоит из следующих цифровых узлов:

- микроконтроллера *Atmega328P* [1], входящего в состав отладочной платы *Arduino Nano*. Использование готового микроконтроллерного модуля предназначено для обеспечения простоты разработки и отладки устройства (так как в готовом модуле решены вопросы преобразования питающего напряжения, тактирования микроконтроллера, подключения программатора и т.п.), размеры модуля при этом являются сравнительно небольшими, что позволяет использовать его в составе *SMART*-маски. Микроконтроллер в устройстве принимает команды от *Bluetooth*-модуля, анализирует аналоговый сигнал речи от микрофона и управляет светодиодной матрицей в соответствии с установленным режимом работы устройства;

- *Bluetooth*-модуля, который фактически является преобразователем беспроводного интерфейса *Bluetooth* [2] в проводной интерфейс *UART*, через который осуществляется обмен данными с микроконтроллером:

- микрофона, который предназначен для реализации режима анимации рта человека и эмоций на светодиодной матрице;

- светодиодная матрица, состоящая из программируемых адресных светодиодных модулей (узел из *RGB*-светодиодов и управляющей микросхемы), что позволяет управлять каждым отдельным светодиодом матрицы (изменять его цвет, яркость и т.п.);

- внешний источник постоянного напряжения ($+5 В$), в простейшем случае может использовать *PowerBank* для достаточно продолжительной работы устройства без подзарядки.

Смартфон при этом выполняет функции устройства управления, то есть позволяет изменять режим работы *SMART*-маски и некоторые конфигурации режимов работы (скорость анимации, периодичность выполнения и т.п.).

Алгоритм работы предлагаемого устройства представлен на рисунке 2. В данном случае в устройстве предполагается 6 режимов работы: анимация рта, вывод строки «ЭиМТ», вывод строки «ПЭ2-20», отображение флага РФ, отображение «пузырьков», отображение «водопада». Режимов работы может быть много больше, как и параметров конфигурирования каждого из режимов в процессе работы устройства.

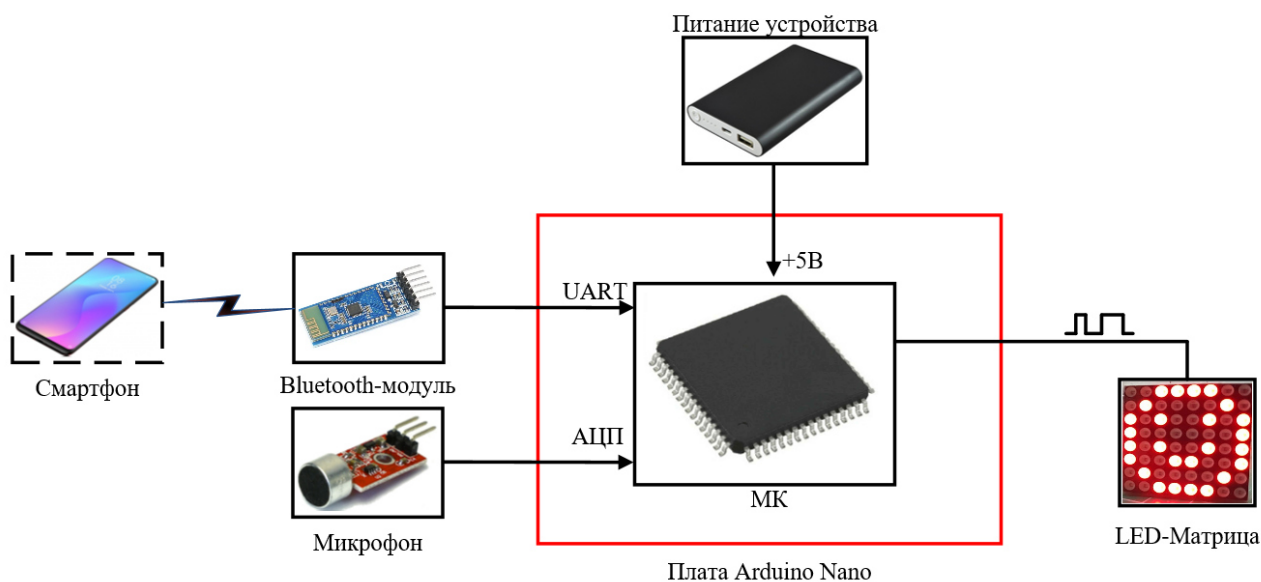


Рисунок 1 — Структурная схема SMART-маски

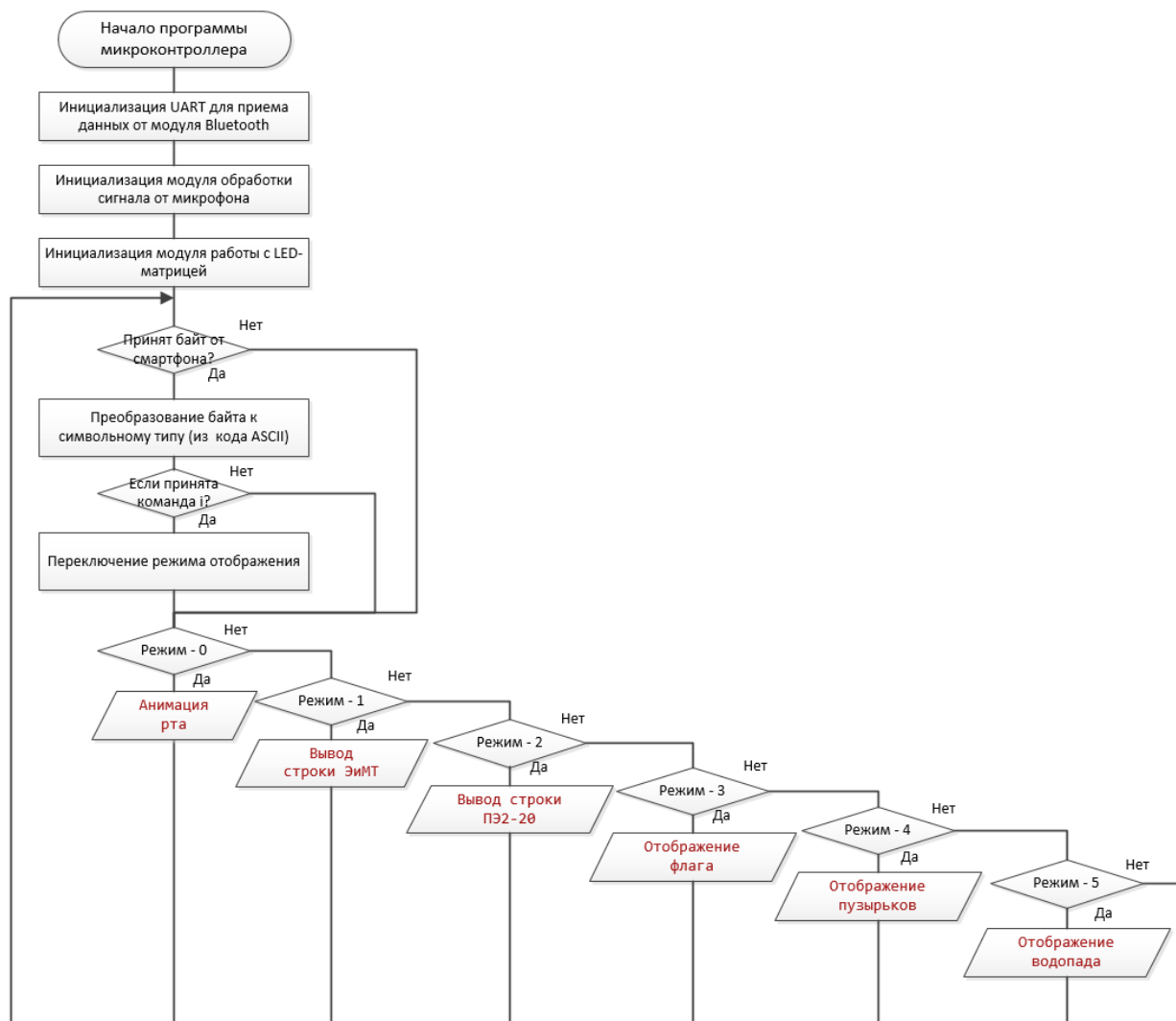


Рисунок 2 — Алгоритм работы устройства

Таким образом, была разработана структурная схема SMART-маски. Данное устройство будет оказывать положительный эффект на общее настроение в

обществе, чем обусловлена её востребованность на рынке полезных микропроцессорных устройств.

Литература

1. Мартин Т. Микроконтроллеры Atmega. Семейство микроконтроллеров AVR. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – 296 с.
2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Беспроводные сети. 5-е изд. — М.: Техносфера, 2016. — 323 с: ил.

*Ю.С. Петрова, студ.; рук. С.А. Амелин, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ ВИДИМЫЙ СВЕТ

Технологии беспроводной передачи данных посредством использования видимого света в последнее время вызывают интерес во многих научных сообществах. Актуальность проектирования беспроводных сетей на основе оптического канала связи лишней раз подчеркивается надвигающимся кризисом спектра радиочастот в связи с возрастающими требованиями к скорости передачи данных и максимальной пропускной способности. Несомненным достоинством оптического канала является замкнутость передачи данных в пределах одного помещения, что напрочь устраняет возможность перехвата данных. Кроме того, оптический канал связи не влияет на чувствительное электрооборудование, что делает данную технологию приоритетней в местах, где запрещено использование электромагнитных полей. Развитие технологии беспроводной передачи данных во многом определяется её реальной востребованностью, например, в достаточно масштабной отрасли промышленности.

Одной из ведущих отраслей промышленности является автомобилестроение, которая развивается благодаря интеграции новых передовых технологий и открытий научно-технического прогресса. Так в современных автомобилях повсеместно используются современные цифровые устройства, датчики и исполняющие механизмы, которые позволяют организовать в автомобиле полноценную интеллектуальную систему управления, помогающую водителю при совершении маневра, в процессе нормального движения транспортного средства и т.д.

Особый интерес на данном этапе развития автомобилестроительной отрасли вызывает разработка систем предотвращения аварийных ситуаций. Первые представители таких систем были разработаны еще в прошлом столетии и известны всем, как системы ABS, предотвращающие аварийную ситуацию при торможении. За многие десятилетия система ABS стала выполнять противобуксовочные функции, функции электронного контроля устойчивости, а также помощь при экстренном торможении [1]. Актуальность разработки вспомогательных систем предотвращения аварийных ситуаций объясняется закономерным ростом количества дорожных происшествий в корреляции с количеством производимых автомобилей. Фактически, чем больше автомобилей производится, тем опаснее согласно статистическому анализу Массачусетского

технологического института становится данный вид передвижения для конечных потребителей по сравнению с другими средствами передвижения (например, железнодорожный или самолетный).

На данный момент многими компаниями интегрируются следующие виды наиболее перспективных технологий предотвращения аварийных ситуаций:

1. Система автоматического экстренного торможения (*Automatic Emergency Braking*), в основе которой лежит использование датчиков и камер для того, чтобы предупредить потенциальное лобовое столкновение и измерить расстояние до другого транспортного средства. В случае приближения к пороговому значению расстояния между автомобилями, при котором тормозной путь будет значительно больше необходимого для осуществления безаварийного торможения. Преимуществом данной системы является значительное уменьшение времени реакции водителя, в результате чего существенно уменьшается вероятность аварийной ситуации или серьезной по травмоопасности аварии. Недостатком данного решения является относительная дороговизна данного решения, в основном она может уже встречаться в автомобилях таких брендов, как *Audi, Mercedes-Benz, Volvo* или *Tesla*.

2. Система адаптивного освещения, заключающаяся в улучшении условий видимости в условиях недостаточной видимости объектов. В основе данной технологии лежит использование датчиков освещенности, датчиков угла поворота рулевого колеса и наклона автомобиля для регулировки наклона, поворота и яркости фар. Как показывает практика адаптивное освещение значительно улучшает маневренность в условиях недостаточной видимости. Основным недостатком является малая функциональность несмотря на относительно высокую стоимость в ряде автомобилей.

3. Система мониторинга сонливости, работа которой основана на анализе целого ряда показателей, на основе которых производится анализ состояния водителя и выявление признаков сонливости. Недостатком системы является то, что несмотря на продвинутость алгоритмов анализа состояния водителя система является исключительно информационной, то есть она способна лишь предложить водителю совершить остановку с целью отдыха, что в ряде случаев не сильно способствует предотвращению аварийной ситуации.

4. Элементы пассивной безопасности, которые представляют собой конструктивные улучшения автомобиля, заключающиеся в наличии зон, поглощающих наибольшую часть энергии столкновения. Недостатком на данный момент является относительная дороговизна и периодическая неэффективность.

В данном исследовании предлагается следующая система предотвращения аварийных ситуаций, которая заключается в использовании технологии передачи данных с использованием видимого света (приемо-передающий тракт в том числе можно реализовать на основе инфракрасного или ультрафиолетового оптического канала [2]). Суть технологии состоит в том, информационные сигналы передаются посредством модуляции яркости и частоты мерцания света. Поскольку данные виды модуляции являются

высокочастотными, то они не будут заметны человеческому глазу. Модуляторы могут располагаться в фарах и фонарях автомобилей, прием сигнала может осуществляться фронтальными камерами или специальными фотодатчиками.

Смысл предлагаемого решения заключается в том, что по данным от бортовых датчиков некоторый автомобиль может первым оценить обстановку и зарегистрировать возможные дорожные происшествия, среди которых возможна авария, появление животных или прохожих на проезжей части, участки дороги с поврежденным покрытием и ямами. Зарегистрированные события передаются по цепочке автомобилей, в результате чего о событии автоматически проинформированы водители, которые находятся вне поля видимости. Данная технология может использоваться кроме того системами управления автомобиля для предотвращения, например, столкновения с другими автомобилями.

Несомненное преимущество данной технологии состоит в том, что она может быть на порядок дешевле аналогичных по функциональному назначению вспомогательных систем, иметь больший спектр функциональных возможностей (система предотвращения ДТП и система навигации по дорожным событиям в режиме реального времени в одном техническом решении) обладать большей гибкостью для интеграции в автомобили, не специализированные под данную систему.

Подчеркивая перспективы использования обозначенной технологии, следует отметить возможную востребованность в ней в других сферах профессиональной деятельности, например, на экономических субъектах промышленного назначения для управления технологическими процессами, сбора данных, непосредственного управления объектами; на охраняемых объектах для передачи данных, которую невозможно извлечь вне здания и т.п. Кроме того, перспективным направлением использования является проектирование беспроводных сетей на основе использования технологии передачи данных с помощью видимого света.

Таким образом, была рассмотрена технология передачи данных с помощью видимого света, её основные преимущества и перспективы использования в одних из крупнейших отраслей промышленности.

Литература

1. Батюшев В.А. Электронные приборы. — М.: Техносфера, 2016. — 323 с: ил.
2. Гордиенко, В.Н. Оптические телекоммуникационные системы: Учебник для вузов / В.Н. Гордиенко. - М.: ГЛТ, 2011. - 368 с.

*Ю.С. Петрова, студ.; рук. С.А. Амелин, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ В СФЕРЕ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Современное сообщество проживает в такое время, когда уровень научно-технического прогресса настолько высок, что системы автоматизации и роботизация всё чаще и чаще интегрируются в производственные процессы и повседневную жизнь людей. Так, например, роботизация технологических

процессов и автоматизация технологических линий повсеместно применяются на экономических субъектах промышленного назначения, чем упрощается производство и выпуск той или иной продукции.

Системы автоматизации уже повсеместно начинают появляться в крупных городах в виде отдельных проектных решений, систем городской автоматизации или стартапов. Основное назначение данных систем – упрощение жизни человека в процессе его досуговой и профессиональной деятельности. Так, например, во многих городах значительно упростился процесс оплаты проезда в общественном транспорте, автоматизировались процессы учета потребления ресурсов в сфере жилищно-коммунального хозяйства за счет использования умных счетчиков, автоматически передающих показания приборов, появились единые диспетчерские центры и прочие системы мониторинга коммунальных хозяйств.

Несмотря на бурный рост количества проектов и систем городской автоматизации, системы автоматизации сетей розничной торговли развиваются менее бурными темпами несмотря на то, что это один из наиболее динамично развивающихся рынков. Единственной используемой технологий из возможных, которые могли бы существенно улучшить качество обслуживания конечных потребителей реализуемой продукции, повысить конкурентоспособность и финансовую устойчивость экономического субъекта, является технология использования касс самообслуживания [1]. Основной интерес она вызывает у покупателей, предпочитающих самостоятельно и полностью контролировать процесс покупки товара. Из преимуществ данной технологии является сокращение средств, затрачиваемых на оплату труда продавцов, а также исключается риск совершения ими кражи. Однако имеется риск кражи со стороны покупателя (например, наклейка неправильного ценника и т.п.), следовательно, для полноценного использования касс самообслуживания требуется использование специальных систем безопасности.

Использование более продвинутых и удобных систем обслуживания, как правило, способствует привлечению новых покупателей и расширению целевой аудитории в целом. Готовность шагать в ногу со временем создает положительный имидж сети розничной торговли [2]. Целью данного исследования является определение наиболее перспективных средств и систем обслуживания, которые наилучшим образом будут отражаться на работе торговых предприятий.

1. Применение «умных тележек» (рисунок 1).

Данная технология заключается в интеграции в обычные тележки мини-компьютера с дисплеем и сканнера штрих-кодов, в результате чего при посещении магазина конечному потребителю реализуемой точкой розничной торговли продукции искать администратора или другого работника магазина, чтобы получить более подробную информацию о товаре (производитель, дата упаковки и отгрузки), анализ его цены и т.п. Кроме того, «умную тележку» можно использовать в режиме просмотра списка покупок (который загружается из смартфона на основе заранее составленного списка товаров точки розничной

торговли), а встроенный своеобразный GPS-навигатор упростит поиск требуемых товаров. Преимущества данной технологии имеются как для покупателей в виде экономии денег и времени пребывания в магазине, так и для владельцев точек розничной торговли ввиду отсутствия необходимости затрачивать средства на консультантов и получения прекрасного инструмента для анализа интересов конечных потребителей реализуемой продукции.



Рисунок 1 — Осуществление покупок с применением «умной тележки»

2. Использование электронных ценников.

Электронный ценник представляет собой небольшой дисплей, объединенный с другими по некоторому интерфейсу в единую сеть и доводящий информацию о товаре и его стоимости до конечного потребителя с помощью цифр и букв. Информация о товаре передается на ценник от центрального компьютера в автоматическом режиме. В использовании электронного ценника есть очевидные преимущества:

– своевременное обновление информации о товаре (что для многих точек розничной торговли является существенной проблемой с учетом человеческого фактора, в результате чего может возникнуть конфликт между продавцом и конечным потребителем реализуемой магазином продукции). Данное преимущество является особенно ценным в периоды акций и сезонных распродаж, когда цена на товар может изменяться по несколько раз в день. \

– снижение затрат на оплату труда и расходные материалы для изготовления традиционных ценников (формирование, печать, резка) и установки ценников в магазине.

3. Наличие информационных киосков.

Идея данной технологии состоит в использовании многофункционального аппарата, имеющего сенсорный монитор. В отличие от предложенных ранее электронных ценников и «умных тележек» данный аппарат способен предоставить более подробную информацию о товаре по его штрих-коду, вплоть до подробной истории марки производителя или даже технологической карты приготовления блюда (к технологической карте при этом прилагается список необходимых для приготовления товаров, которые имеются в точке розничной торговли, список можно скачать на смартфон или в память «умной тележки»).

4. Внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности.

Данные технологии на данный момент уже активно внедряются в:

– индустрии моды в виде виртуальных примерочных и «умных зеркал», позволяющих осуществить виртуальную примерку наряда, рассмотреть вариации его возможных цветов, подобрать размер согласно индивидуальных мерок и многое другое [3];



Рисунок 2 — Примерочная с применением «умного зеркала»

– в сфере розничных продаж автомобилей. Посетители центров продаж при этом могут воспользоваться VR-очками, чтобы осуществить анализ и подбор транспортного средства с различными вариациями цвета, конструктивных и технических особенностей комплектации и т.п.

5. Использование невидимых меток.

Данная технология кардинально изменила бы существующий подход к осуществлению рознично-торговых отношений, за счет возможности идентифицировать и покупать понравившуюся вещь, надетую в данный момент на другом человеке. Кроме того, точки продаж могли бы определять моменты наиболее близкого расположения покупателя вещи для отправки ему уведомлений об интересных акциях и распродажах, новых коллекциях. Сопоставление данных о наиболее часто встречающихся товарных

разновидностях позволило бы существенно расширить возможности аналитики сетей розничной торговли.

6. Роботизация.

На данный момент разработка роботов и дронов ведется ускоренными темпами, поэтому появление в магазинах роботов-ассистентов является лишь вопросом времени. Электронный помощник является наиболее эффективной альтернативой живому консультанту, для него достаточно получить номер товара или визуально оценить предмет, чтобы в короткие сроки отвести конечного потребителя к местонахождению товарной единицы. Кроме того, роботы в силу лучших физических характеристик могут наиболее эффективно осуществлять распределение товаров и их отгрузку/загрузку.

Таким образом, были обозначены основные направления цифрового развития и автоматизации процессов в сетях розничной торговли, а также обозначены преимущества применения современных технологий для точек розничных продаж.

Литература

1. Информационные ресурсы и технологии в экономике: Учебное пособие / Под ред. Романова А.Н.. - М.: Вузовский учебник, 2018. - 319 с.
2. Балдин, К.В. Информационные технологии в менеджменте / К.В. Балдин. - М.: Academia, 2018. - 203 с.
3. Акулич, М.Ю. Дополненная, виртуальная, смешанная реальность и маркетинг / М.Ю. Акулич. - М.: Издательские решения, 2015. - 869 с.

*С.А. Петрова, студ.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доц.
(Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

СТАБИЛИЗАЦИЯ ФОТОКАМЕР

Фотокамеры прошли долгий путь с момента их изобретения в начале XIX века. От самых ранних камер, которые требовали длительной выдержки и производили зернистые черно-белые изображения, до современных современных цифровых камер, которые позволяют мгновенно просматривать изображения и манипулировать ими, камеры стали важным инструментом для захвата и записи мира вокруг нас. В последние годы аэрофотокамеры становятся все более популярными, поскольку они позволяют снимать потрясающие аэрофотоснимки и видеоматериалы. В этой статье мы рассмотрим, что такое камеры, особенности аэрофотокамер и различные методы, используемые для стабилизации камеры.

Камеры □ это устройства, которые регистрируют и хранят визуальную информацию. Они работают, используя линзу для фокусировки света на цифровой датчик, который затем записывает изображение. Камеры можно разделить на две основные категории: фотокамеры и видеокамеры.

Фотокамеры предназначены для захвата одиночных изображений, которые можно отобразить на экране. Они бывают разных форм и размеров, от компактных камер типа «наведи и снимай» до профессиональных цифровых зеркальных камер. Цифровые зеркальные камеры особенно популярны среди профессиональных фотографов, поскольку они обеспечивают высокий уровень контроля над такими настройками, как диафрагма, выдержка и ISO.

Видеокамеры, с другой стороны, предназначены для захвата движущихся изображений. Они бывают разных форматов, от ручных видеокамер до профессиональных кинокамер. Профессиональные кинематографисты часто используют кинокамеры, предназначенные для съемки высококачественных кадров с широким динамическим диапазоном и отличными характеристиками при слабом освещении.

Особенности аэрофотокамер. Аэрофотокамеры □ это камеры специального назначения, предназначенные для аэрофотосъемки участков земной поверхности с летательных аппаратов в хозяйственных, научных и военных целях. Они произвели революцию в области геодезии, картографирования и мониторинга окружающей среды. Аэрофотокамеры можно разделить на две основные категории: наклонные камеры и вертикальные камеры.

Наклонные камеры устанавливаются под углом к земле и обычно используются для съемки пейзажей и архитектуры. Они позволяют получать трехмерные изображения, показывающие высоту и глубину зданий и других сооружений [1].

С другой стороны, вертикальные камеры устанавливаются перпендикулярно земле и обычно используются для картографирования и съемки. Они захватывают изображения с постоянным масштабом и идеально подходят для создания карт с высоким разрешением.

Одной из ключевых характеристик аэрофотокамер является их разрешающая способность. Аэрофотокамеры предназначены для съемки изображений с высоким уровнем детализации, что важно для создания точных карт и съемок. Как правило, они имеют большие датчики и объективы с высоким разрешением, что позволяет получать изображения с высоким разрешением.

Еще одной ключевой особенностью аэрофотокамер является их способность захватывать изображения с разных высот. Аэрофотокамеры могут снимать изображения с малых высот, например, нескольких десятков метров над землей, до больших высот, например, несколько тысяч метров над землей. Это позволяет использовать широкий спектр приложений, от пейзажной фотографии до мониторинга окружающей среды [2].

Аэрофотокамеры имеют широкий спектр применения: от съемки и картографирования до мониторинга окружающей среды и кинопроизводства. В области геодезии аэрофотокамеры используются для создания карт с высоким разрешением и трехмерных моделей ландшафтов и сооружений. Их также можно использовать для мониторинга изменений в окружающей среде, таких как вырубка лесов, городское развитие и стихийные бедствия.

Аэрофотокамеры также широко используются в кино- и телеиндустрии, особенно для создания аэрофотосъемки и создания кадров. Они могут снимать потрясающие изображения и кадры, которые было бы невозможно получить с земли, и стали важным инструментом для кинематографистов и видеооператоров [3].

Методы стабилизации камеры. Стабилизация камеры является важным аспектом аэрофотосъемки, поскольку движение самолета может привести к размытию или искажению изображения. Существует несколько методов стабилизации камеры, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Одним из методов стабилизации камеры является электронная стабилизация изображения. В этом методе используется программное обеспечение для стабилизации изображения после его захвата. Программное обеспечение анализирует движение камеры и использует алгоритмы для компенсации любого движения. Преимущество электронной стабилизации изображения в том, что ее можно использовать с любым типом камеры и не требуется никакого дополнительного оборудования. Однако недостатком является то, что программное обеспечение может компенсировать только небольшие перемещения и не может компенсировать большие перемещения.

Другой метод стабилизации камеры □ это стабилизация с помощью блока системы стабилизации. Этот метод использует смещения светочувствительного сенсора для стабилизации изображения. Блок состоит из набора двигателей и датчиков, которые обнаруживают любое движение камеры и вносят поправки в режиме реального времени. Этот метод особенно эффективен для больших камер и может компенсировать широкий диапазон движений, включая вибрации и порывы ветра. Однако механические стабилизаторы могут быть тяжелыми и дорогими, и для их работы требуется дополнительная мощность. На рис. 1 представлен блок системы стабилизации, работающей по принципу смещения светочувствительного сенсора.

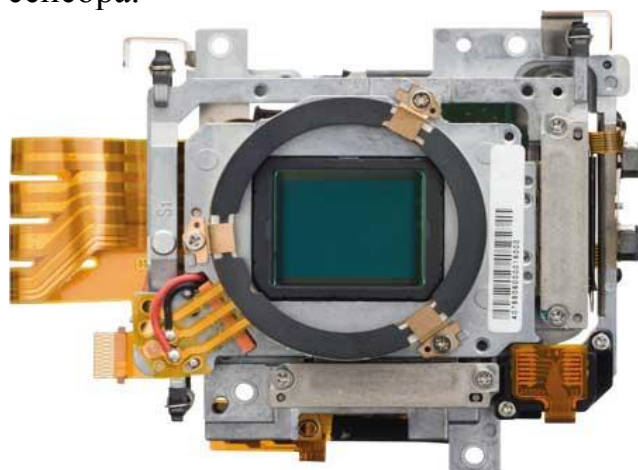


Рис. 1 Блок системы стабилизации

Более продвинутый метод стабилизации камеры □ активная стабилизация карданного подвеса. В этом методе используется комбинация механической стабилизации карданного подвеса и датчиков, определяющих движение летательного аппарата. Датчики предоставляют данные о движении летательного аппарата в режиме реального времени, которые используются для точной коррекции положения камеры. Активная стабилизация карданного подвеса особенно эффективна для аэрофотосъемки и видеосъемки, поскольку

позволяет получать стабильные высококачественные изображения и видеоматериалы [4]. Карданов подвес представлен на рис.2



Рис. 2 Карданов подвес для камер

В заключение можно сказать, что аэрофотокамеры произвели революцию в области геодезии, картографирования и мониторинга окружающей среды и стали незаменимым инструментом для кинематографистов и фотографов. Они предлагают возможности визуализации с высоким разрешением, широкий диапазон вариантов высоты и различные методы стабилизации. С дальнейшим развитием технологий аэрофотокамеры, вероятно, станут еще более совершенными и доступными в ближайшие годы, открывая новые возможности для фотографов, кинематографистов и ученых. Но также не стоит забывать насколько важно развиваться в исследованиях усовершенствования методов стабилизации изображения в цифровых фотокамерах.

Литература

1. Schenk, T., Maas, H.-G. Automated orientation of airborne camera images: A review and a new approach. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 67, 2012. 1-19.
2. Kuznetsov, D., Makarenko, N., Tolstov, A. Development of a stand for stabilization of an aerial camera. Geodesy and Cartography, 2, 2016. 25-29.
3. .Rujikiatkamjorn, C., Ortega, A., Video stabilization for aerial video surveillance. Journal of Real-Time Image Processing, 8(1), 2013. 55-63.
4. Popova, O. V., Borodulina, O. V. The influence of spatial resolution on determining the coordinates of points on aerial images. Geodesy and Cartography, 6, 2014. 18-23.

*И.В. Погонченков, студ.; К.Д. Матвеевков, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СВАРКИ

Лазерная сварка применяется практически во всех отраслях промышленности: судостроении, атомной, химической, аэрокосмической, машиностроении, энергетике и многих других. Это связано с возможностью реализации различных режимов лазерной сварки, например таких, как:

- сварка в кондуктивном режиме,
- сварка в режиме замочной скважины,

- сварка в режиме импульсной волны,
- сварка в непрерывном режиме.

Лазерная сварка является одним из методов сварки плавлением с высококонцентрированным источником энергии: к таким методам также относятся электронно-лучевая и плазменная сварка.

Особенностями и преимуществом лазерной сварки являются:

- зона нагрева при воздействии лазера очень мала, что способствует сохранению различных свойств материала, а также минимальной деформации свариваемых деталей,
- высокая точность и продуктивность процесса сварки;
- обеспечивается значительная глубина провара при небольшой ширине сварного шва;
- возможность сварки деталей в атмосфере, вакууме и различных газах;
- возможна возможность сварки неметаллических материалов.

В качестве недостатков следует отметить возможность возникновения таких дефектов, как бугристость, пористость и разбрызгивание в районе сварного шва.

Для лазерной сварки необходимы мощности большой плотности в диапазоне $5 \cdot 10^4 \div 10^7 \text{ Вт/см}^2$, вследствие чего для нее используются газовые и твердотельные лазеры.

В газовых лазерах в качестве активной среды чаще всего используется CO_2 , так как благодаря свойству однородности газа, качество излучения получается более высоким. В состав газового лазера (рисунок 1) входит резонатор, представляющий собой трубку, заполненную CO_2 в торцах которой находятся зеркала:

- одно из зеркал является непрозрачным,
- второе зеркал полупрозрачное, позволяющее выводить наружу оптическое излучение, возникающее в процессе интенсивного газового разряда.

Мощность лазера на CO_2 может достигать величины более 20 кВт [2].

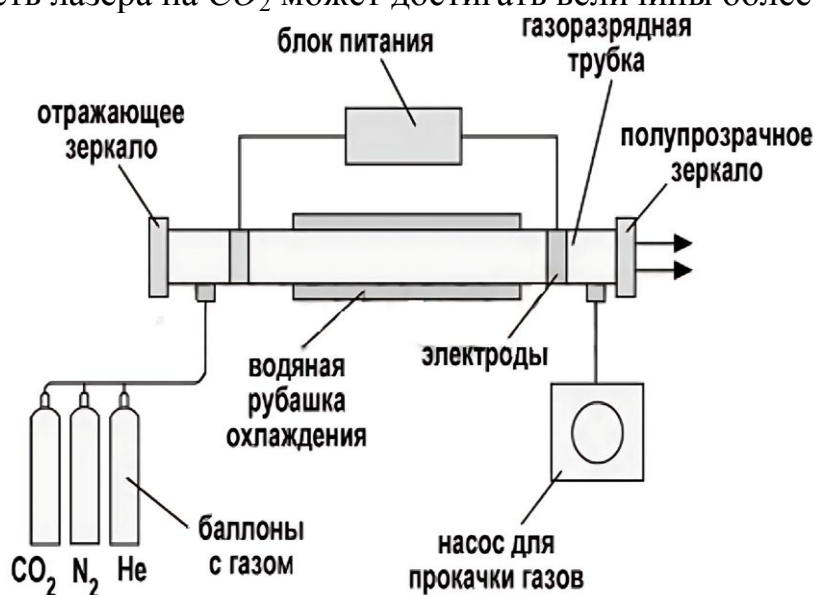


Рисунок 1 – Устройство лазера на CO_2

В твердотельных лазерах (рисунок 2) в качестве активного тела (активной среды) используют рубиновые резонаторы, представляющие собой стержни из окиси алюминия с примесью ионов хрома (до 0,025 %) [1].

Стержень находится в одном из фокусов осветительной камеры эллиптического сечения, в другой фокус которой помещается мощная лампа накачки.

При облучении стержня излучением лампы накачки (например, ксеноновой лампой сверхвысокого давления с энергией излучения в импульсе, составляющей до 10^3 Дж), атомы рубина возбуждаются, переходя в более высокое энергетическое состояние. При переходе из возбужденного состояния в исходное, излишек энергии излучается атомом в виде оптической энергии.

На торцах стержня имеются зеркала (чаще всего из серебра):

- одно из зеркал является непрозрачным,
- второе зеркал полупрозрачное, позволяющее выводить наружу оптическое излучение, которое затем фокусируется в рабочей точке сварки.

Лазерная сварка производится следующим образом:

- лазерный луч направляется в фокусирующую систему, которая создаёт световой пучок с более меньшим сечением, а, следовательно, с большей плотностью энергии,

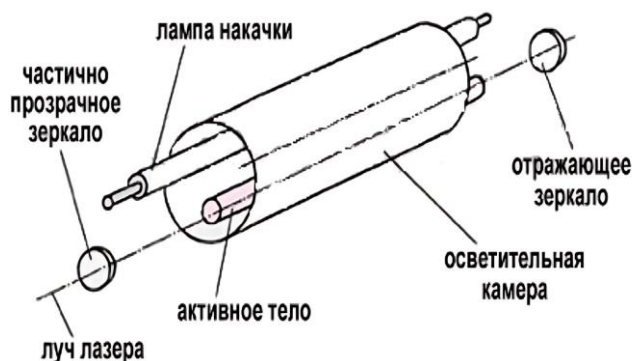


Рисунок 2 – Устройство твердотельного лазера

- световой пучок с более меньшим сечением направляют на свариваемые место контакта свариваемых деталей.

Во время процесса сварки, некоторая часть лучей отражается, а другая частично проникает в материал, нагревает и расплавляет его и формирует шов.

В настоящее время лазерной сварке отдается предпочтение в разных областях промышленности, особенно где форма и размер швов практически не должны быть заметны.

Но высокая стоимость и сложность в эксплуатации препятствуют её повсеместному применению. Однако в будущем с развитием технологии можно будет решить возникшие проблемы, а также более глубокое понимание лазерной сварки позволяет улучшить качество сварного шва, контроль технологического процесса и его эффективность.

Эта технологическая область довольно востребована, поэтому устройства лазерной сварки непрерывно совершенствуются, так же как и получают

дальнейшее развитие технологии по осуществлению процесса на основе их применения.

Литература

1 М. А. Окатов, Э. А. Антонов, А. Байгожин и др. Справочник технолога - оптика. — СПб.: Политехника, 2004. — 679 с: ил.

2 Реклаб [Электронный ресурс]. Всё о лазерной сварке. URL: <https://reklab.ru/text-articles/lazernaya-svarka-primenenie-osobennosti/> (дата обращения 05.03.2023).

*А.С. Попков, студ.; И.С. Шевченко, студ.; рук. В.С. Крупенькин
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА «СВЕТОУПРАВЛЯЕМОГО РОБОТА»

Сейчас существует множество различных компонентов электроники, и из них создают различные устройства. Одними из таких устройств являются роботы, которые выполняют заложенные в них функции. Роботы могут содержать различные датчики, электроприводы, микроконтроллеры, пассивные и активные элементы, источники питания и другие компоненты. Роботы могут принадлежать какой-то сфере, например: промышленность деятельность, исследовательская деятельность, военная деятельность, в сфере нанотехнологий, бытовые роботы.

На полках магазинов очень много различных игрушек, каждая из которых интересна по-своему. Самая лучшая игрушка, это та, что создана своими руками, поэтому был создан проект «светоуправляемый робот» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Проект «светоуправляемый робот»

Проект создавался с целью развлечения, повышения навыков и приобретения опыта в создании устройств.

Его основная задача ехать на свет, поворачивая в одну из двух сторон. Роботом можно управлять с помощью электрического фонарика, который способен фокусировать свой луч, или другими источниками света.

При создании робота использовались простые компоненты. Корпусом робота послужила компьютерная мышь, в которой идеально разместились компоненты (рисунок 2).



Рисунок 2 – Вид «светоуправляемого робота» изнутри

Функциональные элементы проекта:

- коллекторные электродвигатели постоянного тока.
- фоторезисторы.
- резисторы.
- светодиоды.
- диоды.
- транзисторы.
- выключатель питания.
- аккумуляторная батарея.
- коммутационные провода.
- конденсаторы.

Для проекта разработана принципиальная схема (рисунок 3).

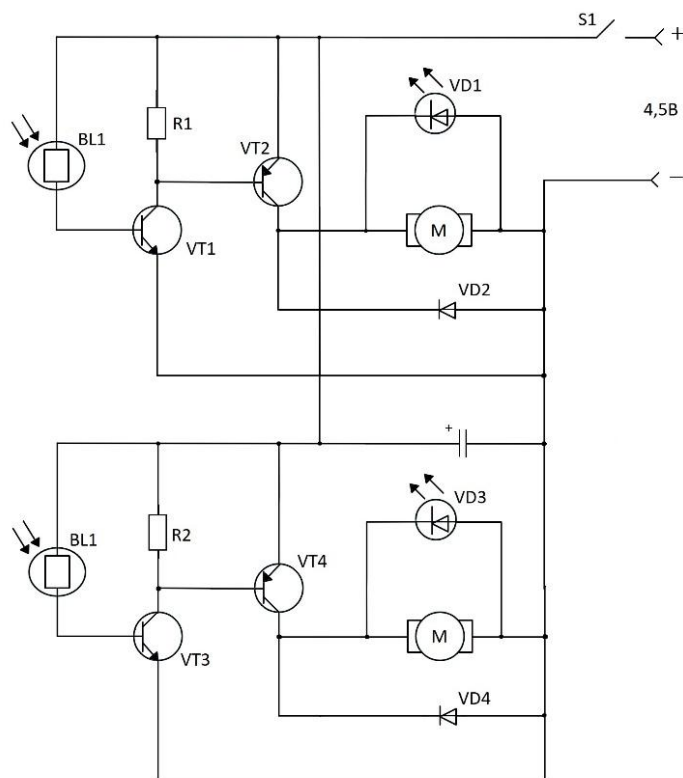


Рисунок 3 – Принципиальная схема

Принцип работы робота не сложный, при попадании света на фоторезистор, открывается транзистор, который подает питание на двигатель и светодиод. Он начинает движение в сторону источника света с горящим индикатором направления движения (левый или правый светодиод). За счет двух фоторезисторов и двух электродвигателей он может корректировать свое направление в зависимости от интенсивности засвета фоторезисторов.

Дальнейшей доработкой представленного в статье проекта может быть добавление микроконтроллера, дополнительных двигателей, фоторезисторов, динамиков для воспроизведения звука, микрофона для управления голосом, датчиков движения, а также различных светодиодов. Также понадобится замена корпуса для данного проекта, чтобы вместить все дальнейшие доработки.

Литература

- 1 Хоровиц П., Уинфилд Х., Искусство схемотехники. - 1-е изд. - М.: Мир, 1983. - 320 с.
- 2 Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. - 1-е изд. - М.: ГЭИ, 1963. - 588 с.

*А.В. Пучков, студ., Д.Ю. Якушенко, студ.; рук. В.А. Смолин, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА ПЕРЬЕВОГО ПЛОТТЕРА НА БАЗЕ ARDUINO

Любые устройства, которые нас окружают, начинаются с идеи и воплощаются сначала на бумаге — в виде схем и чертежей, где обозначено то, как это устройство работает и как его воплотить в материальном виде. Рисование схем и чертежей от руки довольно монотонный кропотливый труд, который

требует как пристального внимания в процессе, так и определенных навыков самого рисования. При этом у таких чертежей и схем есть четко прописанные правила составления (как правило, ГОСТ): от конкретных обозначений каждого элемента до размера, которому они должны соответствовать на бумаге. Важно не забывать и про то, что информация на схеме или чертеже должна хорошо читаться теми, кто будет их использовать. Для этого было спроектировано такое устройство, как графопостроитель или же плоттер.

Простым языком плоттер — это родственник принтера, предназначенный для широкоформатной печати, но более масштабный и с большей точностью передающий рисунок на поверхность. Большая точность цветопередачи происходит за счёт более близкого расположения пикселей (практически вплотную), создавая тем самым идеальную линию, чем при печати на принтере.

Первые плоттеры появились ещё в начале второй половины XX века и представляли собой устройство, в котором был рулон, на котором крепилась бумага, и пишущий узел — зафиксированное перо на направляющей (рисунок 1). Рулон, который двигал бумагу с помощью колёсиков, представлял собой координату X, а закреплённое перо — Y, что позволяло по этим координатам (XY) с точностью переносить рисунок на бумагу.



Рисунок 1 — *Calcomp 565*

Как правило, плоттеры используются для работы с форматами до A0, а, соответственно, само устройство занимает физически больше места, чем тот же принтер, дороже обходится сама покупка и её содержание. Это цена за высокое качество печати изображений большого формата, большую производительность и более широкий набор функций (например, если плоттер способен «резать»).

Современные аналоги, представленные на рынке, оснащены излишним количеством возможностей для студента, например, печать на листах формата более чем A3, а стоимость таких устройств начинается от 30 000 рублей. Для студенческого конструкторского бюро нужно разработать плоттер, позволяющий печатать на листах формата A3, A4, стоимость которого должна быть существенно ниже минимальной на рынке.

С этой целью был разработан проект перьевого плоттера, представляющий собой классический планшетный плоттер, в котором пишущий узел осуществляет движение по двум основным осям (XY), когда как бумага находится в зафиксированном положении.

На компьютере изображение преобразуется в G-код, после чего передается через *USB*-разъем на микроконтроллер. Согласно командам, записанных в G-код микроконтроллер задает движение пишущего узла по указанным координатам (XY) с помощью трех шаговых двигателей, а сервопривод с помощью двух шестерней осуществляет движение пера, зафиксированного строго перпендикулярно к рабочей поверхности, по оси Z, т.е. двигает его вверх и вниз.

Основные части устройства:

- микроконтроллер, отвечающий за программную часть аппарата;
- шаговые двигатели и драйверы для их управления;
- сервопривод.

Структурная схема устройства представлена на рисунке 2.

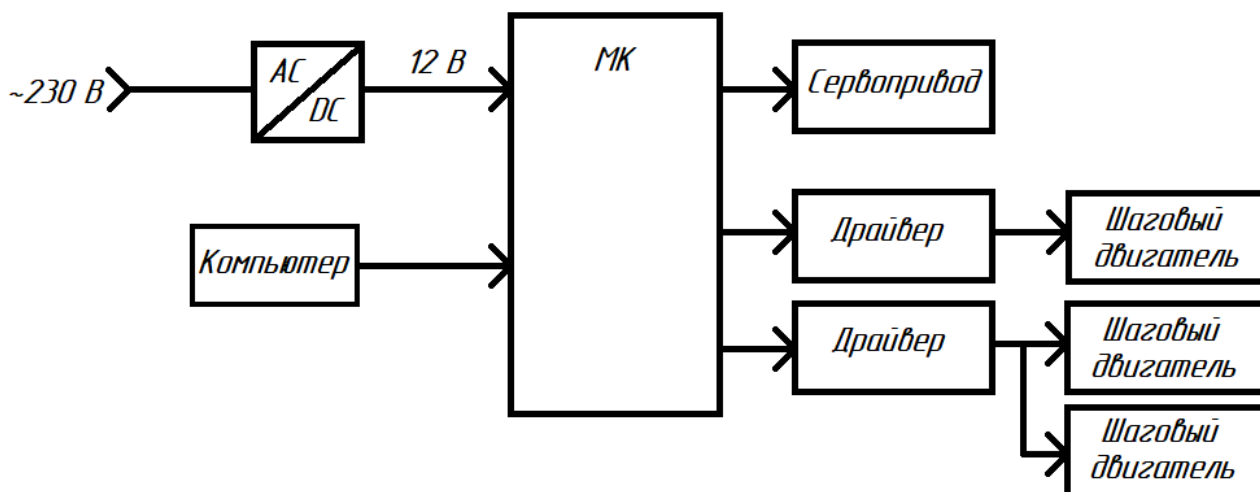


Рисунок 2 — Структурная схема

Корпуса для основных блоков печатаются на 3D принтере.

Проект реализован на платформе *Arduino Uno* с микроконтроллером *ATmega328* с тактовой частотой 16 МГц и памятью 32 КБ (рисунок 3).



Рисунок 3 — Arduino Uno

На компьютере изображение преобразуется в G-код. Через USB-порт код поступает на микроконтроллер, который передаёт последовательность инструкций для движения шаговых двигателей.

Помимо «мозга» плоттера для упрощения работы предусмотрено расширение *CNC Shield v3* с двумя драйверами *A4988* (рисунок 2), отвечающих

за управление шаговыми двигателями и позволяющего им работать параллельно. Основные характеристики драйверов:

- напряжения питания: 8-35 В;
- режим микрошага: 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16;
- напряжение логики: 3-5,5 В;
- максимальный ток на фазу: – 1 А (без радиатора), – 2 А (с радиатором);
- габариты 20x15 мм.

В качестве шаговых двигателей использованы *Nema 17 17HS4401S* (рисунок 2), к основным характеристикам относятся:

- угловой шаг 1,8 ° (на 1 оборот приходится 200 шагов);
- двигатель — двухфазный;
- номинальное напряжение: 3.6 В;
- рабочие температуры от –20 °С до 85 °С;
- номинальный ток 1.5 А;
- момент удержания 4.3 кг*см;
- крутящий момент – 0.3 кг*см.

Необходимо контролировать высоту пера, с этой целью установлен сервопривод *SG90* (рисунок 2), также благодаря этому можно контролировать степень нажатия фломастера/лайнера на рабочую поверхность. Особенности серводвигателя:

- диапазон вращения: 180°;
- напряжение питания: 4.8...6В;
- крутящий момент: 1.6 кг*см при 4.8 В;
- габариты: 5x29.5 мм.

Питание схемы осуществляется от сети переменного напряжения 230 В. Для корректного питания всех модулей требуется понижающий *AC/DC* преобразователь до 12 В. В *Arduino Uno* также предусмотрен преобразователь до 5 В, нужный для питания сервопривода.

Таким образом, рассмотрены основные блоки для постройки перьевого плоттера с себестоимостью конечного прибора, ниже рыночной.

На данный момент проводится математическое моделирование с целью подтвердить выбранные схемотехнические решения реализации устройства.

Литература

1. Стандартное управление серводвигателем. — URL: <https://docs.arduino.cc/tutorials/generic/basic-servo-control> (дата обращения: 18.03.2023).
2. Сигналы управления драйвером. — URL: <https://wiki.iarduino.ru/page/PUL-DIR-STEP-DIR-CW-CCW/> (дата обращения: 18.03.2023).

*Д.С. Пятченков, студ.; рук. А.Н. Конаков, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Силовые трансформаторы играют важную роль в цепи доставки электроэнергии от электростанций до потребителя, путём преобразования энергии от линий электропередач (ЛЭП). Наибольшее распространение получили маслonaполненные силовые трансформаторы, которые работают при помощи специальной жидкости – трансформаторного масла.

Трансформаторное масло – минеральная диэлектрическая жидкость, которая в трансформаторе выполняет две важнейшие функции – электрическая изоляция и тепловая изоляция. В результате своей работы и различного рода катализаторов, таких как кислород, озон, железо и других, происходит постепенное старение масла, из-за чего ухудшаются его эксплуатационные параметры и характеристики. Отработанное трансформаторное масло способно приводить маслonaполненное оборудование к неисправностям и выводу его из строя, впоследствии приводя к экономическим и экологическим последствиям, а также угрожая безопасности людей.



Рисунок 1 – Внешний вид отработанного (слева) и чистого (справа) трансформаторного масла

При диагностике трансформаторного масла руководствуются следующими параметрами и характеристиками [1]:

- 1) Пробивное напряжение;
- 2) Кислотное число;
- 3) Тангенс угла диэлектрических потерь;
- 4) Содержание влаги;
- 5) Содержание механических примесей.

Современные методы диагностики степени старения трансформаторного масла подразумевают проведение комплексных лабораторных механических и физико-химических испытаний при помощи различного рода приборов,

установок и химических реагентов. Эти методы могут быть трудоёмкими, а также экономически затратными.

В противовес различным лабораторным методам, можно выделить методы оптической спектральной диагностики. Данные методы диагностики являются наиболее удобными и перспективными. Главными их достоинствами являются: высокая точность, сравнительно невысокая стоимость, а также неразрушаемость образцов, которая является главным принципом применения методов оптической диагностики.

Таким методом диагностики трансформаторных масел является метод оптической спектроскопии, в которую входят спектроскопия люминесценции, пропускания, рассеяния и другие.

Применение метода люминесцентной спектроскопии исследования образцов трансформаторного масла приходится на различные диапазоны оптического спектра, а именно ультрафиолетовый ($\lambda = 0,1 - 0,38$ мкм), видимый ($\lambda = 0,38 - 0,77$ мкм), ближний инфракрасный ($\lambda = 0,77 - 2,5$ мкм). Из множества видов люминесценции, наибольшую популярность обрела фотолюминесценция. В этом случае основой для исследований является понятие фотолюминесценции – оптическое некогерентное нетепловое излучение частиц вещества, которое возникает под действием возбуждающего оптического излучения различного диапазона длин волн. Результаты исследований представляются в виде кривой спектров поглощения или фотолюминесценции (рисунок 2) с множеством пиков каждый из которых несёт информацию о химическом составе масла.

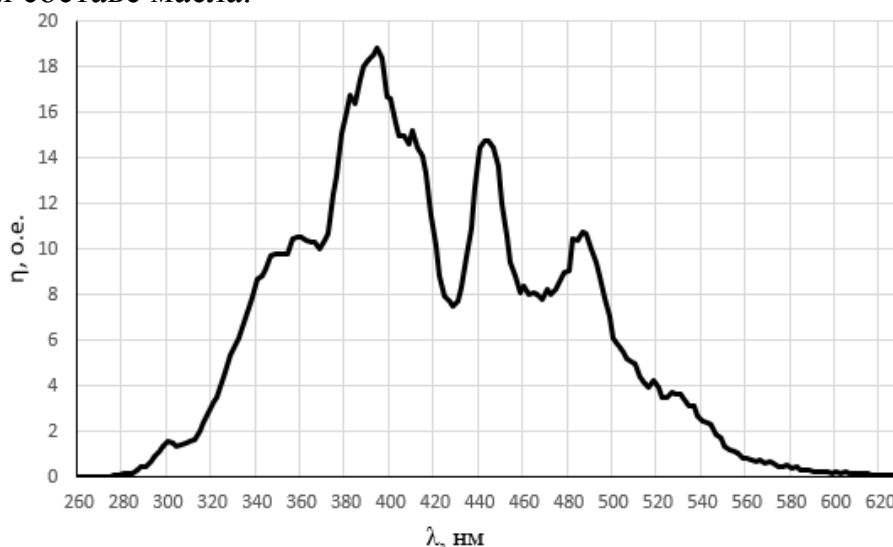


Рисунок 2 – Синхронный спектр поглощения отработанного трансформаторного масла марки ГК

Метод спектроскопии пропускания основывается на способности трансформаторного масла к пропусканию через свой объём излучения заданной длины волны. Для спектральной характеристики трансформаторных масел в видимой и ультрафиолетовой областях существует чётко выраженная граница, которая отделяет зону полного поглощения от зоны пропускания. В зависимости от последующего старения трансформаторного масла, граница сдвигается в

более длинноволновую область спектра. Также уменьшается крутизна спектральной характеристики, которая определяется как тангенс угла наклона касательной к оси λ [2].

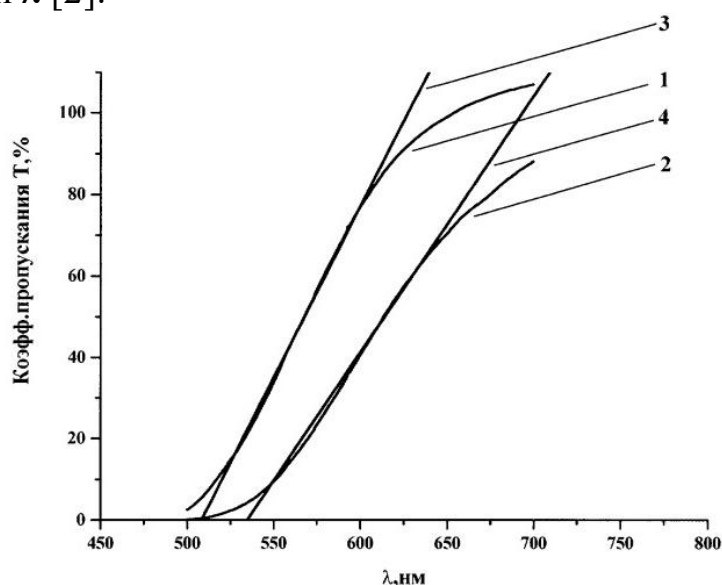


Рисунок 3 – Спектральная характеристика пропускания трансформаторного масла марки ТК: 1 – кислотное число 0,0211; 2 – кислотное число 0,0624; 3,4 – касательные к спектральным характеристикам [2]

Спектроскопия комбинационного рассеяния позволяет анализировать структуру и свойства образцов путем непосредственного измерения комбинационного рассеяния света. При помощи лазерного излучения определённой частоты, молекулы образцов начинают испускать фотоны комбинационного Стоксова рассеяния. Различные молекулы имеют различный Рамановский сдвиг, который связан с модами колебаний молекулы. Таким образом, по положению и интенсивности Рамановского сдвига, можно одновременно проводить качественный и количественный анализ различных веществ без предварительной обработки [3].

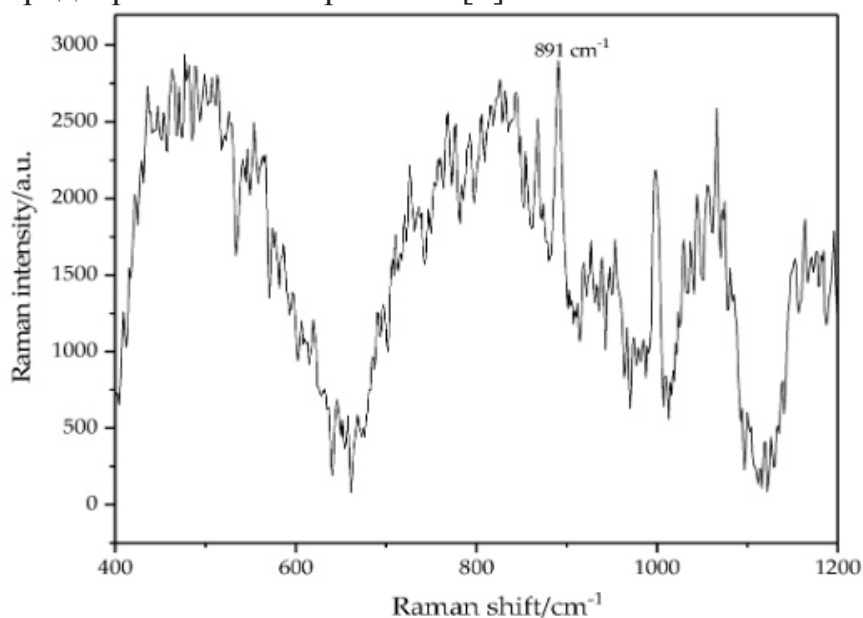


Рисунок 3 – Спектр комбинационного рассеяния трансформаторного масла [3]

Стоит отметить визуальный метод диагностики трансформаторного масла. Диагностика заключается в наблюдении в объёме образца масла, находящегося в кювете, рассеянного света и люминесценции от различных источников излучения с различными значениями длин волн, в частности синего, зелёного, красного цветов. Возможно применение источников белого цвета. Такими источниками излучения могут быть светоизлучающие диоды, полупроводниковые лазеры и лампы накаливания. В соответствии с величиной яркости и цвета люминесценции и рассеянного излучения предоставляется возможность делать выводы о концентрации ароматических соединений, находящихся в трансформаторном масле и, собственно, оценивать его степень деградации [4].

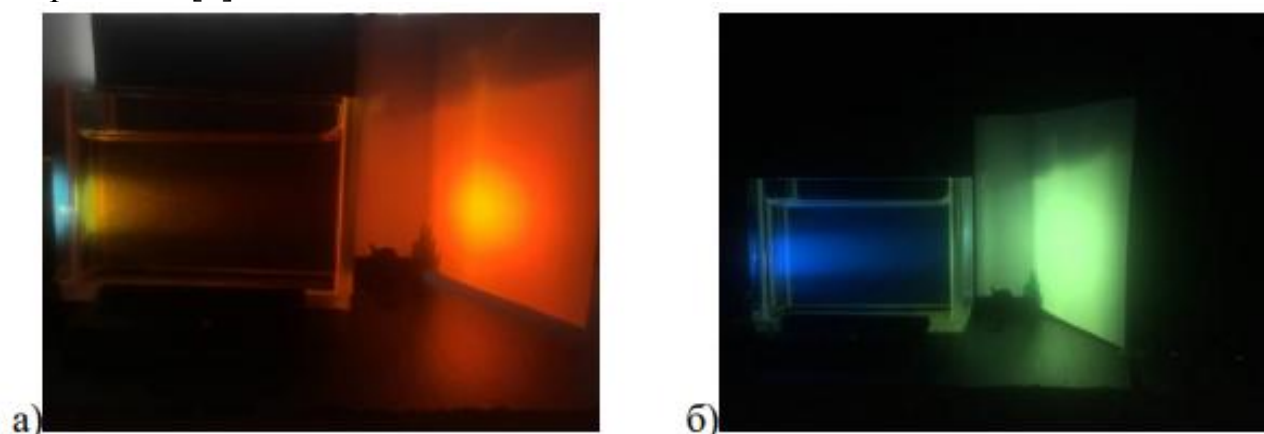


Рисунок 4 – Изображения трансформаторного масла при пропускании через него излучения: а – кислотное число 0,08 мг КОН, пробивное напряжение 41 кВ, б – кислотное число 0,02 мг на КОН, пробивное напряжение 28,9 кВ [4]

Таким образом, вышеописанные методы являются основными наиболее распространёнными и современными способами оптической спектральной диагностики. Общими достоинствами представленных методов является неразрушаемость образцов, низкая трудоёмкость, низкая стоимость. Методы спектроскопии фотолюминесценции, пропускания с применением приборов отличаются высокой точностью, в отличие визуального метода диагностики. В общем случае представленные методы способны оказать существенное влияние в энергетике, став отличным помощником в поддержании работоспособности маслonaполненного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михеев Г.М. Трансформаторное масло: учеб. пособие. Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2003. – 148 с.
2. Пат. 2402754 Российская Федерация, МПК G 01 N 21/27. Способ эксплуатационного контроля состояния трансформаторных масел / Козлов В. К., Муратаев И. А., Муратаева Г. А.; заявители и патентообладатели Козлов В. К., Муратаев И. А., Муратаева Г. А.. - № [2009128280/28](#) ; заявл. 21.07.2009; опубл. 27.10.2010 Бюл. № 30/2010. - 4 с.
3. Wan, F.; Du, L.; Chen, W.; Wang, P.; Wang, J.; Shi, H. A Novel Method to Directly Analyze Dissolved Acetic Acid in Transformer Oil without Extraction Using Raman Spectroscopy. *Energies*, 2017, no. 10, 967 p.
4. Анализ состава трансформаторного масла спектральным методом / В. К. Козлов, Ю. К. Ильцова, Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин // Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы. – Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. – С. 228-311.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДАХ

Беспроводные технологии играют ключевую роль в современном мире, обеспечивая передачу данных на расстоянии, повышая эффективность работы и удобство использования. Благодаря низкой стоимости и простоте подключения, они широко используются в различных областях, включая авиацию.

Для передачи информации применяют несколько способов, в основе которых находится применение излучения в радио- и оптическом диапазонах.

Существуют различные подходы к классификации беспроводных технологий, основные из которых показаны на рисунке 1.



Рисунок 24 – Классификация беспроводных технологий

В беспилотных воздушных судах (БВС), беспроводные сети используются для передачи данных между ними и наземным пунктом управления.

Каждое БВС состоит из летательного аппарата и системы управления, которая обеспечивает его дистанционное управление, что позволяет операторам БВС получать оперативную информацию и принимать решения в режиме реального времени.

Помимо беспроводных сетей, БВС могут быть оснащены различными высокотехнологическими устройствами, например: инфракрасными камерами, GPS и лазерами, которые помогают им выполнять задачи более эффективно [2].

Пример типовой компоновки БВС показан на рисунке 2.

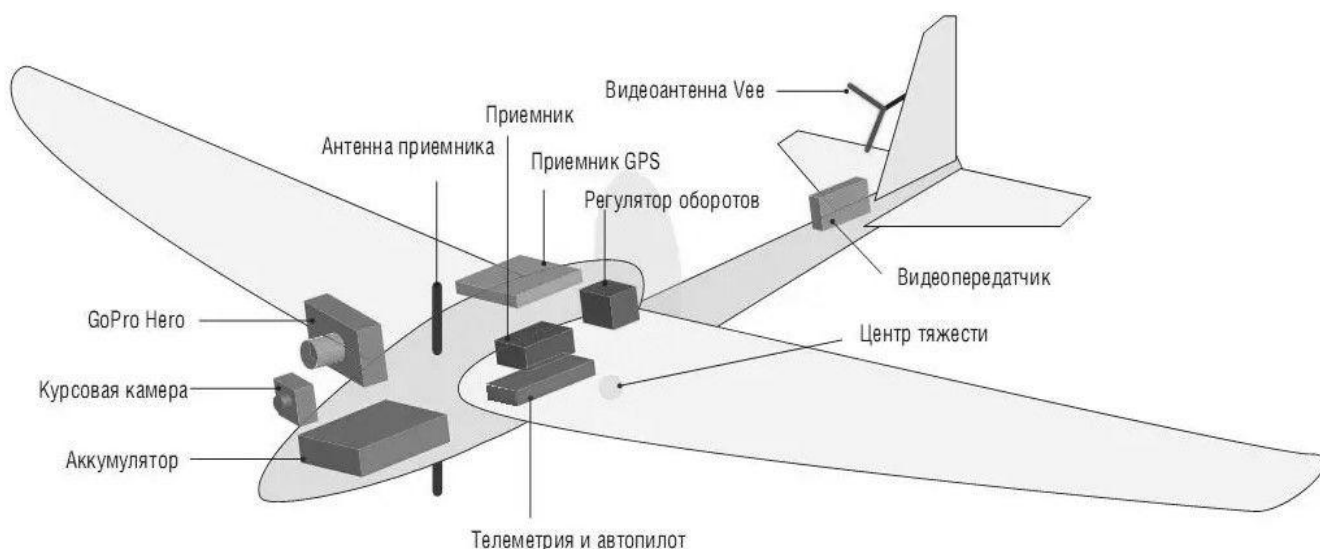


Рисунок 25 – Пример компоновки БВС

Для обеспечения связи БВС с наземным пунктом управления или внешним пилотом (оператором), используются различные типы беспроводных сетей, наиболее распространенными из которых являются:

- *Wi-Fi*, обеспечивает высокую скорость передачи данных и имеет дальность до 2 километров, она используется для передачи видео- и аудиоинформации, а также для управления БВС [1];

- *Bluetooth* предназначена для связи между БВС и другими устройствами, включая датчики и контроллеры, она имеет низкую скорость передачи данных, но обеспечивает надежную связь на коротких расстояниях;

- *4G/5G* обеспечивает связь с БВС на больших расстояниях, где *Wi-Fi* не всегда может обеспечить стабильную связь, позволяет передавать данные с высокой скоростью в режиме реального времени;

- глобальная система позиционирования (*GPS*) используется для определения местоположения БВС, что обеспечивает возможность его дистанционного пилотирования без визуального контакта;

Беспроводные сети позволяют операторам управлять БВС на расстоянии. Управление осуществляется через команды, передаваемые по беспроводной сети, что позволяет изменять полетный план или выполнять другие действия.

БВС могут обмениваться данными через беспроводные сети, что позволяет выполнять координированные задачи в составе их группировки.

На рисунке 3 показаны основные сферы деятельности, где эффективно могут применяться БВС.

Основными проблемами применения беспроводных технологий в БВС остается влияние помех, преимущественно искусственного происхождения, что может привести к потере связи между БВС и наземным центром управления или между несколькими БВС.



Рисунок 26 – Основные сферы деятельности, где могут применяться БВС

Кроме того, использование беспроводных сетей оставляет за собой риск проведения кибератак, включающих в себя взлом или перехват данных, передаваемых между БВС и центром управления, или отправку ложных команд на БВС (перехват управления).

Несмотря на все риски, беспроводные технологии остаются важным компонентом, обеспечивающим функционирование БВС в различных условиях и позволяющим повысить эффективность работы и надежность, делая их неотъемлемой частью БВС в разных сферах деятельности.

Литература

1 Пролетарский А.В., Ромашкина Е.А., Смирнова Е.В. Технология беспроводных сетей Wi-Fi. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017. - 446 с.

2 Анцева Г.В. Малые беспилотные летательные аппараты. Теория и практика – М.: ОАО «НПП «Радар ММС», 2008. – 312 с.

3. Бородин В.В., Петраков А.М., Шевцов В.А. Анализ эффективности передачи данных в сети связи группировки беспилотных летательных аппаратов // Труды МАИ. 2015. № 81. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=57894>

4. Гуревич О.С., Кессельман О.Г., Трофимов А.С., Чернышов В.И. Современные беспроводные технологии на авиационном борту // Труды МАИ. 2017. № 94. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=81143>

5. Попов В.А., Федутин Д.В. Тенденции развития систем передачи данных при использовании БЛА // Зарубежное военное обозрение. 2006. № 4. С. 47-52.

*Д.Д. Романов, студ.; рук. С.В. Дроздецкий, к. т. н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

БЕЗДАТЧИКОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Быстрое развитие современных микроконтроллеров, обрабатывающих входящие аналоговые и цифровые сигналы позволяет сделать множество способов и методов бездатчикового управления синхронными двигателями с постоянными магнитами.

Бездатчиковая обратная связь создается с помощью анализа поведения электромагнитных переменных, которые могут быть взяты непосредственно на выходных клеммах полупроводникового преобразователя, и питания двигателя.

Бездатчиковые способы определения положения ротора могут быть основаны на оценке противо-ЭДС, на предположении положения ротора, на наблюдателях, на изучении видоизменения машины, на оценке потокосцепления и изменения индуктивности.

Методы, основанные на оценке противо-ЭДС. Это методы, в которых исследуется информация о положении ротора по значению противо-ЭДС в отключенной обмотке. Они применяются только для бесколлекторных двигателей постоянного тока (БДПТ) и являются наиболее распространенными методами бездатчикового управления.

При вращении двигателя в каждой обмотке создается противо-ЭДС в соответствии с законом Ленца и зависит от трех параметров двигателя: числа витков в обмотках статора, угловой скорости ротора и магнитного поля, создаваемого магнитами ротора.

Значение противо-ЭДС может быть рассчитано по формуле:

$$\varepsilon = N \times l \times r \times B \times \omega, \quad (1)$$

где N – число обмоток на фазу; l – длина ротора; r – внутренний радиус ротора; B – магнитная индукция ротора; ω – угловая скорость.

Уравнение (1) содержит только одну переменную величину – угловую скорость ротора. Таким образом, значение противо-ЭДС прямо пропорционально скорости вращения ротора.

Величина наводимого противо-ЭДС двигателя изменяется в зависимости от положения и скорости ротора, поэтому определить противо-ЭДС при нулевой и малых скоростях невозможно. Наводимый в обмотках ЭДС знакопеременный. Методы, основанные на противо-ЭДС, подходят для применений, где не требуется контроль положения и применения обратной связи на малых скоростях. Существует несколько способов использования противо-ЭДС, рассмотрим один из них.

Определение пересечения нуля противо-ЭДС. Для управления БДПТ может быть использовано значение противо-ЭДС незапитанной фазы с целью определить последовательность коммутации инвертора. Система управления БДПТ, основанная на этом методе, приведена на рисунке 1.

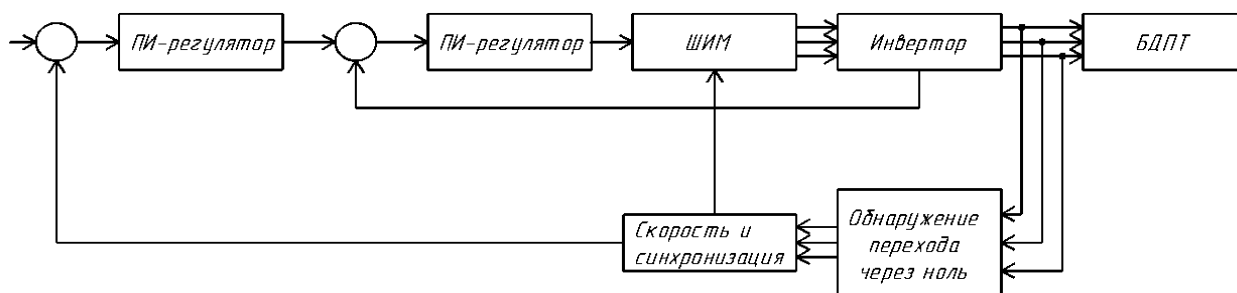


Рисунок 1 — СУ БДПТ, на методе определения пересечения противо-ЭДС нуля

Определить пересечение нуля противо-ЭДС можно путем определения либо напряжения на зажимах двигателя, либо напряжения средней точки – нейтральной точки двигателя. Эта точка выводится на клеммы, но не всегда. Поэтому для определения напряжения с помощью резисторов создается виртуальная точка, как показано на рисунке 2.

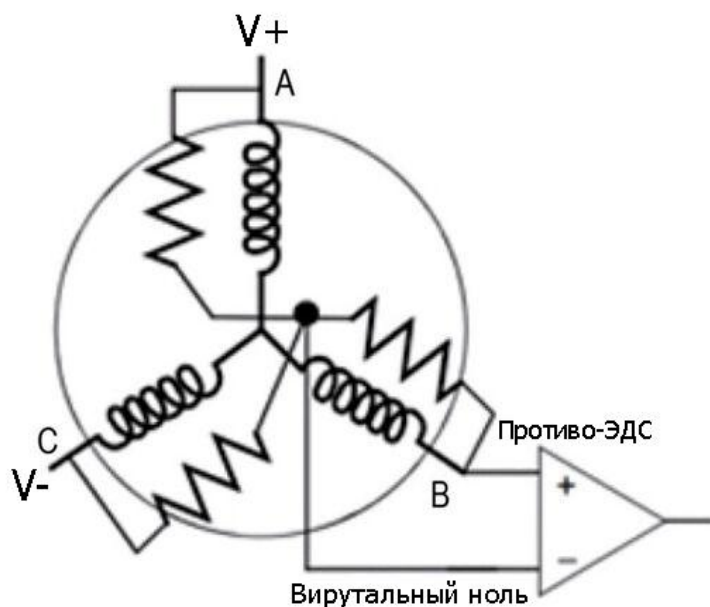


Рисунок 2 — Схема обнаружения противо-ЭДС с виртуальной нейтральной точкой

Схема обнаружения противо-ЭДС является простой и имеет свои недостатки. Из-за ШИМ нейтральная точка непостоянна, и её потенциал «прыгает» вверх и вниз. ШИМ также генерирует шумы высокой частоты с большим диапазоном напряжений. Поэтому эта схема нуждается в делителях напряжения и низкочастотных фильтрах для уменьшения пульсации и сглаживания высокочастотных шумов, рисунок 3.

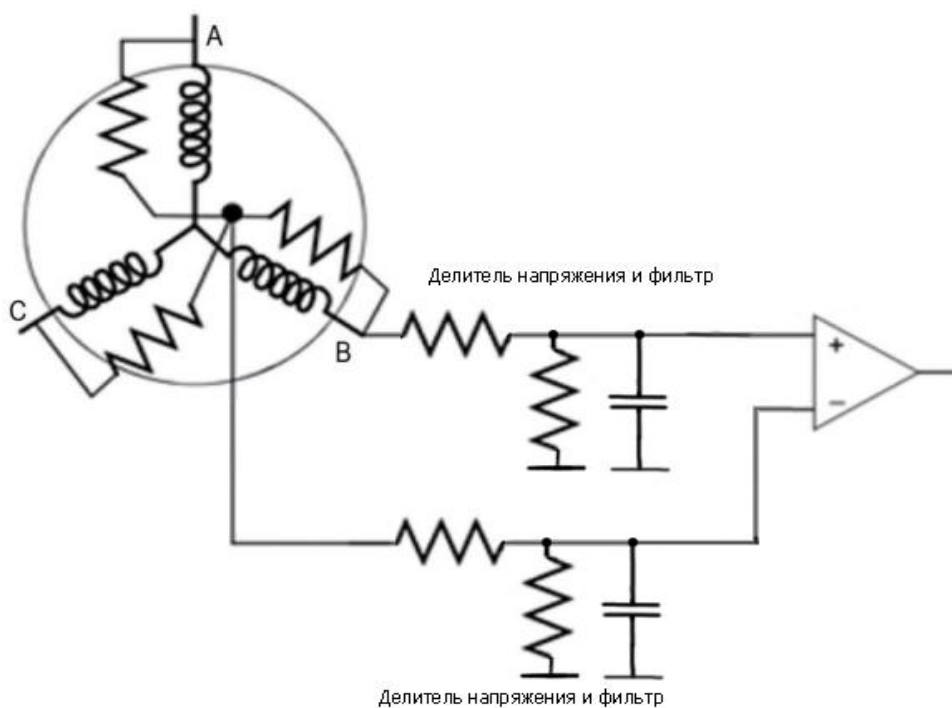


Рисунок 3 — Схема обнаружения противо-ЭДС с виртуальной нейтральной точкой, делителями напряжения и низкочастотными фильтрами

Однако делитель напряжения будет уменьшать чувствительность сигнала на малой скорости, особенно в момент пуска. Низкочастотный фильтр будет порождать постоянную задержку, не зависящую от скорости двигателя. При возрастании скорости вращения ротора процентный вклад задержки по отношению на период будет возрастать. Эта задержка будет нарушать согласование тока с противо-ЭДС и являться причиной серьёзных проблем при коммутации на высокой скорости. Следовательно, этот метод имеет, как правило, узкий диапазон скоростей.

Литература

3. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. — М.: Издательский дом «Додека-XXI» 2005. — 528 с.
4. Вычужанин В. Система управления бесщеточным электродвигателем на основе логики FPGA // Современная электроника. 2012. №5. С.18 – 23.
5. Герасимов В. Г., Кузнецов Э. В., Николаева О. В. Электротехника и электроника. Кн. 2. Электромагнитные устройства и электрические машины. — М.: Энергоатомиздат, 1997. — 288 с.
6. Кенио Т., Нагамори С. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами. М.: Энергоатомиздат, 1989.
7. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. — М.: "Академия", 2006. — 272 с.

*Д.В. Сарвилов, асп.; рук. И.В. Якименко, д.т.н., проф.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПРОБЛЕМАТИКА СОПРОВОЖДЕНИЯ МИКРО БЛА КОПТЕРНОГО ТИПА

В последнее время в различных областях практики все большее применение находят малогабаритные БЛА коптерного типа. С их помощью решаются задачи наблюдения, контролирования территорий, доставка грузов и другие задачи. Масштабы применения БЛА возросли настолько, что создаются определенные проблемы в критически важных отраслях деятельности, таких как безопасность воздушного движения, охрана объектов, соблюдение неприкосновенности частной собственности и др.

Такие страны как Тунис, Египет, Венесуэла, Ватикан, Северная Корея, Нигерия, Саудовская Аравия, Никарагуа, Азербайджан, Бангладеш, Бруней, Бахрейн, для противодействия применения БЛА в их воздушном пространстве, запретили ввоз и использование коптеров на своей территории. В других же странах существуют определенные правила на использования БЛА.

В рамках мероприятий по соблюдению по соблюдению правил использования БЛА, разрабатываются различные технические средства контроля полетов БЛА, в частности радиолокационные [<http://zavant.ru>]. Одной из проблем, решаемых в современных РЛС обнаружения БЛА, является проблема траекторного сопровождения (вторичная обработка).

Во многих известных научных материалах по вторичной обработке, таких как [Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004.], [Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. – М.: Советское радио, 1975.], [Радиолокационные системы : учебник / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин [и др.]; под общ. ред. В. П. Бердышева. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т . – 2011 – 400 с.], отмечается, что основными параметрами для определения траектории полета цели, являются координаты цели в пространстве, которые изменяются соответствуя закону движения цели. Движение цели или траектория зависит от множества условий и факторов: тип цели, скорость, высота, маневровые возможности летательного аппарата и т.п.

Кроме того, на траекторию движения полета цели могут влиять совокупность многих других факторов, под которыми скрываются все причины способные исказить или затруднить обнаружение и воспроизведение трассы цели.

В большинстве случаев, описанных в известных источниках, объекты сопровождения представляют собой аэродинамические или баллистические цели, траектории которых описываются полиномами не выше третьей степени, а чаще всего кусочно-линейной функцией. Погрешности траектории оцениваются в процессе сопровождения, уточняются по мере изменения и фильтруются от серий искажающих траекторию ошибок.

В настоящее время, для определения изменяющихся во времени координат цели на участке прямолинейного движения, применяют полином первой степени. На участка не прямолинейного движения (во время маневра) процесс изменения координат описывают полиномами второй степени.

Однако все представленные примеры могут быть применимы только к целям, летящим прямолинейно, либо к целям, которые меняют свое направление достаточно предсказуемо, как показано на рисунках 1.

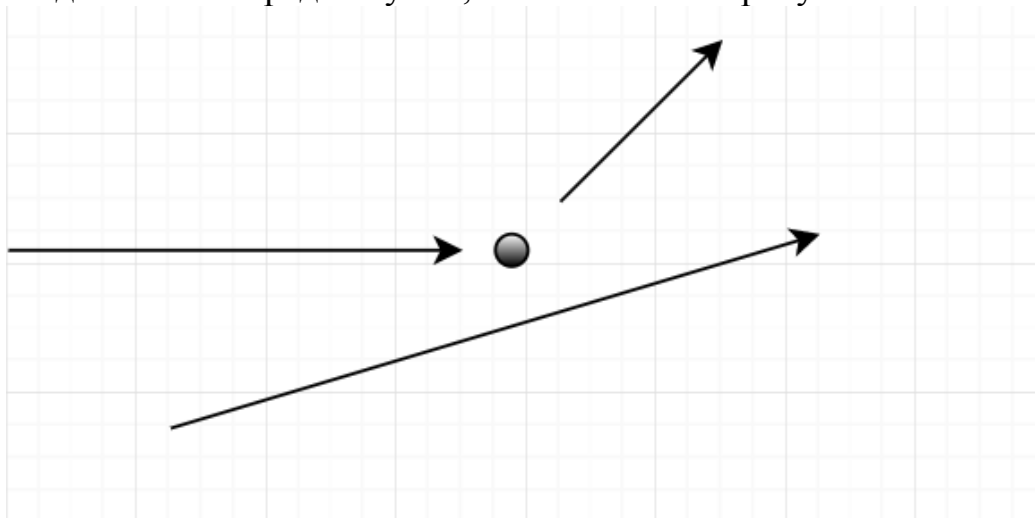


Рисунок 27 – Траектории полета предполагаемых целей.

На рисунке 1 в центре представлена РЛС обнаруживающая предполагаемые цели, а стрелочками обозначены классические трассы полета целей, на РЛС, от РЛС по касательной.

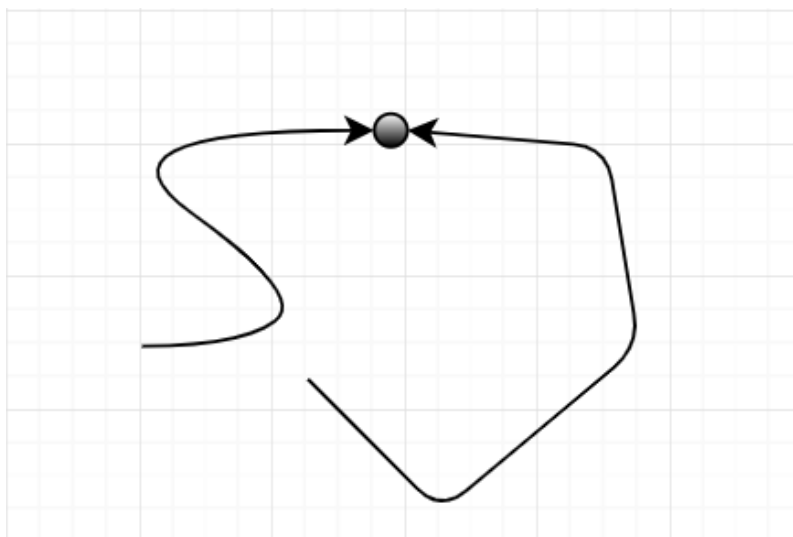


Рисунок 2 – Не траектории полета целей.

На рисунке 2 стрелочками показаны не типичные трассы движения, применяемые малыми квадрокоптерами при приближении к цели. Траектории полета БЛА коптерного типа по характеру траектория значительно отличаются от традиционных летательных аппаратов. БЛА в полете может резко изменить направление и скорость движения, вплоть до полной остановки.

Столь специфические маневры БЛА коптерного типа приводят к тому, что в процессе траекторного сопровождения у цели, появляются не нулевые

производные высоких порядков из-за чего фактическая траектория полета БЛА и ее модель в автомате сопровождения начинают расходиться.

Одним из вероятных путей решения проблем траекторного сопровождения БЛА коптерного типа, способного резко менять в процессе полета параметры движения, может служить механизм ветвления траекторий с использованием аналитического аппарата теории графов.

Такой подход может строить множество скачкообразно меняющихся потенциально возможных траекторий с отбором тех из них, которые подтверждаются результатами измерений.

Литература

1. Коновалов А.А. Основы траекторной обработки радиолокационной информации. Минобрнауки России, Санкт-Петербургский гос. электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В. И. Ульянова (Ленина). - Санкт-Петербург// СпбГЭУТУ «ЛЭТИ». – 2014.
2. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. – М.: Радиотехника. – 2004.
3. Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. – М.: Советское радио, 1975.
4. Бердышев В.П, Гарин Е.Н. Фомин А.Н [и др]. Радиолокационные системы: Учебник. – Красноярск: Сибирский федеральный университет. – 2011.

*Н.А. Сидоренков, студ.; рук. С.И. Зиенко, д.т.н., проф.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ПОЛУПРОВОДНИК НА АЛМАЗЕ»

Алмазы обладают исключительными свойствами, которые могут значительно продвинуть применимость полупроводниковых приборов, чем обусловлена актуальность развития твердотельной электроники на основе алмазов в машиностроительной и других важных отраслях промышленности. Алмазы, используемые в качестве подложки для полупроводниковых приборов и интегральных схем, обладают наилучшими характеристиками (от механической прочности, стойкости к радиации и теплопроводности до наилучших электронных свойств и чувствительности к видимому излучению в широком диапазоне). Данные преимущества алмазов по сравнению с традиционной сырьевой базой, используемой на технологических линиях производства устройств и приборов твердотельной электроники на экономических субъектах промышленной направленности, подтверждают актуальность изучения свойств алмазов, а также средств и методов обработки алмазов для возможности использования в качестве подложки в структуре «полупроводник на алмазе».

Твердотельная электроника является базисом для современной электронной и микропроцессорной промышленности, потому что технологии и материалы данной отрасли являются основой для создания данных электронных приборов. Поскольку от результатов и достижений твердотельной электроники напрямую зависит развитие машиностроительной и многих других отраслей современной промышленности, то актуальным направлением является изучение средств и методов улучшения производства полупроводниковых приборов.

Полупроводниковые приборы и интегральные схемы на основе алмазов являются достаточно востребованными в сфере машино- и приборостроения, поскольку позволяют работать приборам в больших диапазонах физических величин климатического характера и эксплуатационного характера (в результате чего существенно расширяется спектр возможных применений, например, в технологических схемах производства той или иной продукции с циклом обработки в достаточно агрессивных средах, в космической промышленности, в сфере добычи полезных ископаемых при больших перегрузках по давлению и т.п.). Кроме того, использование алмазов позволило бы увеличить производительность и плотность логических вентилях и составных узлов интегральных микросхем, что естественно является существенным фактором в сфере развития машиностроения, главной задачей которого в последние годы является расширение спектра функциональных возможностей той или иной машинной техники (рисунок 1).

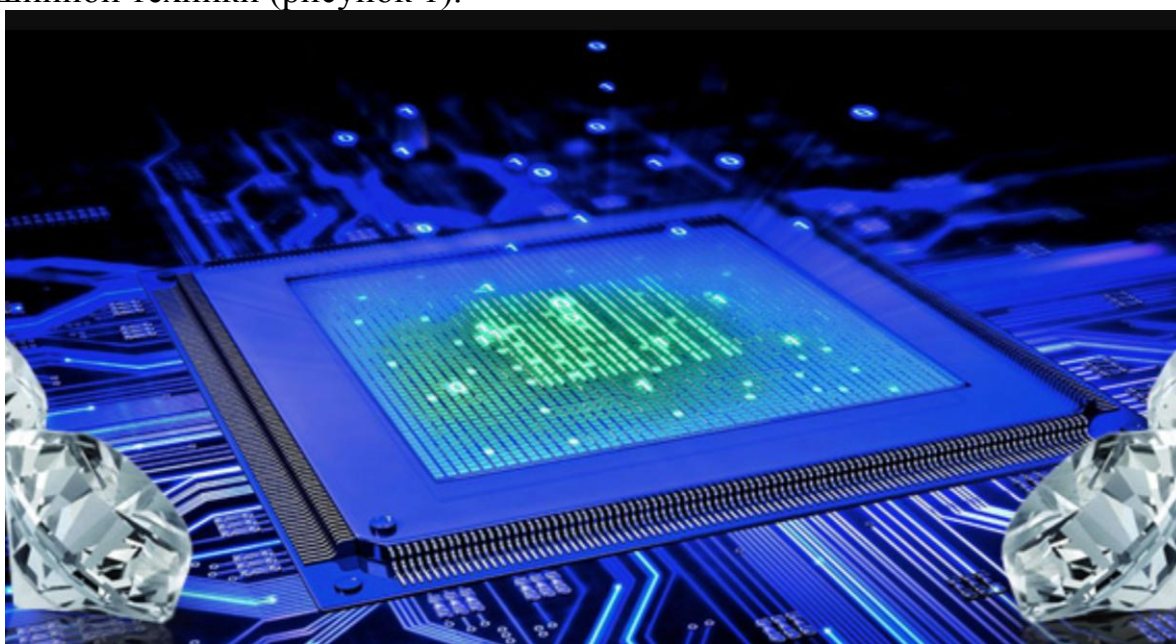


Рисунок 1 — Развитие квантовых компьютеров на основе алмазов

Одна из существенных сложностей, с которой столкнулась промышленность при попытке использования алмазов в качестве основы для интегральных схем, являлось наращивание кристалла на алмазе. Данная технологическая операция необходима для пространственной ориентации и упорядоченности узлов кристаллической решетки, в результате которой готовый продукт будет обладать требуемыми свойствами. Под требуемыми свойствами в первую очередь понимается адгезия материалов, то есть фактически способность одного материала быть наращенным на основании другого. Повсеместно случается такая ситуация, когда наращивание на материале с плохими адгезивными свойствами (то есть может быть нарушена упорядоченность узлов кристаллической решетки на границах раздела фаз) может привести к разрушению общей структуры в процессе работы (то есть наращенные материалы отслаиваются от подложки, например, гибридной

интегральной схемы).

На данный момент одной из наиболее удачных технических решений по получению структуры «полупроводник на алмазе» является метод эпитаксиального наращивания алмазной пленки на подложке типа «кремний на изоляторе» (последовательность операций представлена на рисунке 2).

По завершению наращивания алмазной пленки до требуемой толщины происходит технологический процесс по удалению нижней части кремниевой подложки, после чего удаляется дополнительный подслой SiO_2 . В результате остается система типа «полупроводник на алмазе».

Другим не менее перспективным методом является технология « GaN -алмаз». В отличие от ранее рассмотренного метода данный основан на применении физико-химической обработки, в результате которой происходит соединение на атомном уровне поликристаллической алмазной подложки и монокристаллического слоя нитрида галлия.

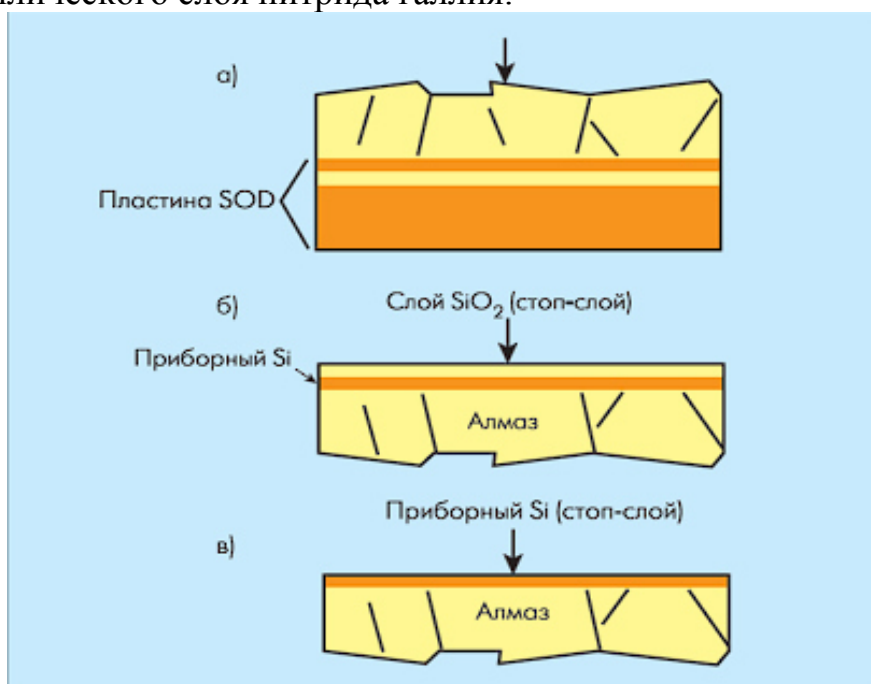


Рисунок 2 — Метод реализации структуры «полупроводник на алмазе»

В области проектирования и производства интегральных схем с использованием технологии «полупроводник на алмазе» рассмотренные методы являются передовыми. Существенная часть исследований в области использования твердотельной электроники на алмазе по разного рода причинам сосредоточена на технологиях производства CVD-алмазов (которые фактически заключаются в осаждении алмазных пленок из газовых фаз). На данный момент данная технология в большей степени применима в области разработки СВЧ-транзисторов (способных работать на частотах до $80 ГГц$ с выходной мощностью до $20 Вт/мм$), широко применимых в радиолокаторах. Однако нет никаких ограничений к применению данной технологии для производства интегральных схем на алмазе.

Таким образом, алмазы обладают исключительными свойствами, которые

могут быть значительно продвинуть применимость полупроводниковых приборов. В данном исследовании было обозначено современное состояние развития технологий система «полупроводник на алмазе».

Литература

1. Ощепков, А.Ю. Физика полупроводников: Учебник. 4-е изд., стер. / А.Ю. Ощепков. - СПб.: Лань П, 2020. - 400 с.
2. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы; Лань - Москва, 2019. - 480 с.

*Н.А. Сидоренков, студ.; рук. С.И. Зиенко, д.т.н., проф.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ АЛМАЗОВ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Область автомобилестроения является одной из наиболее важных отраслей современной промышленности. По сути автомобилестроение является двигателем многих важных научно-инженерных направлений, потому что аккумулирует в себе целый набор теоретических и практических знаний в разных областях. Это могут быть такие перспективные направления, как использование новейших типов прямо-передающих устройств (например, интерфейс обмена данными между автомобилями посредством использования электромагнитных волн видимого диапазона света), нейросетевых алгоритмов обработки информации (что позволяет достаточно оперативно анализировать окружающую автомобильную обстановку, выполнять функции по предотвращению аварийных ситуаций при возникновении потенциальной возможности) и т.п.

Современное автомобилестроение ставит в наибольший приоритет расширение функциональных возможностей, так, например, автомобили снабжаются все более сложной и производительной электроникой и алгоритмами работы (в частности применение адаптивных информационных сетей и нейросетевых технологий), современными датчиками и системами контроля и мониторинга.

Существование данной области автомобилестроения и её дальнейшее развитие невозможно без применения результатов и технических решений твердотельной электроники [1]. Под твердотельной электроникой принято понимать научно-инженерную область, ориентирующуюся преимущественно на полупроводниковых приборах. Твердотельная электроника является базисом для современной электронной и микропроцессорной промышленности, потому что технологии и материалы данной отрасли являются основой для создания данных электронных приборов. Поскольку от результатов и достижений твердотельной электроники напрямую зависит развитие машиностроительной и многих других отраслей современной промышленности, то актуальным направлением является изучение средств и методов улучшения производства полупроводниковых приборов.

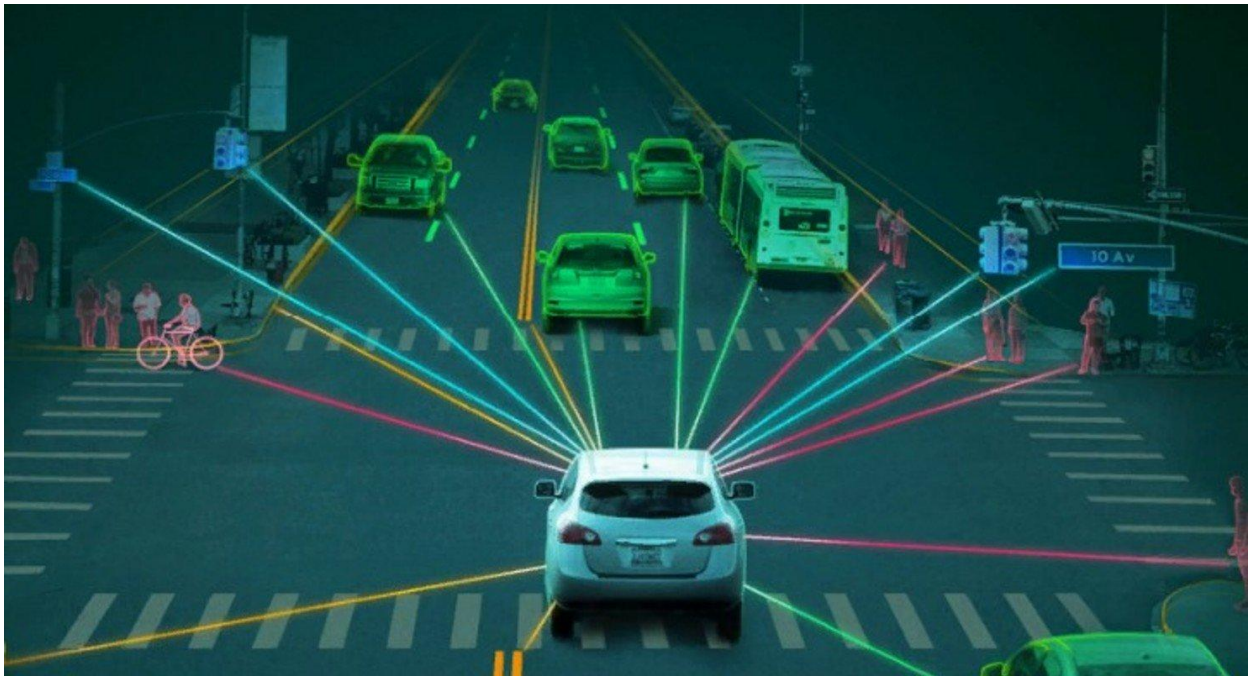


Рисунок 1 — Пример применения нейросетевых алгоритмов анализа автомобильной обстановки

В области твердотельной электроники в современных условиях научно-технического прогресса одной из наиболее востребованной сырьевой базы является алмаз. В чистом виде (то есть природного происхождения) под алмазом понимаются некоторые минералы, но в отрасли твердотельной электроники под алмазами понимаются кристаллические модификации чистого углерода. Объемная ориентация элементов кристаллической решетки (т.е. направление поляризации) позволяет достичь высокой плотности элементной базы, наращиваемой на кристаллах и алмазах (рисунок 2).

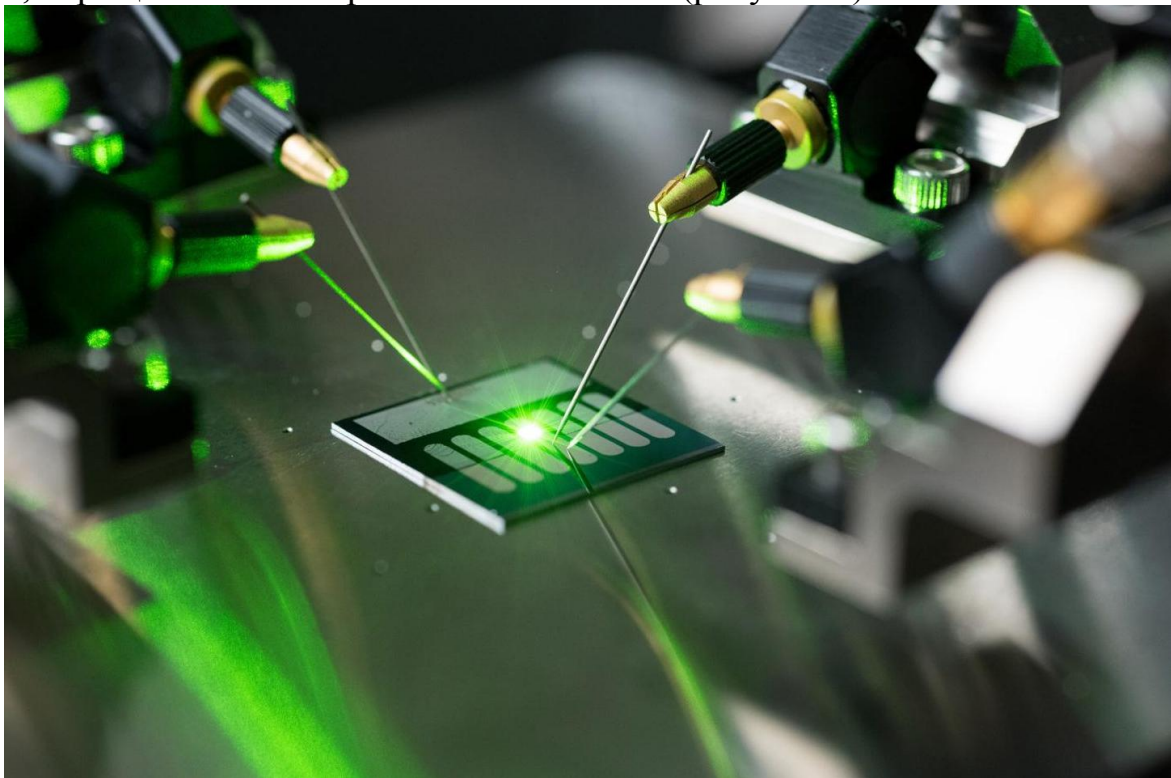


Рисунок 2 — Наращивание компонентной базы на алмазной подложке

В более ранние годы развития твердотельной электроники широкое применение алмазов было нецелесообразным, поэтому подавляющее большинство полупроводниковой техники основано на применении материалов на основе кремниевых и германиевых кристаллов [2]. В связи с последними достижениями в области твердотельной техники изучение вопросов возможности широкого применения алмазов при изготовлении полупроводниковых приборов снова является актуальной задачей в силу того, что алмазы обладают сравнительно существенными преимуществами, которую обуславливают перспективы развития твердотельной электроники на основе алмазов в машиностроительной и других важных отраслях промышленности:

- лучшие механические свойства, заключающиеся в сравнительно высоких показателях предельной механической твердости, прочности и низком коэффициенте сжатия;

- наилучшее значение теплопроводности (вследствие чего обусловлена целесообразность применения алмазов в качестве подложки ключевых элементов преобразователей напряжения);

- сравнительно невысокий коэффициент теплового расширения (в результате чего нагрев эпитаксиального слоя не ведет к механической деградации основных узлов интегральных схем);

- наиболее широкий диапазон пропускания оптического излучения (ограничивается от глубокого ультрафиолетового до далёкого инфракрасного);

- наибольшая ширина запрещенной зоны, что позволяет использовать полупроводниковый прибор на основе алмазов при более высоких температурах, чем, например, на кристаллах кремния;

- полупроводники на основе алмазов обладают наилучшими антикоррозионными свойствами;

- полупроводники на основе алмазов имеют совместимость с биологическими материалами;

- полупроводники на основе алмазов имеют наилучшую стойкость к высокой радиации (чем обусловлены перспективы применения в космической отрасли и при необходимости изготовления роботов, подверженные в ходе работы влиянию высокой радиации).

Таким образом, алмазы обладают исключительными свойствами, которые могут быть значительно продвинуть применимость полупроводниковых приборов. В данном исследовании были отмечены основные перспективы развития твердотельной электроники на основе алмазов в машиностроительной отрасли.

Литература

1. Ощепков, А.Ю. Физика полупроводников: Учебник. 4-е изд., стер. / А.Ю. Ощепков. - СПб.: Лань П, 2020. - 400 с.
2. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы; Лань - Москва, 2019. - 480 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗВУКА В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ДОМАШНЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Под звуком принято понимать некоторое физическое явление, заключающееся в распространении упругих волн в той или иной физической среде. Для звука принятая классификация заключается в разбиении на группы волн с различными частотами, при этом выделяются 3 основных диапазона:

– от $16 \div 20 \text{ Гц}$ до $15 \div 20 \text{ кГц}$ – звуковые колебания, которые способен услышать человек;

– звуковые колебания с частотой менее $16 \div 20 \text{ Гц}$ – диапазон инфразвука;

– звуковые колебания с частотой от $15 \div 20 \text{ кГц}$ до 1 ГГц – ультразвуковой диапазон;

– звуковые колебания с частотой от 1 ГГц – гиперзвуковой диапазон.

Поскольку звук является одним из возможных (и наиболее удобных и эргономичных) интерфейсов взаимодействия человека с различной техникой и системами управления, то актуальным направлением является исследование возможностей использования физических свойств звука в системах автоматизации (в частности домашней). Для использования звука в полезных устройствах и системах управления необходимо использование устройств, способных преобразовать звуковые волны в аналоговое напряжение, которое может восприниматься цифровыми и программируемыми узлами для организации процессов управления. Такими преобразователями являются микрофоны, принцип действия которых показан на рисунке 1.

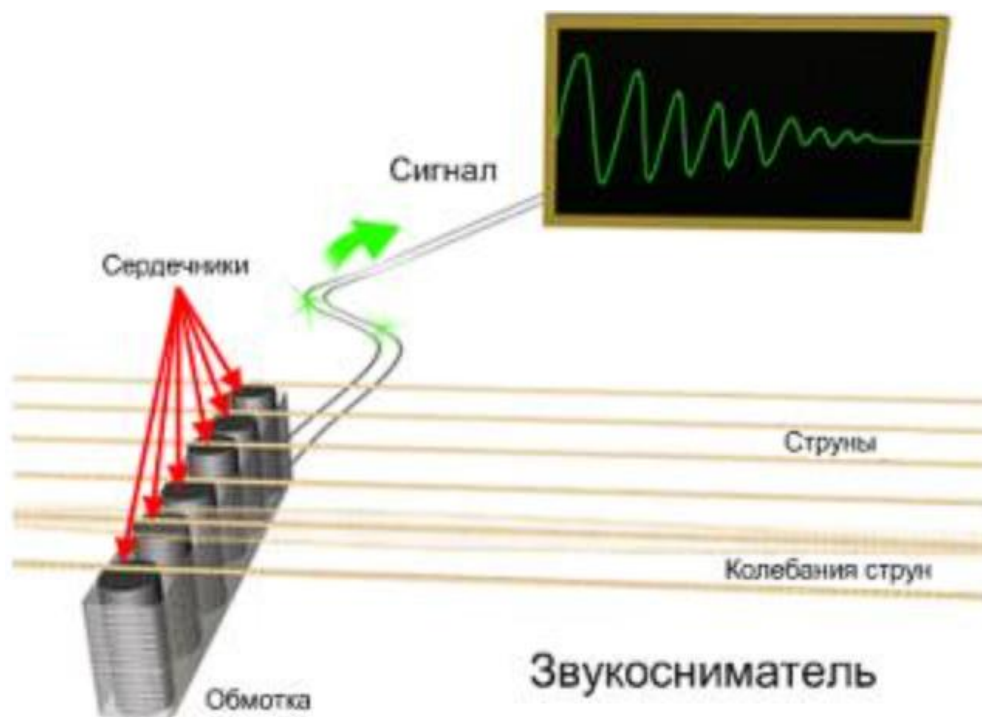


Рисунок 1 — Принцип действия микрофона

Принцип преобразования заключается в том, звуковая волна при распространении оказывает давление на проводник, в результате чего формируется электрический ток. У электрических зарядов возникают векторные колебания за счет вибрации, придающей заряженным частицам подвижность в соответствии с характеристиками звуковой волны. В результате данных преобразований формируется аналоговый сигнал с основными характеристиками (амплитуда, частота), необходимыми для анализа в цифровой системе управления.

Использование звука в системах управления стало возможно еще в 80-х годах прошлого века. Именно в это время были спроектированы первые технические решения, которые позволяли устройству реагировать на определенные звуки (например, хлопки в ладоши). Зачастую в данных системах не требовалось использование производительных микропроцессорных модулей, для селекции звука хлопка (с известной частотой в некотором узком диапазоне) использовались частотные фильтры с резонансными контурами. Резонансный контур в системе обеспечивал возникновение импульса при совершении хлопка, в результате чего цифровая часть того или иного устройства могла выполнить требуемую функцию при регистрации данного события.

Достижения в области производства микропроцессорной техники и программируемых логических интегральных схем позволили значительно расширить возможности реагирования цифровой системы на различные звуки. Так для оцифрованных звуковых сигналов на некотором временном промежутке можно произвести быстрое преобразование Хартли, в результате чего система может иметь представление о частотном спектре звукового сигнала в режиме реального времени. Частотный спектр сигнала для цифровой системы управления фактически отражает то, какие звуки были произнесены, что значительно расширяет возможности системы реагирования на звуки при использовании одной программируемой микросхемы, которая существенным образом заменяет целое множество аналоговых частотных фильтров и резонансных контуров. Визуально связь временного представления сигнала с частотным можно представить в следующем виде (рисунок 2).

В современных системах управления возможно применение более высокопроизводительных микросхем, например, цифровых сигнальных процессоров [1], которые позволяют реализовать более сложный функционал (например, анализ речи) в режиме реального времени, чем микроконтроллеры. Основное преимущество в данном случае может заключаться не только в повышенной производительности выполнения операций, но и в наличии специальных аппаратных арифметико-логических устройств и ускорителей, которые позволяют в короткие сроки реализовать довольно емкую математическую задачу. Одним из таких аппаратных узлов является сопроцессор быстрого преобразования Фурье, который имеется во многих семействах промышленно выпускаемых современных цифровых сигнальных процессоров.

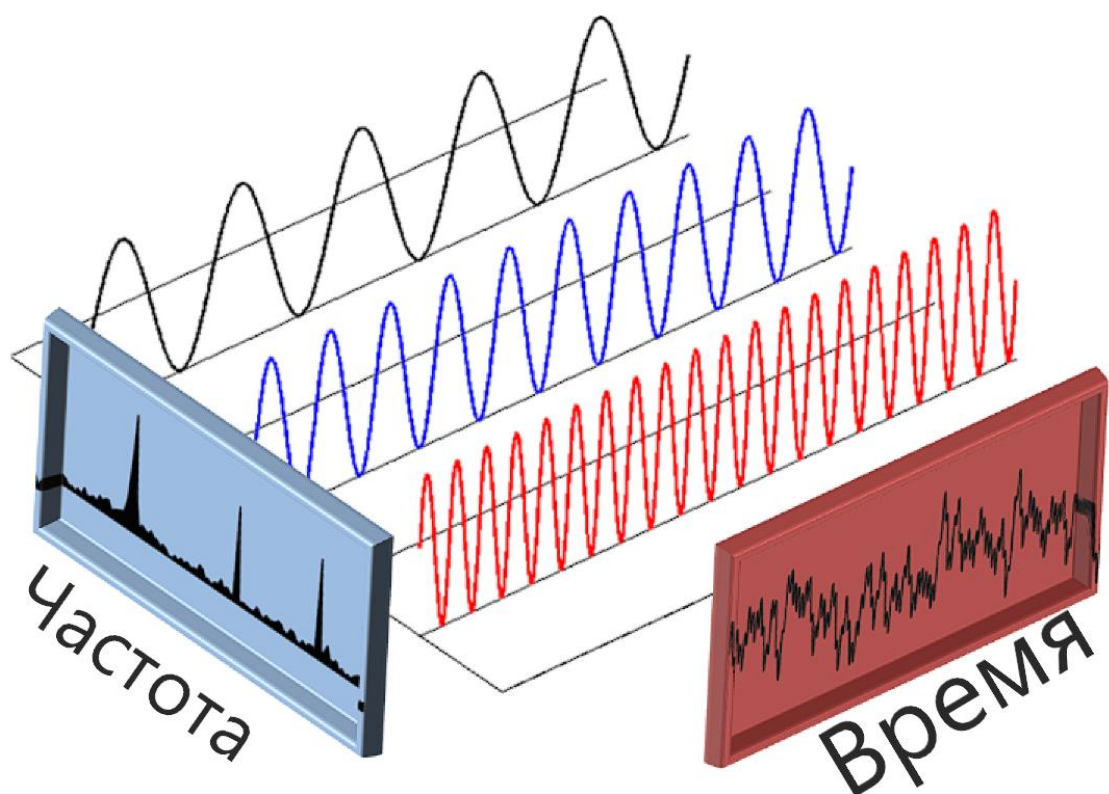


Рисунок 2 — Связь временного и частотного представления сигналов

При этом производительность цифровых сигнальных процессоров и возможность ускоренной работы с большими объемами данных позволяет интегрировать в процессоры перспективное программное обеспечение, реализующее самообучающиеся системы цифровой обработки сигналов (в том числе, речи и фраз).

Учитывая современные возможности цифровой обработки звука и речи, можно отметить следующие перспективы применения звука в современных системах домашней автоматизации:

- голосовое управление исполняющими механизмами в системе домашней автоматизации (отпирание ворот, открытие окон и т.п.);
- управление вторичными источниками питания [2] и подключением нагрузок посредством совместного использования системы домашней автоматизации с возможностью управления SMART-удлинителями и системы цифровой обработки речи;
- речевое управление параметрами микроклимата помещений;
- управление системой водоподготовки и т.п.

Таким образом, были обозначены основные перспективы применения звука, также программных методов и аппаратных средств анализа речи в системах домашней автоматизации.

Литература

1. Мартин Т. Микропроцессоры и цифровые сигнальные процессоры при использовании алгоритмов цифровой обработки сигналов. – М.: изд. Додэка-XXI, 2016. – 315 с.
2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632с., ил.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ ZIGBEE

Сегодня беспроводные сенсорные технологии с каждым годом расширяются – всё большее число организаций и рядовых пользователей используют их для реализации широкого спектра задач. С развитием сетевых и коммуникационных технологий проблема подключения устройства к локальным сетям решается с помощью широко известного WSN (Wireless Sensor Network). Особенно часто это можно наблюдать в области дистанционного управления, промышленной автоматизации, бытовой техники и т.д. WSN обладает хорошими функциями сбора, передачи и обработки данных. Он имеет много преимуществ по сравнению с традиционной проводной сетью, например, удобную организацию сети, малое влияние на окружающую среду, низкую стоимость и т.д., однако обладает рядом недостатков, например, сложность в разработке, большое рассеивание мощности, короткая дальность действия, способность реализации сетей только в небольших масштабах. Чтобы создать устройство, обладающее низким энергопотреблением и высокой скоростью передачи данных, разработчики изобрели новый, соответствующий времени, тип технологии беспроводной сети – ZigBee [2].

ZigBee – это протокол беспроводной связи между устройствами. Он описан в стандарте IEEE 802.15.4 и имеет рабочие диапазоны 868 МГц, 902-928 МГц и 2,4 ГГц. Довольно близок по своей структуре к PAN (Personal Area Network), аналогичной и хорошо известной технологии Bluetooth. ZigBee – это открытый стандарт, который обладает низкими затратами на электроэнергию и недорогой связью. Сегодня данную технологию активно внедряют в свои устройства иностранные компании, такие как Philips, Siemens, Motorola, Samsung, Amazon, Bosch, Xiaomi и отечественные – Яндекс, Сбербанк и VK. В 2002 году был создан ZigBee Alliance, который объединяет некоторые из этих компаний. К основным преимуществам ZigBee относятся надежность, неприхотливость в использовании и низкое энергопотребление. Учитывая данные характеристики, дальность передачи данных ограничена, примерно 10-100 метров, в зависимости от окружающей среды [1]. При создании новой сети, пользователи не переживают по поводу сохранности данных – технология ZigBee защищена 128-битным симметричным ключом шифрования, благодаря которому шансы на взлом системы стремятся к нулю.

Каждое устройство ZigBee может отправлять и получать данные от других устройств ZigBee, поскольку они используют один и тот же стандарт связи. ZigBee 3.0 – это самая свежая версия технологии, которая также обратно совместима со старыми версиями устройств. Протокол беспроводной связи имеет ячеистый тип соединения и зигзагообразную траекторию передачи сигнала. Он в свою очередь, может транслироваться как от устройства к контроллеру, так и от устройства к устройству, а затем контроллеру, что гарантирует безошибочное быстрое срабатывание (Рисунок 1).

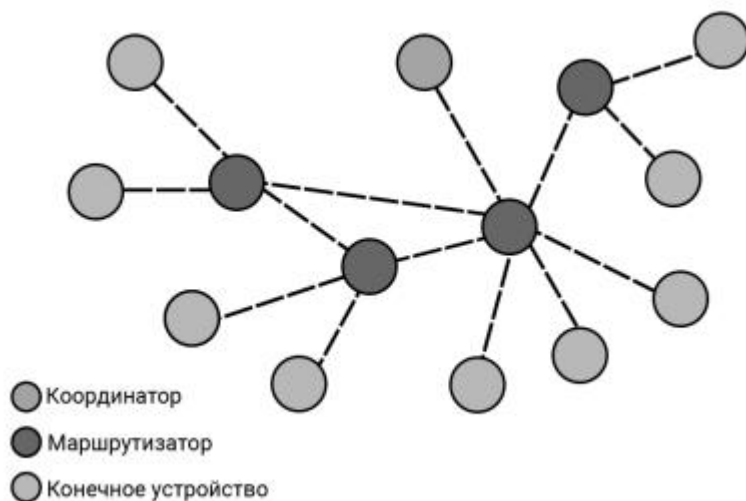


Рисунок 28 – Схема маршрутизации в одной из возможных сетей ZigBee

Данная система позволяет покрывать большие площади, равномерно сохраняя надежное соединение с каждым из десятков устройств, в отличие от уже известного протокола Wi-Fi, который строится по схеме «Звезда» (Рисунок 2). В ней контроллер располагается в центре, а на лучах «звезды» находятся устройства, которые связываются с контроллером напрямую. При возникновении помех передача данных может быть невозможна.

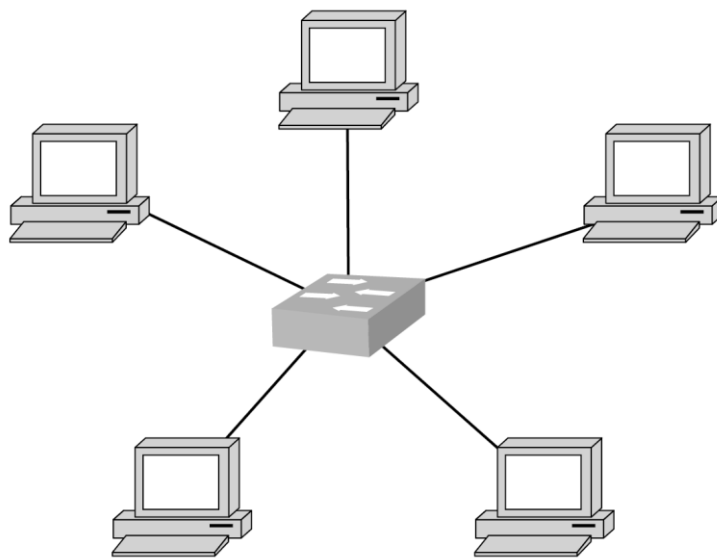


Рисунок 29 – Схема маршрутизации «Звезда»

На сегодняшний день существует множество примеров реализации беспроводных сетей на основе ZigBee, таких как: умный дом, промышленный анализ работы станков и технического оборудования, расположенных на больших площадях цехов и рабочих помещений, оценка пылевой опасности и уровнях тряски в угольных шахтах, дистанционное управление антеннами и автоматизированная идентификация мест на крытых автомобильных парковках. Последнее будем рассматривать более подробно.

Разрабатываемое устройство для идентификации свободных мест на крытых автомобильных парковках включает в себя: DC/DC преобразователь

MP1591DN, микроконтроллер со встроенным радиоканалом CC2530, 10 светодиодов, отвечающих за отображение свободного (зеленого)/занятого (красного) места и ультразвуковой датчик измерения расстояния. Благодаря CC2530, информация, получаемая с ультразвукового датчика о наличии или отсутствии автомобиля, обрабатывается внутри микросхемы, и передается на координатор, для дальнейшего отображения количества свободных мест на информационных табло и указателях в парковочной линии. Разрабатываемое устройство имеет индикацию синего цвета – данные места предназначены для водителей с ограниченными возможностями (Рисунок 3).

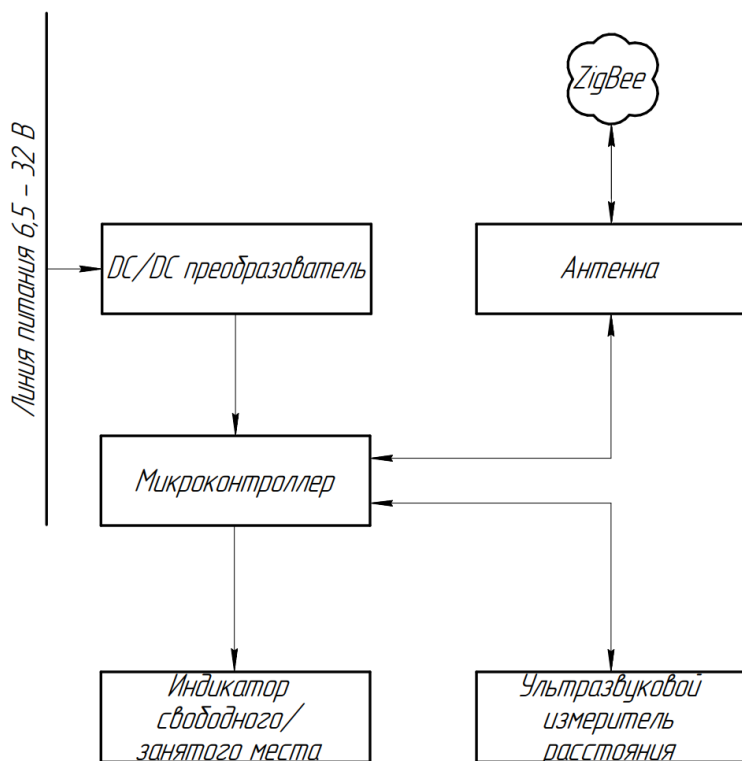


Рисунок 30 – Структурная схема устройства

Таким образом, при посещении крытых автомобильных парковок, на въезде мы всегда можем узнать общее количество свободных мест, в проезде видим информационные табло, более подробно указывающие на количество свободных мест в ряду, а также огни зеленого или красного цвета, которые меняются в зависимости от присутствия или отсутствия автомобиля. Ультразвуковой датчик, расположенный внутри устройства, висящего над автомобилем, считывает расстояние до асфальта, и, если оно уменьшается, микроконтроллер меняет цвет светодиодов с зеленого на красный, после чего данные поступают на информационные табло об уменьшении количества парковочных мест (Рисунок 4).

На сегодняшний день при рассмотрении установки парковочной системы наблюдается активное использование протокола RS-485. Для обеспечения работы данного интерфейса необходимо дополнительно прокладывать линии связи, поскольку средой передачи данных является витая пара, в результате чего это принесет компании застройщика большие затраты денег и времени на

установку устройств, а также на увеличенное потребление электроэнергии. В данном случае интерфейс ZigBee имеет огромное преимущество: сеть способна сама выстраивает схему работы устройств, при этом информация очень точно передается на больших расстояниях в масштабах автомобильной парковки. Устройства считывания наличия автомобиля легко программируются и обладает малым энергопотреблением, что имеет большое преимущество перед сетями, основанными на RS-485, а также просты в установке [3].

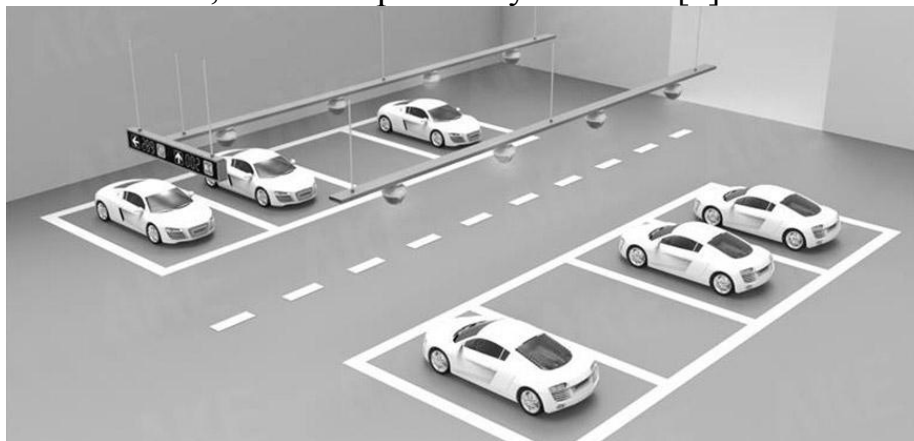


Рисунок 31 – Автоматизированная система идентификации свободных парковочных мест на крытых автомобильных парковках

Протокол ZigBee является достаточно гибким и обладает большим набором возможностей для организации локальных беспроводных сетей. Простота настройки, безопасность, надежность, низкая энергопотребляемость и стоимость комплектующих делают его одним из самых популярных протоколов для создания устройств автоматизации помещений.

Литература

1 Балонин, Н. А. Беспроводные персональные сети на основе ZigBee: учебное пособие. / Н. А. Балонин, М. Б. Сергеев. - СПб: ГУАП, 2012. – 58 с.

2 ZigBee Technology Architecture and Its Applications. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elprocus.com/what-is-zigbee-technology-architecture-and-its-applications/>

3 Zigbee and its Significance in IoT Applications. [Электронный ресурс]. URL: <https://iot4beginners.com/zigbee-and-its-significance-in-iot-applications/>

*И.И. Тиханков, студ., А.С. Левин, студ., И.Н. Коваленко, студ; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

БЮДЖЕТНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ОЧИСТИТЕЛЬ ОБУВИ

Обувь нуждается в ежедневном уходе, одним из видов которого является механическое удаление пыли и грязи с ее поверхности. Вместе с тем есть ряд категорий людей, которым в силу их возраста или состояния здоровья выполнение подобной операции доставляет дискомфорт или попросту недоступно. В этом случае на помощь может прийти постое электротехническое устройство – очиститель обуви. Сама идея далеко не нова, еще в прошлом веке на проходных предприятий силами рационализаторов устанавливались подобные устройства.

Существуют современные изделия, работой которых управляют микропроцессоры, но, к сожалению, не каждый человек из упомянутых категорий сможет позволить себе его приобрести.

Выходом из указанной ситуации может стать самостоятельная сборка бюджетного автоматического очистителя обуви из доступных электромеханических агрегатов и электронных компонентов, как например, в проекте «Автоматическая коробка для чистки обуви», представленном на проводившемся на кафедре «Электроники и микропроцессорной техники» (филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске) роботоконкурсе.

«Автоматическая коробка для чистки обуви» представляет собой бюджетный автоматический очиститель обуви, внешний вид которого показан на рисунке 1.

Функциональная схема «Автоматическая коробка для чистки обуви» показана на рисунке 2.

Конструктивно «Автоматическая коробка для чистки обуви» представляет собой деревянную конструкцию с размещенными в ней:

- источником питания,
- электрическими двигателями постоянного тока, на валах которых закреплены исполнительные устройства – фетровые валики,
- устройством управления с пассивной защитой от поражения электрическим током,
- осветителем рабочей области и индикацией.

Для изготовления деревянной конструкции использованы толстые доски (толщиной 50 мм), так как она должна быть достаточной прочной, чтобы выдержать вес любого человека.

В качестве основы источника питания использован стандартный понижающий трансформатор, преобразовывающий напряжение $\sim 230 В$ в $\sim 12 В$, обеспечивающий получение силы тока во вторичной обмотке $\geq 7 А$.

Электрические двигатели постоянного тока, рассчитанные на номинальное напряжения 12 В закреплены в просверленных в элементах деревянной конструкции отверстиях.

Устройство управления представляет собой педаль с закрепленным на ней магнитом, с помощью которого осуществляется замыкание контактов геркона и за счет этого происходит подача питания на потребители. Использование геркона обеспечивает реализацию пассивной защиты от поражения электрическим током, так как такой способ управления коммутацией токоведущих проводников характеризуется высокой степенью надежности, обусловленной высоким значением удельного сопротивления материала, из которого изготовлен корпус геркона.

В качестве осветителя рабочей области используется светодиодная сборка, рассчитанная на питание от источника на 12 В, и одновременно выполняющая функцию декора.

В качестве индикатора рабочего режима используется светодиодная лента, закреплённая по контуру рабочей зоны «Автоматической коробки для чистки обуви».



Рисунок 32 – «Автоматическая коробка для чистки обуви»

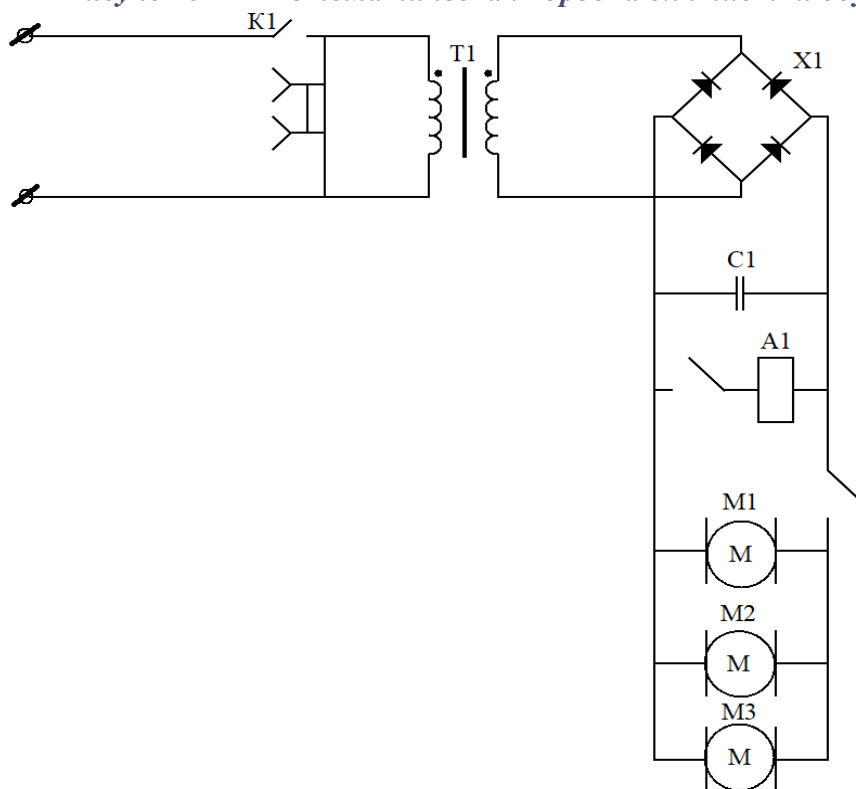


Рисунок 33 – Функциональная схема «Автоматическая коробка для чистки обуви»

Упрощенный алгоритм функционирования электрической части «Автоматической коробки для чистки обуви»:

- подача напряжения $\sim 230 В$ на трансформатор путем замыкание ключа K ;
- понижение напряжения $\sim 230 В$ трансформатором до величины $\sim 12 В$,
- выпрямление напряжения $\sim 12 В$ при помощи диодного моста $KBPC2510W$,
- сглаживание выпрямленного напряжения с помощью конденсатора $ECAP (K50-35)$ на $1000\mu k\Phi$,
- замыкание контактов геркона при помощи магнита и подача напряжения на электрические двигатели постоянного тока.

Последовательность действий человека при чистке обуви с помощью «Автоматической коробки для чистки обуви»:

- подключить устройство к сети $230 В$,
- включить тумблер на коробке трансформатора,
- поставить ногу в зону чистки с одновременным нажатием на педаль,
- визуально контролировать процесс чистки обуви, перемещая ногу в нужных направлениях.

Себестоимость «Автоматической коробки для чистки обуви» оценивается в $5200 р$, тогда как когда минимальная цена на устройства подобного функционала составляет величину $\geq 8000 р$.

Направлением дальнейшего развития является «Автоматической коробки для чистки обуви» является расширение ее функционала, например:

- вентиляции для вывода наружу частиц пыли и грязи,
- реализации регулировки щеток, чтобы каждый человек мог настроить ее под размер своей ноги.

Литература

- 1 Практическая электроника [Электронный ресурс] / URL:<https://www.ruselectronic.com/fototranzistor-shema-princip-raboty-i-harakteristiki/>
- 2 Гельман М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с

*Д.К. Толмачев, студ., В.Р. Гафуров, студ.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ИЗМЕРЕНИЕ КРИВОЙ СИЛЫ СВЕТА ПРОЖЕКТОРА

Изучение света имеет огромное значение в науке и технологии, и измерение его характеристик – одна из ключевых задач. Одной из важных характеристик света является его сила.

Сила света определяется как количество энергии, переносимой световой волной за единицу времени. Измерение силы света является трудной задачей, так как она может быть очень мала и требует точного измерения.

В прошлом для измерения силы света использовались различные методы, такие как калибровка катетометра, визуальная оценка интенсивности света, эксперименты с фотоэлектрическим эффектом и многие другие. Но с развитием технологий появилось более точное и удобное для измерения устройство –

фотометрическая скамья, которая используется для измерения изменения интенсивности света в зависимости от расстояния от источника света. Кривая силы света, полученная с помощью фотометрической скамьи, является важным инструментом для изучения свойств света и его взаимодействия с окружающей средой [1, 2].

Для измерения кривой силы света с помощью фотометрической скамьи необходимо сначала калибровать прибор. Для этого источник света размещается на определенном расстоянии от фотоприемника, и фотоприемник находится в фиксированной позиции. Затем интенсивность света измеряется в этой позиции, и это значение используется для калибровки прибора.

Затем источник света перемещается на определенное расстояние, и фотоприемник перемещается вдоль фотометрической скамьи, измеряя интенсивность света на каждом шаге. Полученные данные используются для построения кривой силы света, которая показывает, как изменяется интенсивность света в зависимости от расстояния от источника света [3].

Целью данной работы является измерение кривой силы света прожектора LDWL-7278 с помощью фотометрической скамьи, оценка его световой эффективности и анализ полученных результатов.

При измерении кривой силы света необходимо учитывать влияние постороннего засвета. Для его определения рекомендуется установить непрозрачный экран между прожектором и фотоэлементом на расстоянии, не превышающем 50 см от прожектора. Размер экрана должен быть не больше размеров светящей поверхности прожектора и не должен пропускать прямого света на рабочую поверхность фотоэлемента.

Для проведения измерений кривой силы света рекомендуется использовать фотометрическую скамью ФС-М, на которой установлены диафрагмы, источник света и фотоприёмник. При этом необходимо следить за тем, чтобы измерения проводились в условиях минимального влияния постороннего света [4].

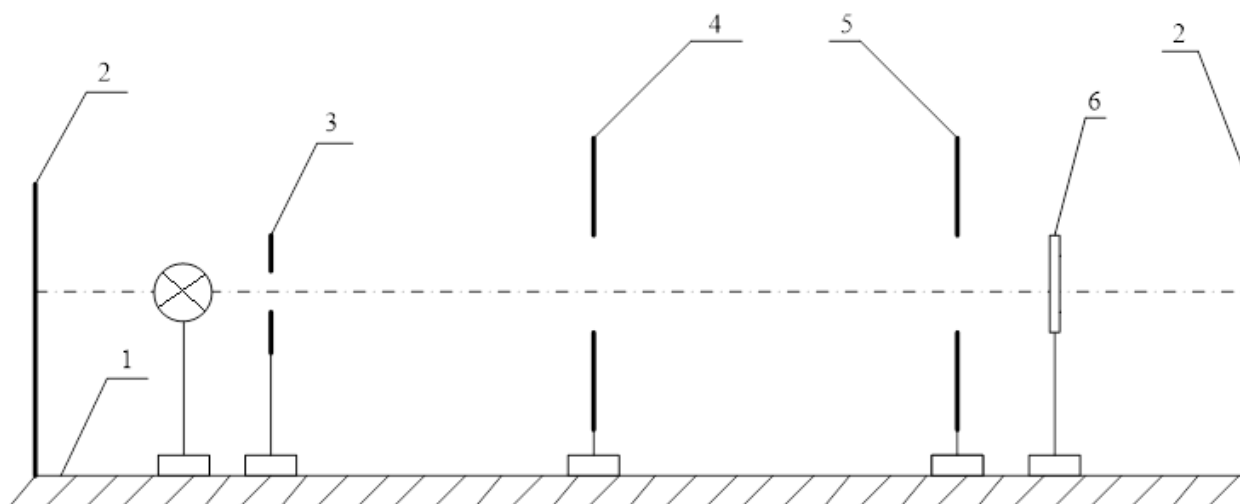


Рисунок 1 – Схема измерительной установки: 1 – фотометрическая скамья; 2 – концевые экраны; 3 – диафрагма перед лампой; 4 – промежуточная диафрагма; 5 – диафрагма перед приёмником излучения; 6 – люксметр

Для проведения измерений кривой силы света с помощью фотометрической скамьи, исследуемый прожектор должен быть установлен на зафиксированной каретке с поворотным механизмом, а фотометрическая головка люксметра – на подвижной каретке в начале скамьи. Измерения проводились в тёмной комнате, чтобы исключить влияние постороннего света на результаты измерений.

Для определения поправки Δ с помощью измерителя расстояний, были сделаны измерения расстояния между прожектором и фотоприёмником при различных углах наклона прожектора. Поправка была рассчитана по формуле 1.

$$\Delta = \Delta l_{и} - (n_2 - n_1), \quad (1)$$

где n_1 и n_2 – положения кареток на скамье ($n_1 = 0$, $n_2 = 568$); $\Delta l_{и} = 473$ мм.

$$\Delta = 473 - (568 - 0) = -95 \text{ (мм)}.$$

Тогда расстояние между прожектором и фотометрической головкой люксметра по формуле 2:

$$l = n_2 - n_1 + \Delta; \quad (2)$$

$$l = 1595 - 0 + (-95) = 1500 \text{ (мм)}.$$

Результаты измерений и расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты измерения прожектора LDWL-7278

Прожектор 16-LED	LDWL-7278	
Напряжение, В	12	24
усредненный световой поток по продольной, лм	1464	1640
Световая отдача при $P=48$ Вт, лм/Вт	30	34
Максимальная освещенность продольная / поперечная, лк	6780 / 7410	7770 / 8100

По результатам расчетов построены кривые силы света для различных напряжений питания в поперечном и продольном направлении.

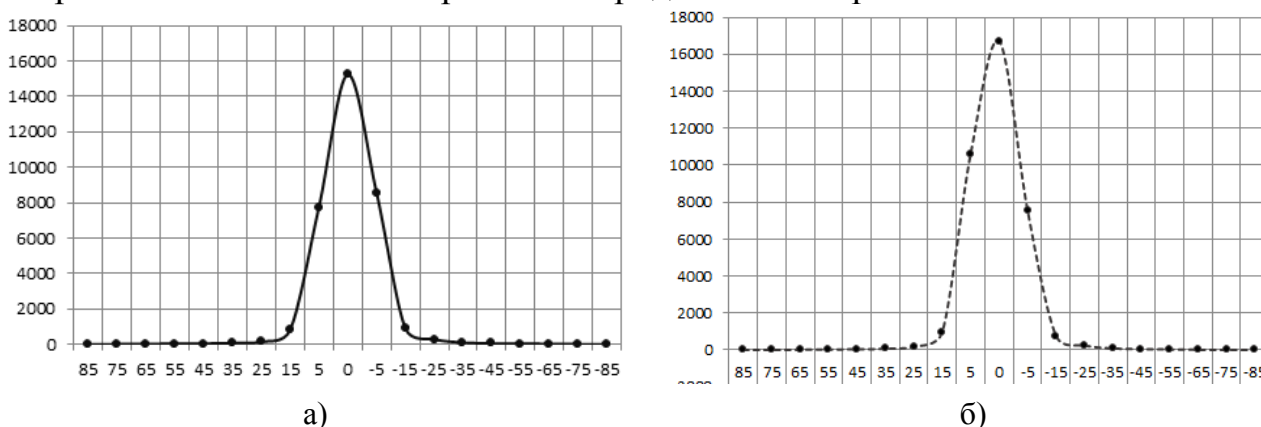


Рисунок 2 – Кривые силы света при 12 В: а – продольная; б - поперечная

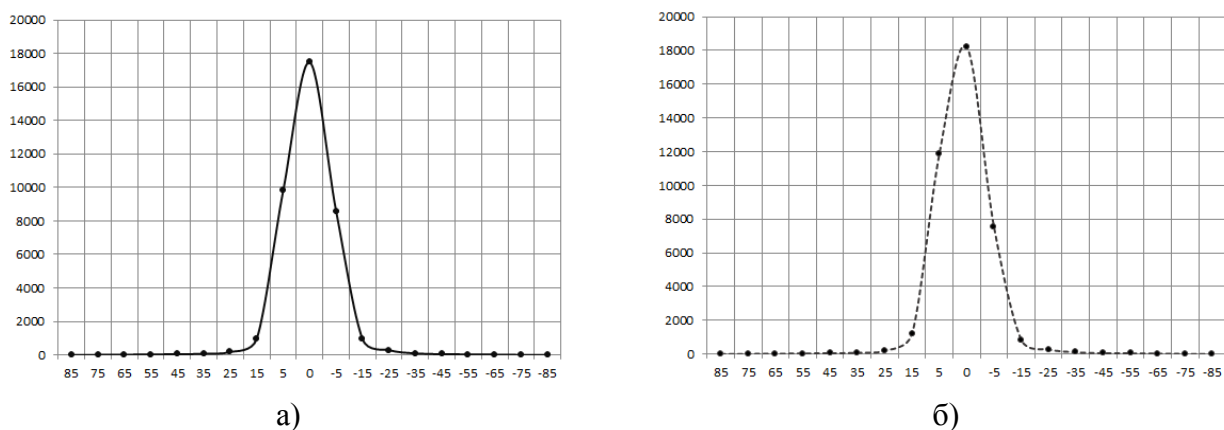


Рисунок 3 – Кривые силы света при 24 В: а – продольная; б - поперечная

В результате измерений было определено, что исследуемый прожектор по кривым силы света согласно ГОСТ 17677-82 относится К (концентрированному типу) и П (прямого света). Световая отдача при различном напряжении питания незначительно отличается, примерно на 13%. Кривые силы света в поперечном и продольном направлении не практически не различаются, что говорит о равномерности освещения в различном направлении. Далее планируется произвести измерения прожекторов такого же типа как и LDWL-7278 (16-LED) других фирм и сравнить их кривые силы света для выявления лучшего на рынке светодиодных светильников.

Литература:

1. Козловская В. Б. Электрическое освещение: справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 255 с.
2. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак. – 972 с.: ил.
3. Айзенберг Ю. Б. Световые приборы: Учебник для электромеханических техникумов. – М.: Энергия, 1980. – 464 с., ил.
4. Вон Кук Сон. О светодиодных модулях «ACRICHE» // Светотехника. – 2007. – №6. – С. 54–56.

*Д.А. Трошко, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТЕЙ СЛАБОТОЧНЫХ КАБЕЛЕЙ

Устройство, состоящее из слаботочных кабелей необходимо проверять на наличие обрыва.

Чтобы проверить исправность проводов в кабеле используют измерительные приборы, например, мультиметры. В гнездах и розетках находится по несколько десятков тонких слаботочных контактов, которые трудно проверить и есть риск ошибиться в проводке, а именно перепутать контакт и к тому же на эту процедуру тратится время в особенности с большим количеством проводов в кабеле.

Для решения проблемы с проверкой всех типов кабелей можно использовать специальное устройство для проверки работоспособностей кабелей [1].

В кабель-тестере для проверки проводов используется:

- печатная плата с розетками и штекерами для тестирования необходимых кабелей,
 - посадочное место для отладочной платы на микроконтроллере *STM32F107VCT6*,
 - светодиоды, информирующие о неисправности проводника кабеля.
- Функциональная схема кабель тестера показана на рисунке 1.

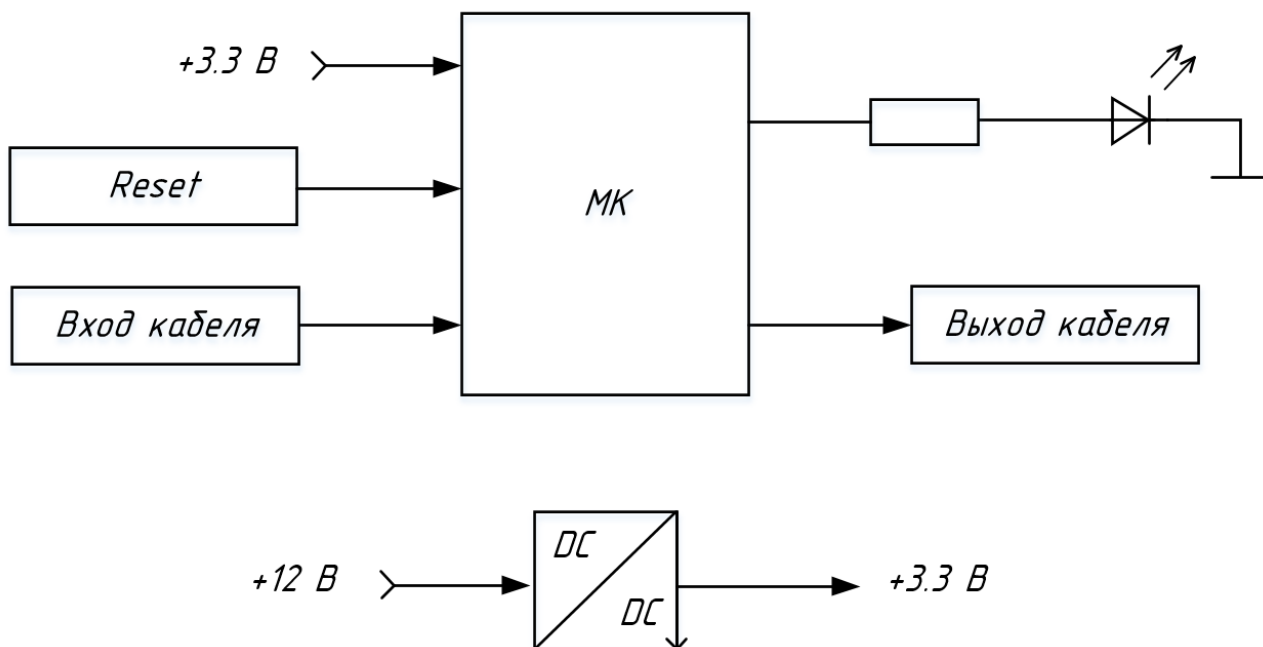


Рисунок 1 – Структурная схема кабель тестера

Устройство работает следующим образом: при подаче питания все светодиоды должны светиться, это означает что устройство исправно и готово к работе. Затем устанавливаем проверяемую кабельную сборку и нажимаем кнопку сброса на плате управления кабельного тестера. Если никакие из светодиодов не светятся, значит, кабельная сборка выполнена верно, если светятся некоторые светодиоды, то следует проверить правильность подключения разъемов и правильность выполнения кабельной сборки. Таким образом можно проверить исправность кабеля за несколько секунд [2].

Печатная платы кабель тестера показана на рисунке 2.

Для проверки кабелей используется плата управления кабель тестера, построенная на микроконтроллере *STM32F107VCT6*, важно выбирать в приоритет микроконтроллер с большим количеством портов, чем больше портов, тем больше можно протестировать кабелей. Плату управления кабель тестера удобнее использовать для перестановки на другой кабель тестер для проверки других кабелей, если портов не хватит для тестирования нужных кабелей.

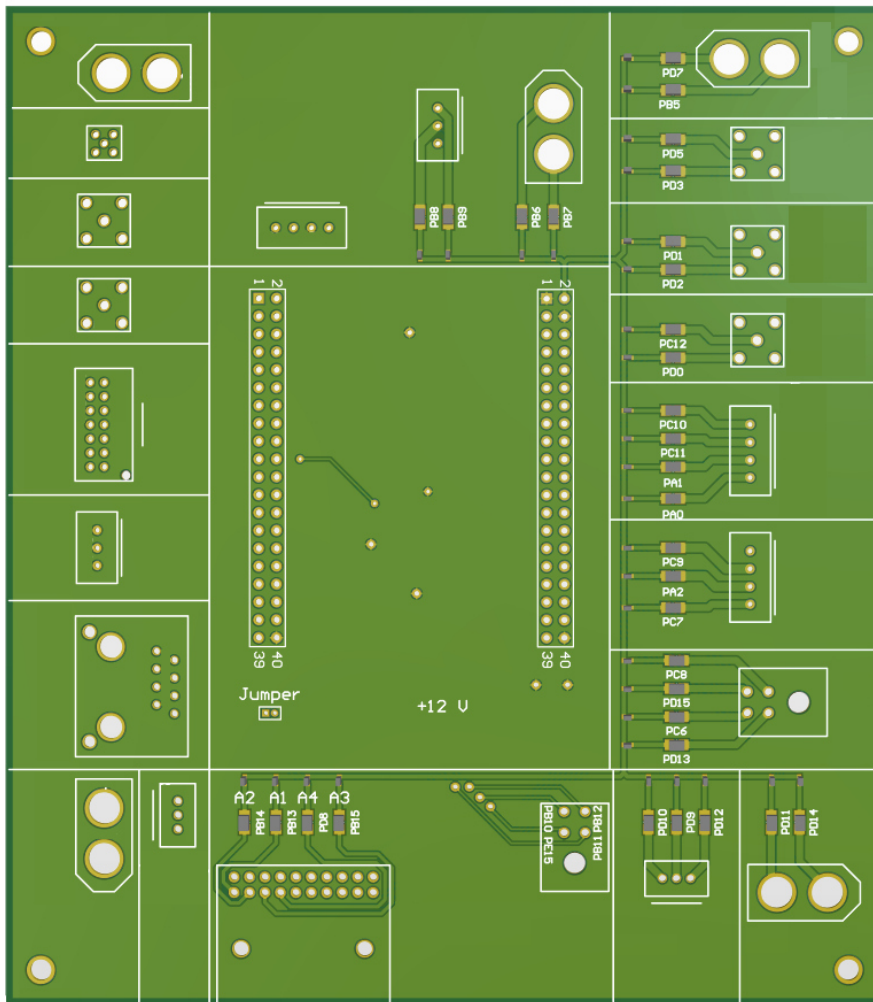


Рисунок 2 – Топология печатной платы кабель тестера

Изометрическая проекция печатной платы кабель-тестера с установленными компонентами показана на рисунке 3.



Рисунок 3 – Изометрическая проекция печатной платы кабель-тестера с установленными компонентами

Основными преимуществами перед другими кабель тестерами являются:
 - экономия времени на поиск неисправности в кабеле вместо проверки проводов в кабеле мульти метром,

- возможность менять отладочную плату с микроконтроллером для отсутствия в необходимости на каждое устройство встраивать отдельный микроконтроллер,

- точность определения неисправности провода благодаря расположению светодиодов,

- с помощью тестера кабелей можно тестировать кабель, содержащий до 33 жил.

Кабель тестер может использоваться для проверки кабелей на исправность проводников, в предприятиях, где много кабелей используются в разных устройствах и их необходимо проверить в кратчайшие сроки для дальнейшей сборки где важна исправность всех кабелей.

Кабель тестер можно модифицировать, а именно разработать новое устройство для других разъёмов и использовать несколько расширителей на чипе *MCP23017* с 16 портами по протоколу связи *I2C/SPI*, однако габариты такого устройства значительно вырастут из-за больших размеров и количества разъёмов на плате.

Литература

1 ASUTPP [Электронный ресурс]: URL: <https://www.asutpp.ru/prozvonka-kabelya.html?ysclid=lesiyxj9zg788156972> (дата обращения 06.03.2023).

2 ИНФОУРОК [Электронный ресурс]: URL:

<https://infourok.ru/kabelniy-tester-na-platfome-arduino-666328.html?ysclid=lewkfjnjb236666679> (дата обращения 06.03.2023).

*И.В. Туматов, студ.; рук. С.А. Образцов, к.т.н., доцент.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ УМНОЖИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Несмотря на существенные отличия в схемных элементах и способах связи между ними, различные типы каскадных генераторов (умножителей напряжения) с последовательным питанием имеют много общего. Характерные их особенности - зависимость распределения напряжения по каскадам от сопротивления нагрузки, нелинейная связь между внутренним сопротивлением генератора и числом его каскадов, а также ограничение максимального числа каскадов, которое может содержать генератор.

Ввиду сложности точного аналитического решения исследуемых вопросов, вызванной главным образом нелинейностью некоторых элементов, непременно входящих в схемы каскадных генераторов, приводимые далее рассуждения не всегда являются абсолютно строгими, однако точность получаемых результатов обычно оказывается достаточной для решения инженерных задач.

В высоковольтной технике применяются различные схемы умножителей напряжения [2]:

- однофазная однополупериодная;
- однофазная двухполупериодная мостовая;
- однофазная двухполупериодная циклическая;
- двухфазная (симметричная);
- трехфазная однополупериодная;

- трехфазная двухполупериодная мостовая;
- трехфазная двухполупериодная циклическая.

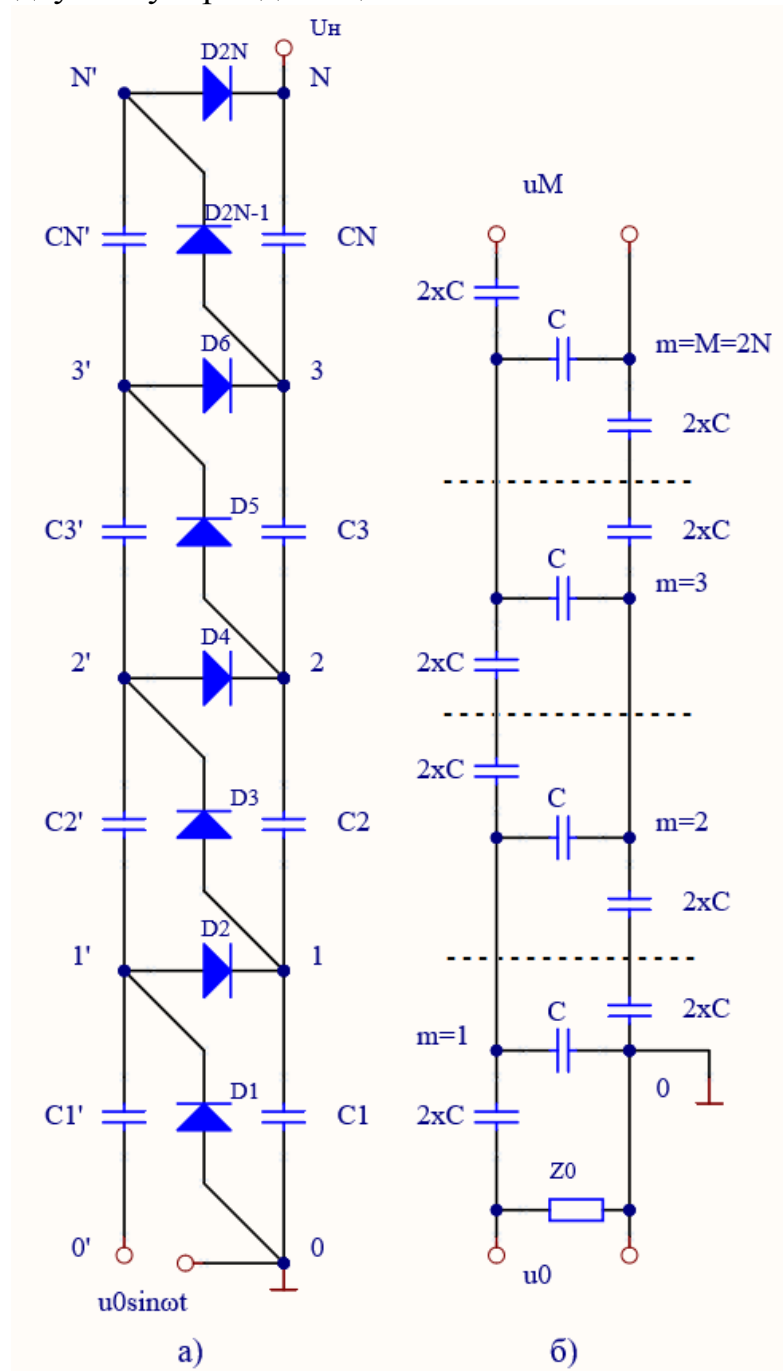


Рисунок 1 — Схема однофазного генератора Кокрофта – Уолтона

Рассмотрим простейший случай — однофазный каскадный генератор Кокрофта — Уолтона [1], представленный на рисунке 1(а), у которого сопротивления вентилях в прямом направлении весьма малы. Предположим, что можно пренебречь падением напряжения на внутреннем сопротивлении источника питания. Очевидно, что вентиль D1 и конденсатор C1 образуют обычный однополупериодный выпрямитель, и при включении источника питания с напряжением $u_0 \sin \omega t$ после первого полупериода напряжение в точке 1' равно u_0 . Если емкости конденсаторов левой колонной генератора C' и

емкости конденсаторов правой колонны C равны друг другу, то в следующий полупериод благодаря протеканию тока через вентиль $D2$ заряды конденсаторов $C'1$ и $C1$ станут равными, а напряжения будут равны $u_0/2$. Еще через полупериод конденсатор $C'1$ вновь зарядится до напряжения u_0 , а конденсатор $C1$ передаст половину своего заряда конденсатору $C'2$. При отсутствии нагрузки и потерь процесс заряда конденсаторов будет продолжаться до тех пор, пока все они не зарядятся до напряжения u_0 . При этом напряжение в точке N относительно земли будет равно $2u_0N$.

Если между Точкой N и землей подключить сопротивление нагрузки R_n , напряжение генератора будет уменьшаться. Разряд на нагрузку конденсаторов правой колонны генератора вызовет протекание тока через вентили схемы. После того как наступит стационарное состояние, эти конденсаторы в течение одного периода питающего напряжения будут получать и отдавать одинаковый заряд

$$Q = \frac{I_H}{f} = \frac{U_H}{R_H f} \quad (1)$$

Любой конденсатор, кроме C_N за время одного периода один раз получает заряд и один раз его отдает.

Обычно передача заряда происходит в течение небольшой части периода, поэтому огибающая кривой напряжения на конденсаторах имеет характерную форму трапеции. Вместе с тем конденсаторы правой колонны постоянно заряжаются через сопротивление нагрузки. Конденсатор $C1$ получает заряд один раз за период, а отдает его в нагрузку равномерно в течение всего периода, поэтому форма напряжения на нем аналогична напряжению обычного однополупериодного выпрямителя с емкостным выходом – рисунок 2.

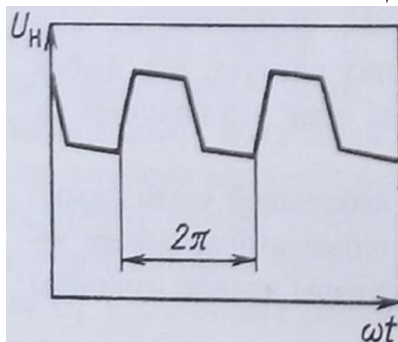


Рисунок 2 – форма напряжения на выходе генератора Кокрофта – Уолтона

Приведенное краткое описание работы каскадного генератора с емкостной связью является весьма схематичным. В действительности характеристики вентиля отличаются от идеальных, а внутреннее сопротивление источника питания также оказывает большое влияние на выходное напряжение генератора. Кроме того, в любом генераторе всегда присутствуют распределенные и паразитные реактивные и активные элементы, собственные емкости вентиля, конструктивные емкости колонн друг относительно друга и емкости относительно земли, сопротивления индуктивных потерь и т.п. Иногда наличие этих элементов оказывает заметное влияние на характеристики генератора.

При отсутствии постоянной составляющей тока распределение напряжений по элементам генератора зависит от соотношения реактивных сопротивлений, образующих его схему. В простейшем случае эта схема состоит из конденсаторов фильтровой и зарядной колонн, а также паразитных емкостей вентиля и распределенных емкостей между конструкциями обеих колонн. Как паразитные, так и распределенные емкости можно заменить одной эквивалентной сосредоточенной емкостью C .

Предположим, что емкости конденсаторов колонн генератора равны $2xC$. Тогда эквивалентная схема генератора примет вид, изображенный на рисунке 1(б). Анализ распределения напряжений по каскадам в этом случае наиболее удобно выполнить, используя классическую теорию четырехполюсников. Как нетрудно видеть, схема является последовательным соединением симметричных Т-образных четырехполюсников, состоящих из линейных реактивных сопротивлений одного знака. Порядковый номер звена связан с номером каскада генератора n соотношением $m=2n$.

Как правило, частота питающего напряжения генераторов с емкостной связью составляет несколько сот или тысяч герц. Поэтому реактивный ток в обмотке трансформатора, питающего генератор, может оказаться настолько значительным, что потребуются введение в схему дополнительных компенсирующих элементов.

На рисунке 3 изображен один из возможных вариантов включения компенсирующих катушек индуктивности в схему генератора с емкостной связью каскадов.

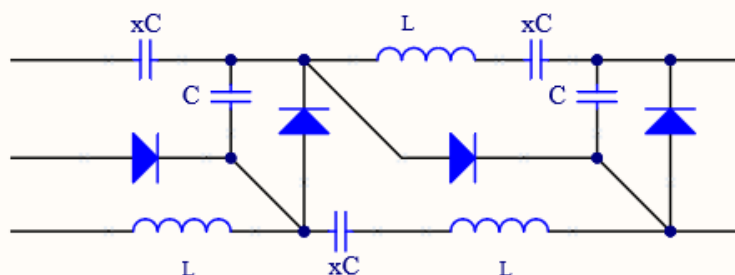


Рисунок 3 – Возможная схема включения компенсирующих катушек индуктивности в генераторе Кокрофта – Уолтона

$$\omega_0 l = \frac{1}{(\omega_0 xC)} \quad (2)$$

Они подключаются последовательно с емкостями колонн генератора. При этом для компенсации должно быть выполнено условие (2).

Обычно колонны конденсаторов являются одновременно и опорными колоннами для всей конструкции генератора. Поэтому включение катушек последовательно с конденсаторами колонн представляется не совсем удобным. Включение их параллельно конденсаторам C в обычном каскадном генераторе требует введения в схему еще одного конденсатора $C' \gg C$, поскольку постоянное напряжение между точками подключения не равно нулю.

Из формулы (2) следует, что для компенсации реактивной составляющей

входного сопротивления и наилучшей формы кривой распределения напряжений по каскадам генератора можно достичь при вполне определенной частоте питающего напряжения ω_0 . Иными словами введение в схему генератора компенсирующих реактивных сопротивлений придает ей свойства полосового фильтра. Из (2) следует также, что применение компенсирующих элементов накладывает определенные ограничения и на возможные колебания частоты питающего напряжения.

Введение компенсирующих элементов в схему каждого каскада генератора значительно усложняет его конструкцию. Поэтому во многих случаях используют компромиссные решения, когда такие элементы включаются только в некоторых каскадах. Наиболее легко осуществимым является подключение компенсирующей катушки индуктивности к выходным клеммам последнего каскада.

Рассмотрим эквивалентную схему генератора Кокрофта - Уолтона, изображенную на рисунке 1(б). Поскольку в ней есть только реактивные составления одного знака, все переменные напряжения, возникающие на их сопротивлениях при подключении источника питания, совпадают по фазе. Можно считать, что сопротивления, включенные между точками $2N$ и 0 , являются частью емкостного делителя напряжения и, следовательно, на них будет присутствовать часть переменного напряжения источника питания. Иными словами, ввиду того, что генератор Кокрофта - Уолтона имеет несимметричный вход, на его выходе всегда будет присутствовать переменное напряжение синусоидальной формы, т.е. выходное постоянное напряжение будет иметь пульсации даже в режиме холостого хода.

Таким образом, была рассмотрена одна из простейших схем умножителей напряжения, обозначены проблемы и ограничения использования каскадных генераторов, озвучены возможные пути их решения.

Литература

1. Альбертинский Б.И. Каскадные генераторы / Б.И. Альбертинский, М.П. Свинын. - Москва : Атомиздат, 1980. - 197 с.: ил. – Библиогр. : с. 15-25.
2. Балабух А.И. Исследование схем высоковольтных выпрямителей с умножителями напряжения вентильно-конденсаторного типа [Текст]: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.300 / А.И. Балабух; Ленинградский ордена Ленина электротехнический институт им. В.И. Ульянова(Ленина). – Ленинград, 1972. - 18 с. : ил. – Библиогр. : с. 4.

*Д.А. Филатов, студ.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Процесс нетеплового свечения вещества (люминесценция) может быть применим во множестве сфер науки и техники. Особенно люминесценция эффективна в целях исследования и диагностики. В данной статье рассмотрено несколько примеров применения этого процесса для диагностики тех или иных объектов в различных научных дисциплинах.

Люминесценция применима в алмазодобывающей промышленности. Рентгенолюминесцентная сепарация может применяться для выделения и последующего извлечения из концентрата минералов, добытых из алмазной породы, алмазов. Для этого применяется специальный прибор – рентгенолюминесцентный сепаратор (рис. 1). Внутри прибора помещается концентрат минералов, подаётся рентгеновское излучение, служащее энергией возбуждения в данном процессе, а затем в исследуемом кристалле происходит преобразование энергии из рентгеновского диапазона в излучение оптического спектра, люминесценцию. При помощи данного процесса среди минералов по спектру свечения люминесценции выявляются алмазы. Диапазон длин волн свечения алмазов – от 330 до 600 нм. Данный метод является основным методом выделения алмазов в алмазодобывающей промышленности. При помощи люминесценции выделяется до 95% всех алмазов и 100% кристаллов крупнее 6 мм. Метод применяется в большинстве стран с развитой алмазодобывающей промышленностью [1].



Рисунок 1 – Рентгенолюминесцентный сепаратор

Ещё одна возможная область применения люминесценции - агроинженерия. Нетепловое свечение применимо для диагностики семян кормовых растений на предмет заражения их различными болезнями, например такими, как фузариоз. Для диагностики были выбраны семена следующих кормовых растений: пшеница, ячмень и овёс. В ходе исследования были изучены как семена больные фузариозом, так и здоровые семена и был проведён сравнительный анализ. Прибором для фиксации люминесценции послужил спектрофлуориметр – Fluorat-02-Panorama. В результате было выяснено, что заражённые семена излучают в спектрах выше спектров здоровых семян (рис. 2). Таким образом, предложенную методику можно применять для предварительной диагностики семян кормовых, с целью выявления заражённых семян и их своевременного удаления из посевного материала [2].

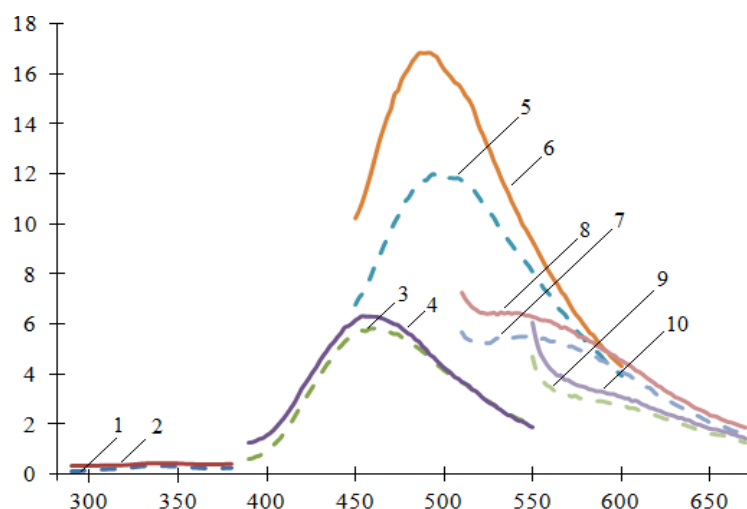


Рисунок 34 – Спектры фотолюминесценции семян овса при возбуждении излучением: $\lambda_e = 232$ нм: 1 – неинфицированный, 2 – инфицированный; $\lambda_e = 362$ нм: 3 – неинфицированный, 4 – инфицированный; $\lambda_e = 424$ нм: 5 – неинфицированный, 6 – инфицированный; $\lambda_e = 485$ нм: 7 – неинфицированный, 8 – инфицированный; $\lambda_e = 528$ нм: 9 – неинфицированный, 10 – инфицированный

Примеры использования нетеплового свечения для диагностики объектов можно найти и в медицине, в области токсикологии. Люминесценцию можно использовать для выявления ядовитых грибов. В целях нахождения особенностей свечения ядовитых грибов был проведен сравнительный анализ съедобных, условно съедобных и несъедобных грибов. Исследования проводились на люминоскопах «Филин» и ЛПК-1. Съедобные и условно съедобные грибы светились в основном в спектрах голубого, коричневого и серого цветов. Несъедобные светились в жёлтом спектре, чего не наблюдалось у ядовитых грибов, исходя из этого, можно сделать вывод, что свечение в жёлтом спектре может служить признаком содержания яда в грибах. Также были изучены образцы тех же грибов после термической обработки (варёные и жареные), изменений в спектре светимости не наблюдалось. Из этого следует, что процесс люминесценции может быть полезен для изучения грибов и выявления среди них ядовитых, что в свою очередь может сократить количество отравлений грибами среди населения [3].

Следующий пример использования люминесценции – использование процесса в медицинской физике для оценки доз внешнего облучения после аварий на АЭС. Исследование проводилось на примере двух населённых пунктов в префектуре Фукусима, пострадавшей после аварии 2011 года на АЭС «Фукусима-1». Для измерения использовались свойства природного кварца – минерала входящего в состав кирпичных строений, потенциально накопивших дозу радиации. Образцы кирпичей из двух населённых пунктов были доставлены в лабораторию медико-экологической дозиметрии и радиационной безопасности МРНЦ им. А.Ф. Цыба. Результаты исследования проведённого над образцами совпали с расчётными данными. Таким образом, можно говорить о полезности инструментальной верификации при помощи явления люминесценции [4].

Явление люминесценции используется в спектроскопии, при исследовании ионов редкоземельных элементов в природных розовых флюоритах. С помощью люминесценции в данной работе исследовали спектры поглощения в флюоритах. В качестве прибора для изучения спектров использовался спектрометр – Agilent Cary 5000. Были измерены спектры лазерно-возбужденной люминесценции с использованием двух рамановских микроскопов: LabRAM HR и Leica DM2500 (рис. 3). Исследование флюоритов с содержанием ионов редкоземельных элементов, таким образом, позволяет получать более точные результаты измерения [5].

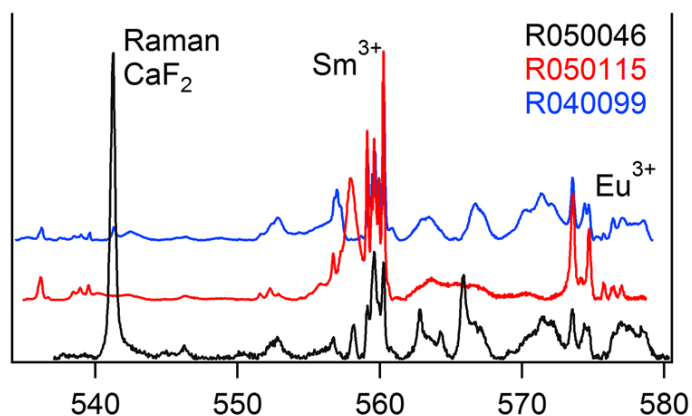


Рисунок 3 – Спектры излучения трех образцов флюорита, возбужденных при 532 нм

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс люминесценции имеет широкое применение в различных сферах науки и техники. Например, в таких как: алмазодобывающая промышленность, геммология, агроинженерия, токсикология, медицинская физика и спектроскопия. Наиболее важна люминесценция в алмазодобывающей промышленности, что подтверждается фактом повсеместного и регулярного применения данного явления различными ювелирными компаниями. Обусловлено это в первую очередь простотой применения методов основанных на данном явлении, безопасностью исследований для объекта и получением наиболее точных результатов.

Литература

1. Миронов В. П. Использование явления люминесценции в алмазодобывающей промышленности // Наука и техника в Якутии. — 2005. — №1 — С. 11-14.
2. Belyakov M. V., Moskovskiy M. N., Litvinov M. A., Lavrov A. V., Khamuev V. G., Gerasimenko S. A., Efremenkov I. Y. Method of optical diagnostics of grain seeds infected with fusarium // Applied Sciences (SWITZERLAND). — 2022. — №12, Vol. 10.
3. Валеватая М. Р., Васильева В. Ю., Данильченко Е. А. Определение ядовитых грибов люминесцентным методом // FORCIPE. — 2019. — Том 2, №S1 — С. 981.
4. Ахмедова У. А., Богачёва В. В., Степаненко В. Ф., Колыженков Т. В., Петухов А. Д., Ефремова Е. В., Каприн А. Д., Галкин В. Н., Иванов С. А., Эндо С., Хоши М. Использование явления стимулированной люминесценции в микрокристаллах кварца для оценки доз внешнего облучения после аварии на АЭС "Фукусима-1" // XXIII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам. — 2016. — Том 1 — С. 231-232.
5. Hagemann H., Ayoubipour S., Delgado T., Schnyder C., Gnos E. Probing luminescence of rare earth ions in natural pink fluorites using Raman microscopes // Journal of Raman Spectroscopy. — 2022.

ОСОБЕННОСТИ КОМПОНОВКИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КАМЕР МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Мультиспектральные фото- и видеокамеры находят применение в различных сферах деятельности человека, основными из которых являются:

- криминалистика,
- медицина,
- сельское хозяйство,
- дистанционное зондирование земной поверхности.

С помощью мультиспектральных фото- и видеокамер можно получать более информативные изображения, что обусловлено рациональным выбором более информативных рабочих спектральных диапазонов оптических каналов; например, в сельском хозяйстве, изображения культур, полученные в ближней области инфракрасного диапазона, позволяют выявлять изменения, происходящие в их листовом покрове, гораздо раньше, чем соответствующие изменения проявятся на изображениях, полученных в видимом диапазоне.

Обобщенная спектральная характеристика чувствительности цветной фото- или видеокамеры хотя и соответствует спектральной характеристике монохромной фото- или видеокамеры, но формируется, как правило, из трех отдельных спектральных характеристик *R*-, *G*- и *B*-каналов цветности, формируемых, как правило, при помощи одного матричного приемника излучения с *RGB*-фильтром (фильтром Байера).

Анализ спектральных характеристик чувствительности (рисунок 1) большинства монохромных матричных приемников излучения показывает, что они имеют довольно широкую спектральную характеристику чувствительности, захватывающую наряду с видимой областью участки инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов оптического излучения [2].

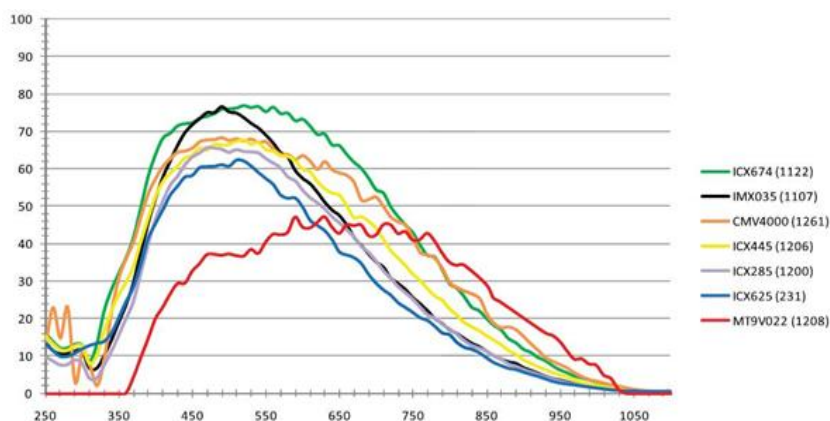


Рисунок 1 – Относительная спектральная характеристика чувствительности некоторых монохромных матричных приемников излучения

Относительно широкое применение получили два варианта реализации мультиспектральных фото- и видеокамер:

1) реализация последовательной смены светофильтров с выбранными спектральными характеристиками в оптической системе монохромной фото- или видеокамеры с одним матричным приемником (рисунок 2),

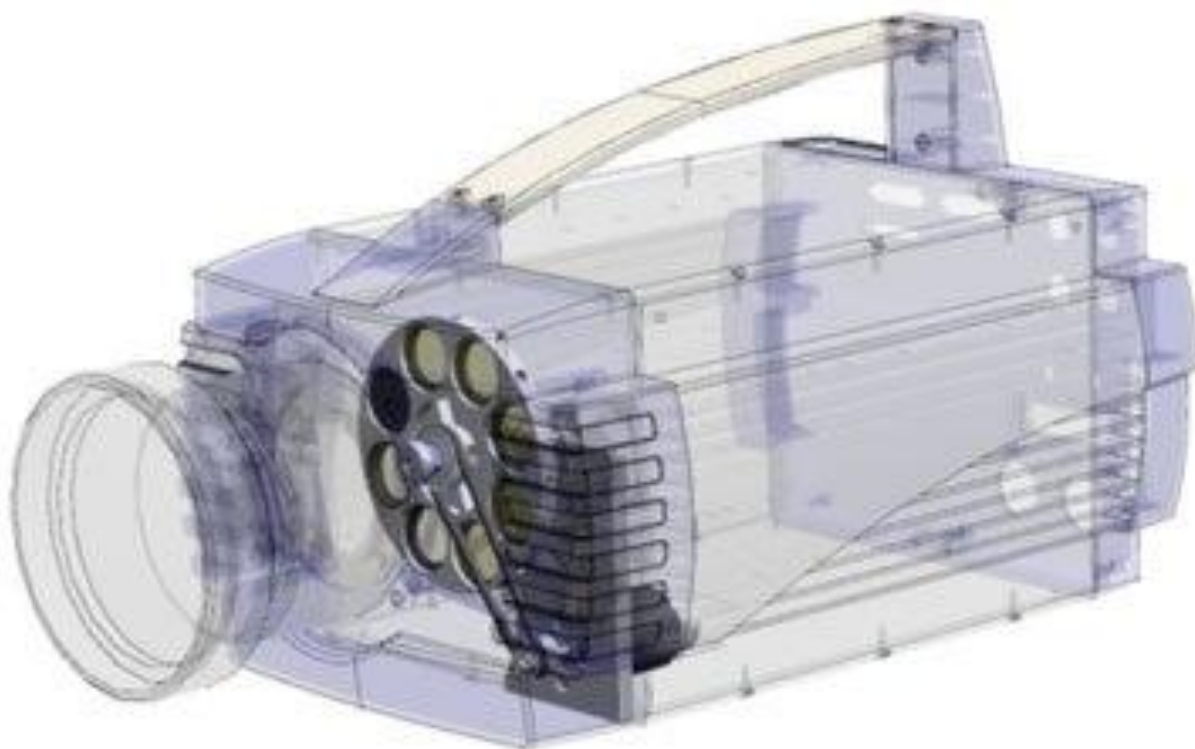


Рисунок 2 – Вариант сборки с одним приемником оптического излучения и последовательной сменой светофильтров

2) сборка из нескольких однотипных фото- или видеокамер (рисунок 2), оптическая система каждой из которых содержит светофильтр с отличающимися спектральными коэффициентами пропускания.

Достоинство варианта 1) заключается в преимуществах компоновки с одной оптической системой и одним матричным приемником излучения, обеспечивающей попиксельное совпадение мультиспектральных изображений независимо от расстояния до объекта съемки.

Недостатком варианта 1) является то, что он подходит для получения мультиспектральных изображений преимущественно статических объектов и с неподвижного носителя.

Достоинство варианта 2) заключается в том, что он подходит для получения мультиспектрального изображения подвижных объектов (или с подвижного носителя).

Недостатком варианта 2) является то, что он не обеспечивает попиксельное совпадение мультиспектральных изображений на малых расстояниях до объекта съемки.

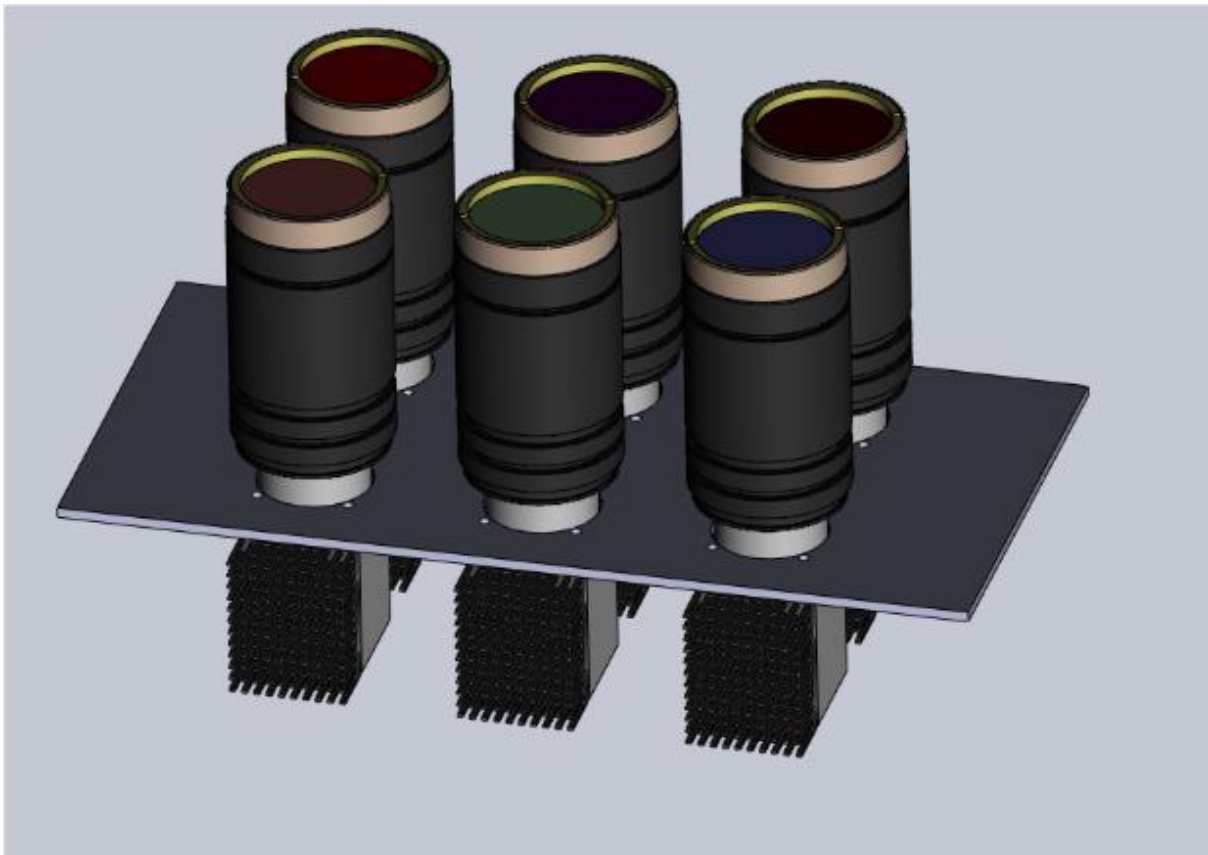


Рисунок 3 – Вариант сборки из 6 однотипных фото- или видеокамер

Вместе с тем, вариант 2) компоновки является наиболее приемлемым в интересах построения действующего макета мультиспектральной камеры машинного зрения, так как может быть реализован на базе типовых устройств и узлов.

Учитывая особенности спектральных характеристик чувствительности монохромных матричных приемников излучения, можно реализовать возможность получения информации об объекте одновременно в различных спектральных интервалах, обусловленных спектральными коэффициентами пропускания имеющихся в наличии светофильтров, например:

- в ближней области инфракрасного диапазона,
- на границе ближней области инфракрасного и видимого диапазонов,
- в полосе $0,62 \div 0,76$ мкм (соответствует красному цвету),
- в полосе $0,51 \div 0,55$ мкм (соответствует зеленому цвету),
- в полосе $0,45 \div 0,48$ мкм (соответствует синему цвету),
- в ближней области ультрафиолетового диапазона.

Литература

1 Сагдуллаев Т.Ю., Сагдуллаев Ю.С. Спектральная селекция и распознавание объектов// Вопросы радиоэлектроники № 2, 2012. С. 97-98

2 Малинников В.А., Стеценко А.Ф., Алтынов А.Е., Попов С.М. Спектрометрирование аэроландшафта // Учебное пособие для студентов М.: Изд. МИИГАиК. УПП «Репрография», 2008. 41 с.

*Д.А. Филатов, студ.; рук. В.Л. Жбанова, к.т.н., доцент.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Фотолюминесценция – процесс свечения вещества без выделения этим веществом тепла, при этом процесс этот происходит после возбуждения вещества фотонами света. Фотолюминесценция наиболее проста в изучении и применяется в различных областях науки. Данный процесс может быть применен для изучения различных биологических объектов.

В работе представлены результаты исследования посредством фотолюминесценции, полученные коллективом автором [1-5].

Прибором для наблюдения за объектами в этом исследовании выступал электронный микроскоп – Supereyes B008. Польза применения микроскопа в данной работе состоит в том, что, благодаря ему можно увидеть объекты или части объектов, которые сложно или нельзя увидеть без использования оптических приборов. При помощи этого прибора были проведены наблюдения за семенами некоторых растений в целостном виде и в разрезе (рис. 1) [3].



Рисунок 1 – Семя льна

Для изучения биологических объектов при помощи фотолюминесценции были разработаны концепция прибора и сам прибор (рис. 2). Прибор — люминоскоп имеет следующую конструкцию: 1 – тёмная светонепроницаемая камера; 2 – отверстие для электронного микроскопа; 3 – отверстие для светодиода; 4 – светодиод; 5 – электронный микроскоп; 6 – светодиоды встроенные в электронный микроскоп.

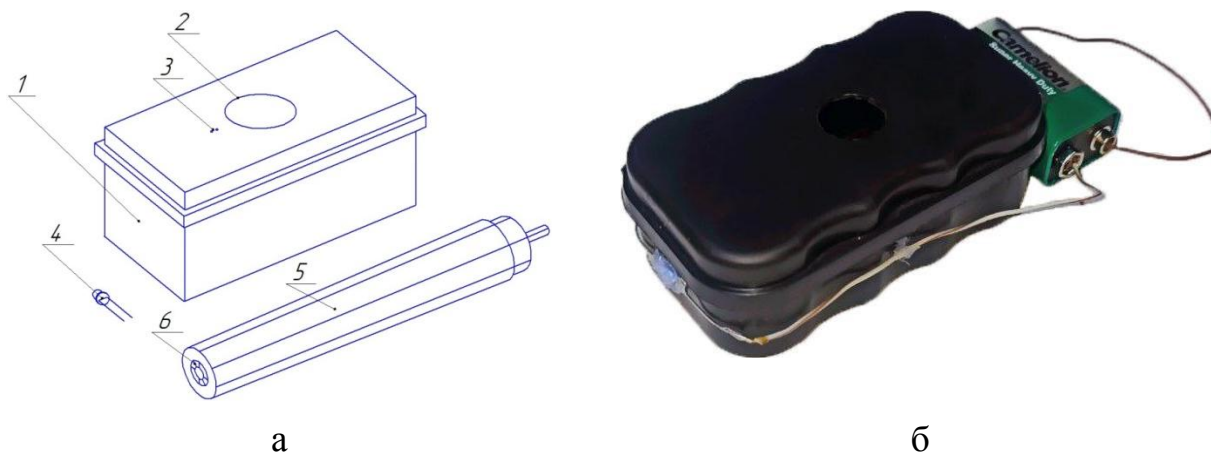


Рисунок 2 – Вид прибора: а – концепция прибора; б – собранный люминоскоп

Принцип работы у люминоскопа такой: электронный микроскоп, помещается над тёмной камерой в вертикальном положении и фиксируется на её крышке. Подключив прибор к компьютеру и используя специальное программное обеспечение, можно наблюдать изображение, передаваемое микроскопом. Для обнаружения люминесценции необходимо подключить светодиод [2].

С помощью разработанного метода, было проведено исследование скарифицированных семян кормовых растений на предмет излучения ими люминесценции. Предварительно скарифицированные семена помещались в люминоскоп, подключался светодиод и с помощью микроскопа наблюдался процесс фотолюминесценции. После включения светодиода на поверхности возбуждённых скарифицированных семян появилось свечение, что сигнализирует о возникновении процесса люминесценции (рис. 3). В результате исследования выяснено — процесс люминесценции хорошо фиксируется при слабом излучении светодиода. Лучше всего он виден на тёмном фоне, который поглощает направленный на него свет. Данный метод диагностики скарифицированных семян может быть применим в сфере сельского хозяйства для улучшения качества скарификации семян кормовых растений, что приведёт к повышению процента всхожести растений. Исходя из результатов наблюдения, можно говорить о том, что разработанный метод работает на практике и может быть применим при изучении фотолюминесценции [4].

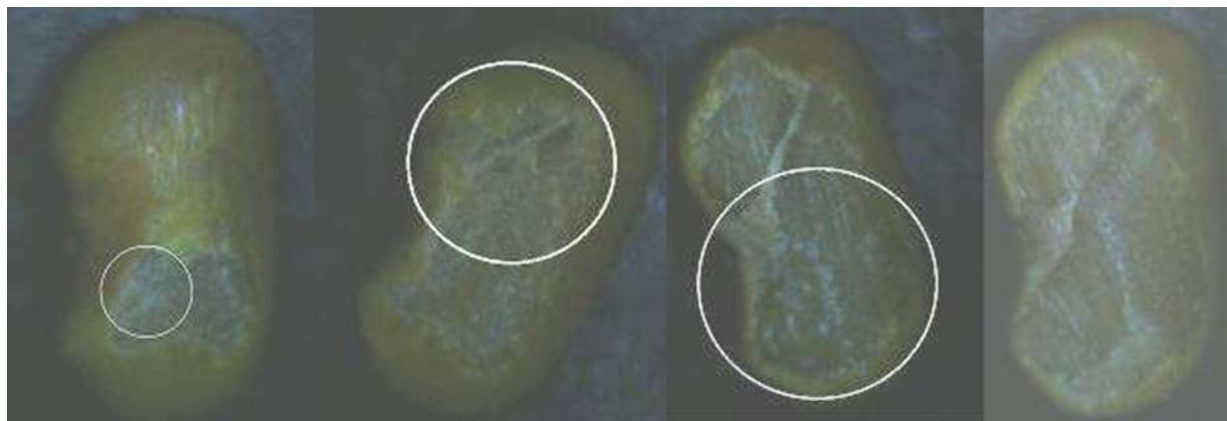


Рисунок 3 – Слабое свечение на скарифицированной поверхности

Аналогичным образом было проведено исследование молочной продукции. Дефростированные образцы плавленого сыра, спреда и натурального масла помещали в люминоскоп. В ходе эксперимента было выявлено, что среди представленных образцов наименьшую светимость проявлял плавленый сыр, а наибольшую светимость — спред (рис. 4). Исходя из информации о том, что натуральная молочная продукция проявлять люминесценцию не должна, мы можем сделать вывод, что сыр содержит минимальное количество растительных жиров в составе, а в составе спреда присутствует значительное содержание растительных жиров. Таким образом, можно говорить о применимости люминесценции для диагностики молочной продукции на предмет содержания в её составе растительных жиров [1].

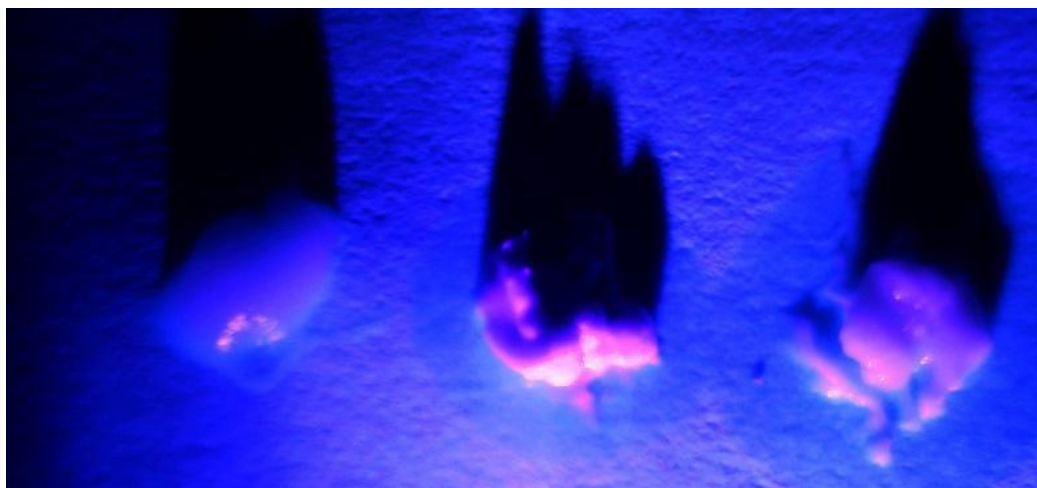


Рисунок 4 – Объекты молочной продукции под действием УФ

Также при помощи люминоскопа было проведено исследование средств для чистки зубов. В первом опыте в прибор поместили три образца зубных паст — 1) обычная, для ежедневной чистки зубов, содержащая фторид натрия с массовой долей 1450 мг/м^3 ; 2) с минеральным комплексом, преимущественно содержащая кальций, а также с добавками фосфора, кремния, магния, ксилита 6% и других, но самое главное – не содержащая фтора. Предназначение этой пасты – это укрепление зубной эмали и как следствие – снижение чувствительности зубов; 3) отбеливающая, биоактивная зубная паста, содержащая полирующие частицы в сочетании с отбеливающим компонентом и некоторыми ферментами, расщепляющие зубной налет, как и второй образец, содержит ионы кальция для снижения чувствительности зубов, но имеет фториды с массовой долей 1000 мг/м^3 , как первый образец (рис. 5).

В результате было получено, что по сравнению с обычной зубной пастой, паста с минеральным комплексом даёт более выраженную люминесценцию за счет содержания кальция, а отбеливающая показывает самую яркую люминесценцию за счет сочетания кальция с отбеливающим комплексом. Во втором опыте в люминоскоп поместили два других образца — 1) специальная, используемая при ношении ортодонтических скоб (брекетов); 2) цветная, ввиду содержания в ней биологических экстрактов (кора дуба, кедровое масло, и другие органические масла) (рис. 6). Результат этого опыта совпадает с результатом предыдущего — паста с высоким содержанием кальция люминесцирует намного ярче, чем обыкновенная паста. Результаты экспериментов подтвердили заявленную производителем информацию о содержании кальция, который даёт эффект яркого свечения в процессе люминесценции. Кроме того, было выявлено опытным путём, что процесс фотолюминесценции может быть использован для проверки содержания кальция в составе зубных паст [5].



Рисунок 5 – Образцы зубной пасты под УФ (опыт 1)

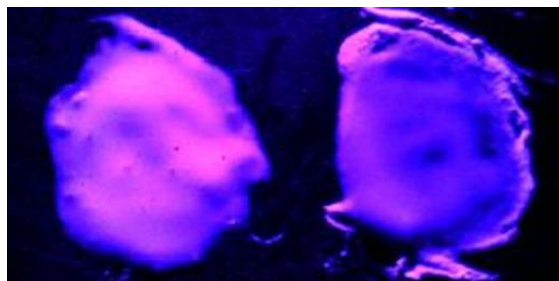


Рисунок 6 – Образцы зубной пасты под УФ (опыт 2)

Таким образом, описано и доказано практическое применение фотолюминесценции для изучения и диагностики биологических объектов на примерах семян растений, молочной продукции и средств для чистки зубов. Исходя из полученной информации, можно сделать вывод, что процесс фотолюминесценции может быть успешно применен при изучении различных объектов биологии, химии, пищевой промышленности. Описанный метод диагностики с лёгкостью можно применять в любых областях науки и техники. Также основываясь на представленной информации можно сказать, что применение фотолюминесценции при изучении объектов удобно, благодаря экономии средств, ресурсов и простоте использования.

Литература

6. Хотеев А.А., Беляков М. В., Филатов Д. А., Титова Т. П. Выявлении растительных добавок в молочной продукции при помощи люминоскопа // ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА: матер. восемнадцатой междунар. науч.-техн. конф., г. Смоленск. — 2021. — Т. 2 Секции 4 — С. 269-271.
7. Хотеев А.А., Филатов Д. А. Демонстрационный вариант люминоскопа для диагностика биологических объектов // ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА: матер. восемнадцатой междунар. науч.-техн. конф., г. Смоленск. — 2021. — Т. 2 Секции 4 — С.271-273.
8. Хотеев А.А., Беляков М. В., Филатов Д. А., Титова Т. П. Изучение семян растений с помощью метода электронной микроскопии // ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА: матер. семнадцатой междунар. науч.-техн. конф., г. Смоленск. — 2020. — Т. 2 Секции 4. — С. 225-227.
9. Хотеев А.А., Беляков М. В., Филатов Д. А., Титова Т. П. Исследование скарифицированной поверхности семян кормовых растений с помощью электронного микроскопа // ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА: матер. семнадцатой междунар. науч.-техн. конф., г. Смоленск. — 2020. — Т. 2 Секции 4. — С. 228-232.
10. Хотеев А.А., Беляков М. В., Филатов Д. А., Титова Т. П. Исследование средств для чистки зубов при помощи люминоскопа // ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ: Сб. трудов XI Нац. науч.-техн. конф. с межд. уч., г. Смоленск. — 2021. — Т. 1 Секция 4. — С. 597-600.

*Н.С. Филиппенков, курсант ; Э.В. Титов;
рук. А.А.Ковалев, к.т.н.
(ВА ВПВО ВС РФ в г.Смоленске)*

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТИПОВОГО ПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Современные тенденции развития систем управления позволяют сделать вывод о том, что на вычислительные системы возлагаются все более значимые и ответственные задачи. Поэтому к надежности вычислительных систем (ВС) предъявляются жесткие требования, за счет которых система управления будет выполнять поставленные перед ней задачи в реальном масштабе времени. Сбор информации от управляемых устройств (абонентов ВС), её обработка и выдача на них формируемых команд управления осуществляется в цифровом виде, при этом возможны искажения информации, представленной в двоичном виде, так называемые «сбои». Однако, не каждый сбой трансформируется в неверное управляющее воздействие на абоненты ВС, но если это происходит, считается, что имеют место, «отказы сбойного характера» (ОСХ) [1]. Такие отказы, как правило, ведут к срыву выполнения задачи.

Надежность функционирования ВС в условиях сбоев обеспечивается различными способами, но основой всех является резервирование. Резервирование в ВС предполагает применение в структуре дополнительных элементов, построение всей системы на элементах, имеющих запас прочности по параметру, использование дополнительного времени для проверки и обработки информации, применение дополнительных алгоритмов проверки истинности и обработки информации, задействовании дополнительных функций элементов, а также добавлением в обрабатываемую информацию дополнительных проверочных кодов. По сути здесь перечислены различные по своей физической природе виды избыточности, применением которых при сочетаниях в той или иной количественной мере достигается надежность всей ВС. Сочетание различных по своей физической природе видов избыточности применительно к ВС возможно охарактеризовать словосочетанием «архитектура избыточности».

Оценку влияния различных архитектур избыточности на одну и ту же ВС возможно производить с помощью предложенной в работе [2] модели оценивания, которая позволяет по показателю коэффициент прорезживания потока сбоев $k_{пр}$ количественно оценивать сочетание различных по своей физической природе видов избыточности в структуре ВС. Кроме этого, в работе приводятся результаты оценивания структур ВС с применением рациональной архитектуры избыточности.

Для анализа варианта построения архитектуры избыточности предлагается провести ряд экспериментов по исследованию влияния различных видов избыточности на типовом процессорном модуле для встраиваемых малогабаритных ЭВМ (рис.1).



Рисунок 1. Структура типового процессорного модуля

В состав модуля входят:

- RISC-микропроцессор с внутренней тактовой частотой 82,5 МГц и частотой системной шины PCI 33 МГц;
- статическое ОЗУ объемом 4 Мбайт;
- статическое ПЗУ емкостью 512 Кбайт;
- пользовательское РПЗУ (флеш-память) объемом 4 Мбайт;
- системный контроллер содержащий контроллер прерываний, три 32-разрядных таймера, контроллер шины PCI – ведущий и ведомый, сторожевой таймер.

Для проведения эксперимента разработана модель функционирования процессорного модуля в программе математического моделирования *MatLab* с применением пакета прикладных программ *Simulink*, который позволяет осуществлять моделирование, используя принцип визуального программирования.

В соответствии с рекомендациями [3] составлена таблица, которая позволяет для каждого типа функционального узла сократить поиск рациональной избыточности (таблица 1).

Таблица 1. Рекомендуемые виды избыточности для функциональных узлов ВС

№ п/п	Функциональный узел	Виды избыточности
1	Микропроцессор	функциональная, структурная, временная, информационная.
2	Устройства памяти	структурная, информационная.
3	Линии связи	временная, информационная, структурная.
4	Контроллер	функциональная, структурная, алгоритмическая.

По данной таблице производится отбор характеристик прироста надежности в зависимости от затраченных средств для каждого типа функционального узла ВС (рисунок 2). В качестве понятия «затрачиваемые средства» в работе рассматривается кратность введенного резервирования.

После анализа прироста надежности выбор приоритетных видов избыточности выглядит следующим образом:

- микропроцессор – функциональная избыточность;
- устройства памяти – информационная избыточность;
- линии связи – временная избыточность;

контроллер – функциональная избыточность.

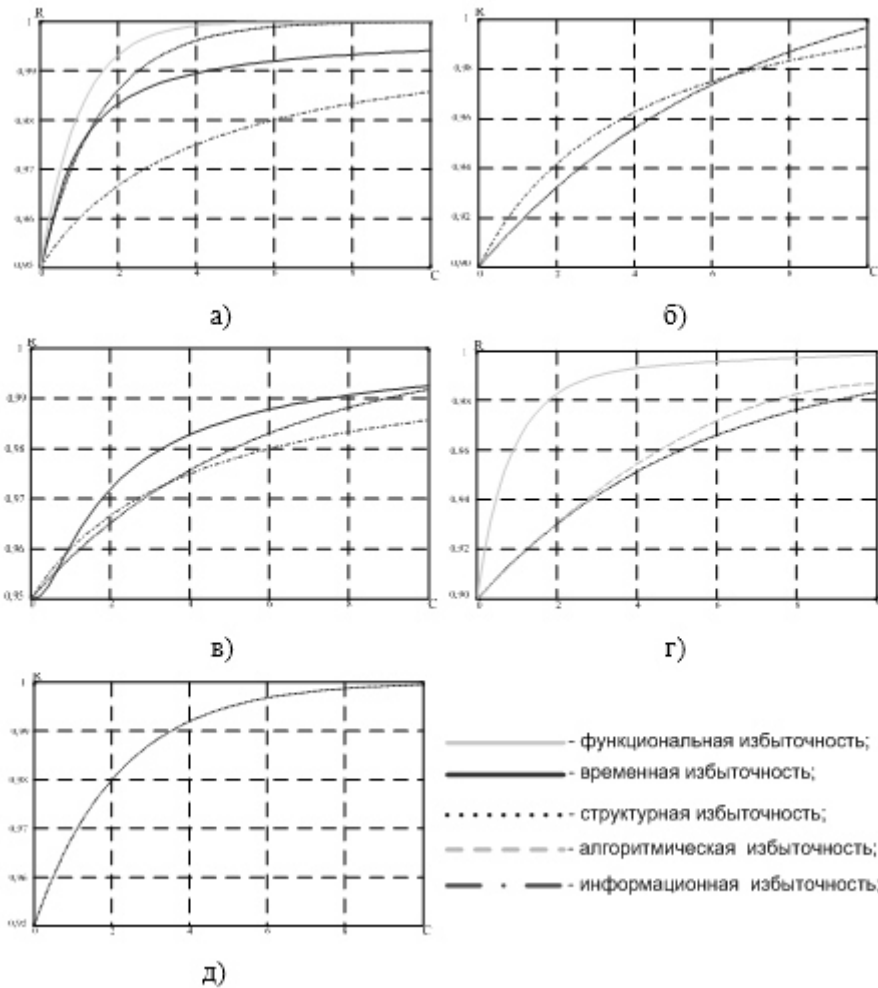


Рисунок 2. Характеристики прироста надежности в зависимости от затраченных средств для (а) микропроцессора, (б) устройств памяти, (в) линий связи, (г) микроконтроллеров, (д) источников питания

Таким образом, количество архитектур избыточности для четырех типов функциональных узлов, повышающих надежность процессорного модуля равно $N = 4! = 24$.

После сравнения надежности полученных результатов отобрана одна архитектура избыточности процессорного модуля с максимальным значением коэффициента прореживания потока сбоя:

$$k_{\text{пр}} = 25,4.$$

Сформированная архитектура избыточности является рациональной для выбранного процессорного модуля. В состав этой архитектуры входят функциональная избыточность для микропроцессора и микроконтроллеров, информационная избыточность для устройств памяти.

Данный способ выбора рациональной архитектуры избыточности основан на принятии решений, поэтому выбор рациональной архитектуры будет отличаться для каждого конкретного условия применения. В случае модернизации процессорного модуля с целью повышения надежности наибольший приоритет в данном случае имели стоимостные затраты. Если процессорный модуль будет проектироваться по техническому заданию на предприятии изготовителе, то возможны и другие приоритеты для выбора рациональной архитектуры избыточности, которые будут варьироваться в зависимости от связи с надсистемой.

В итоге стоит отметить, что уровень надежности рассматриваемого процессорного модуля при применении за счет выбора рациональной архитектуры избыточности повысился. Прирост надежности по показателям вероятность безотказной работы и коэффициенту прореживания потока сбоев представлен на рисунке 3.

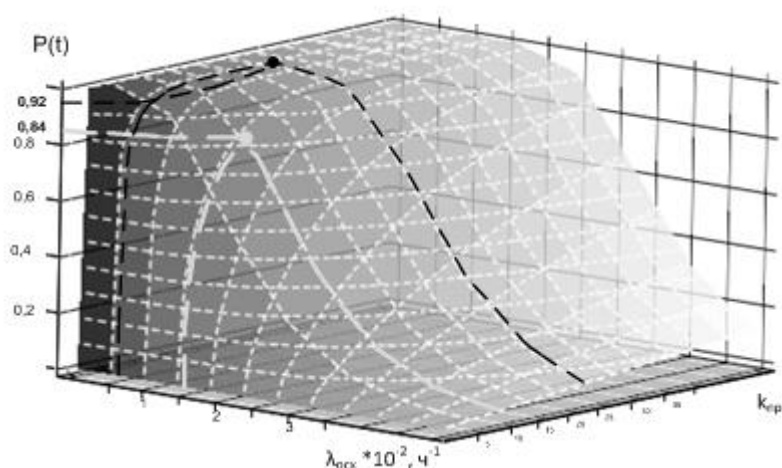


Рисунок 3. График прироста надежности по показателю вероятности безотказной работы и коэффициенту прореживания потока сбоев

Анализируя полученные графические зависимости возможно сделать вывод о том, что уменьшив количество сбоев при функционировании выбранного процессорного модуля, вероятность безотказной работы повысилась с 0,84 до 0,92, а коэффициент прореживания потока сбоев – с 11,8 до 25,4.

Список литературы:

1. ГОСТ 27.003-2016 «Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности»
2. Ковалев А.А., Навродский А.В., Ключев А.В. Показатель эффективности совместного использования различных видов избыточности.// Сб. материалов XVI международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов "Информационные технологии, энергетика и экономика". Смоленск, 2019
3. Р 50-54-82-88 - Рекомендации. Надежность в технике. Выбор способов и методов резервирования. - М., Изд-во стандартов, 2001.

*А.А. Хотеев, студ.; рук. С.И. Зиенко, проф.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ДИАГНОСТИКА ПОДЛИННОСТИ БРИЛЛИАНТА ПРИ ПОМОЩИ ЛЮМИНОСКОПА

Необходимость развития люминесцентной диагностики обусловлена её широким использованием в таких областях как радиоэлектроника, медицина, экология, контроль пищевых продуктов, а также в конкретных научных исследованиях. Примером для последнего является диагностика объектов, впоследствии чего делаются некоторые выводы о составе того или иного вещества.

Актуальность предлагаемых исследований заключается в изучении различий между природными и синтетическими бриллиантами, и их имитаций, а также выявлении подлинности первых. Их отличия от настоящего бриллианта заключаются в некоторых свойствах и особенностях. А это, в свою очередь, напрямую связано с их химическим составом, так как различные примеси в природных минералах, по-разному влияют на люминесценцию вещества.

Цель данной работы: выяснить разницу между природным бриллиантом, синтетическим и имитацией при помощи люминоскопа, используя метод электронной микроскопии при освещении светодиодом ультрафиолетового спектра.

Прибор с крышкой и без представлен на рисунке:



Рисунок 1 – Вид прибора с крышкой и без неё

В качестве прибора для наблюдения служит электронный микроскоп USB Supereyes B008 (Рисунок 2).

Supereyes B008 - многофункциональный цифровой USB-микроскоп с 5 Мп сенсором, регулируемой стойкой с основой, плавной регулировкой кратности и увеличением до 500х. Запись видео со стабилизацией изображения. Supereyes B008 - мощный инструмент, который подходит для применения в научных, образовательных, медицинских, промышленных и коммерческих целях.



Рисунок 2 – Электронный микроскоп Supereyes B008

В большинстве своём, цифровой USB-микроскоп Supereyes B008 является незаменимым инструментом при проведении пайки электронных компонентов и рекомендуется к использованию мастерам занимающихся ремонтом ноутбуков, смартфонов, планшетов.

Структура работы с прибором представлена ниже:

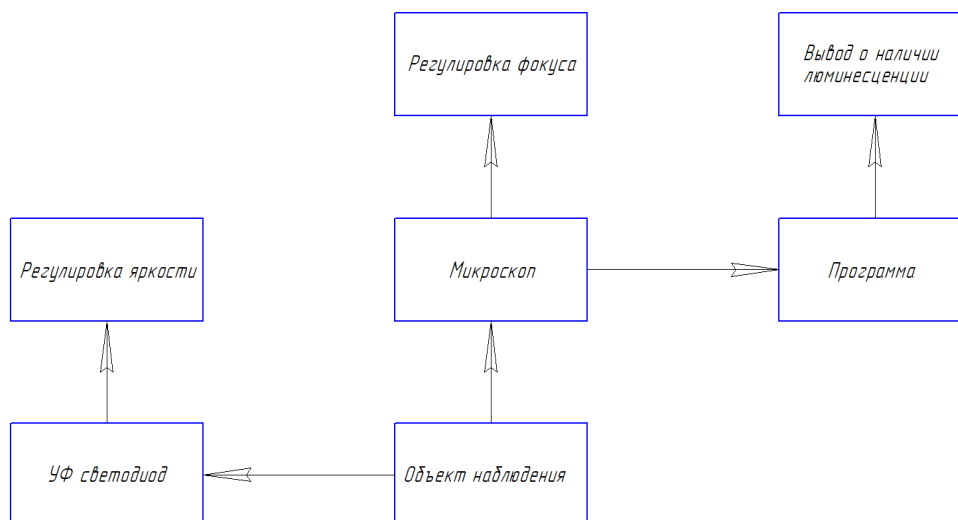


Рисунок 3 – Структура работы с люминоскопом

Стоит отметить, что наиболее чистые (качественные) алмазы не флуоресцируют в УФ-лучах, что связано с однородностью их состава и отсутствием дефектов на молекулярном уровне.

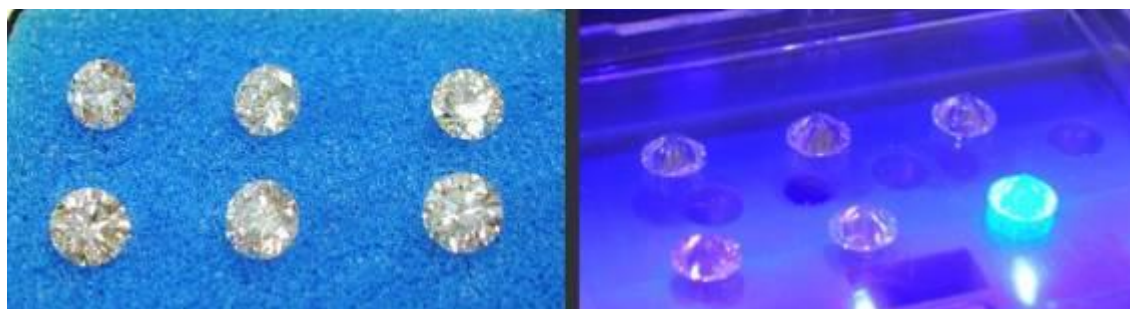


Рисунок 4 – Бриллианты под люминесценцией

Как видно из рисунка, бриллианты, созданные искусственно, не светятся ввиду их однородного состава, что не сказать о природном, который содержит различные примеси и включения, являющиеся одним из диагностических признаков природного происхождения.

Если говорить об имитациях бриллианта, то их люминесценция имеет оранжевый, красный, желтый, белый, зеленый или другие, не свойственные природным бриллиантам цвета люминесценции.

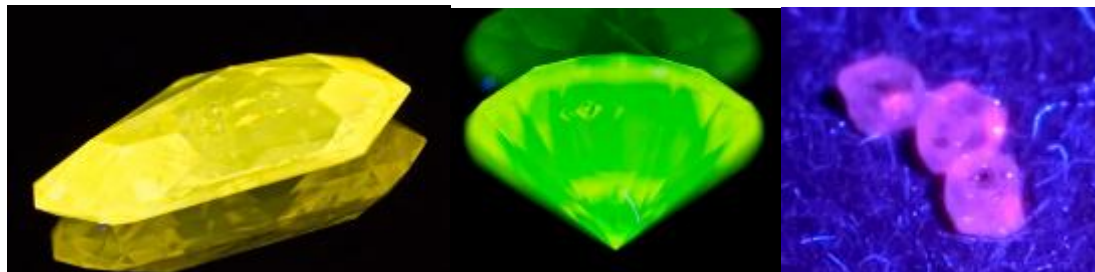


Рисунок 5 – Имитации бриллиантов

Таким образом, с помощью электронной микроскопии и лучей УФ диапазона можно визуально диагностировать происхождение тех или иных бриллиантов.

Литература

1. Хотеев А.А., Филатов Д.А., ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ ЛЮМИНОСКОПА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ // ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА: матер. восемнадцатой междунар. науч.-техн. конф., г. Смоленск, 22-23 апреля 2021, Т. 2. Секции 4, 5 – Смоленск: Универсум, филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2021–С.271-273.

2. Электронный микроскоп [Электронный ресурс] Режим доступа: https://supereyes.ru/catalog/usb-microscope/micro_b008/, свободный. Дата обращения: 5.02.2021

3. Флуоресценция алмазов [Электронный ресурс] Режим доступа: https://pikabu.ru/story/chto_takoe_fluorestsentsiya_brillianta_6905837, свободный. Дата обращения: 10.02.2023

4. Diamants artificiels [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://goodlookslady.com/fr/3457-artificial-diamonds-27-photos-how-do-synthetic-diamonds-grow-the-history-of-their-receipt/>, свободный. Дата обращения: 10.02.2023

*З.А. Хроменков, студ.; Д.А. Бушугев, студ.; С.М. Смирнов, студ.; рук.
С.П. Астахов, к.т.н., доц.*

(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ВЛИЯНИЕ RGB-ПОДСВЕТКИ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ИГРОВОГО КОМПЬЮТЕРА

Термин «игровой компьютер» подразумевает под собой не только возможность проводить время за прохождением множества видеоигр, но и то, что ПК может светиться всеми цветами радуги. Выглядит подобное новшество безусловно красиво. Однако RGB-подсветка внутри корпуса техники в первую очередь оборачивается повышением температуры, а во вторую увеличением энергопотребления системы. Полагать, что происходящие изменения незначительны – было бы ошибочно.

Многие пользователи считают, что наличие RGB-подсветки персонального компьютера может влиять на его производительность. Данная статья ставит перед собой цель разобраться в этом суждении окончательно.

RGB переводится, как «Красный» – цвет с длиной волны $635 \div 770 \text{ нм}$, «Зелёный» – цвет с длиной волны $520 \div 565 \text{ нм}$, «Синий» – цвет с длиной волны $450 \div 500 \text{ нм}$. То есть световой прибор, способный излучать свет внутри предела трёх перечисленных цветов. В качестве прибора практически всегда используется излучающий светодиод. Полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом. Создаёт оптическое излучение при помощи электрического тока. Принцип его работы таков: в области *p-n* перехода происходит рекомбинация дырок и электронов. Результатом процесса является возникновение свечения.

Устройство излучающего диода показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Устройство излучающего диода

RGB-подсветка выполняет сразу ряд важных функций. Одна из них – индикация. Наиболее простой способ передать информацию об функционировании какого-либо устройства человеку. Например, большая часть контактов в нижней секции материнской платы отвечает за подключение индикаторов питания и работы жёсткого диска.

В подсветке сильнее прочего нуждается клавиатура. С одной простой целью. Дать возможность пользователю печатать в условиях темноты. Только потом сюда добавился внешний вид, разнящийся от модели к модели и пестрящий уникальностью производящих компаний.

Необходимо также обозначить немаловажный факт. Если излучающий диод светится исключительно красным, зелёным или синим, то он не является *RGB*-светодиодом. Если же излучающий диод имеет возможность светиться и красным, и зелёным, и синим (менять цвета), то по определению является *RGB*-светодиодом.

Разновидность «*ARGB*» (*Addressable RGB* (адресуемая)) означает, что настроить подсветку можно через программный софт (специальное программное обеспечение) материнской платы пользователя или других комплектующих. Обычная *RGB*-подсветка, как правило, меняет цвет через контроллер при помощи предусмотренных кнопок.

Эксперимент, конечно же, не нагрузит систему до критического состояния, но при условии постоянного свечения большинства комплектующих ожидается повышение температуры внутри персонального компьютера, что может привести к потере стабильности или критическим ошибкам.

Тестовый стенд:

- процессор – *Ryzen 1700X* (единственное комплектующее, которое не имеет *RGB*-подсветки),
- материнская плата – *GIGABYTE X570 AORUS MASTER*,
- оперативная память – *Team Group T-FORCE XTREEM ARGB*,
- видеокарта – *INNO3D GeForce RTX 2060 SUPER X3 ULTRA*,
- блок питания – *Thermaltake Toughpower RGB PLUS 1000W Gold*,
- твердотельный накопитель – *HyperX Fury RGB*,
- кулер – *Aerocool Cylon 4*,
- корпус – *AeroCool NightHawk Duo*.

В такой сборке общее количество светодиодов приближается к числу двухсот отдельных источников.

Тесты проводились в современных играх. Список включает в себя *Far Cry New Dawn*, *Need For Speed Heat* и *Fortnite*. Учитывались показатели температур и *FPS* (*Frame Per Second*, в переводе дословно означающее количество кадров в секунду).

В игре *Far Cry New Dawn* тесты показали следующие результаты: на красном цвете было 58 кадров в секунду. На оранжевом 58 кадров в секунду. Желтый нагрузил систему немного больше. *FPS* упал до 56. Зелёный, голубой, синий, фиолетовый, радужный (с плавной сменой спектра цветов) выдали одинаковый результат. Наибольшая разница в *FPS* ПК, работающего полностью без подсветки, и при работе на самом «горячем» цвете составила 4 *FPS* или 4,4 % на жёлтом.

В *Need for Speed Heat* результат следующий: красный выдал 43 *FPS*, оранжевый 42 *FPS*, желтый 43 *FPS*, зеленый 45 *FPS*, голубой 45 *FPS*, синий 43 *FPS*, фиолетовый 40 *FPS*, радужный 43 *FPS*. Итоговая разница компьютера без подсветки и при работе на самом «горячем» цвете составила 5 *FPS* или 11,2 % на фиолетовом.

Fortnite порадовал больше предыдущих кандидатов. При работе на красном цвете системе выдавала чистые 110 кадров в секунду, на оранжевом 95 кадров в секунду, на жёлтом 90 кадров в секунду. Зелёный набрал стабильные 100 кадров в секунду. Голубой 92 кадра в секунду, синий 110 кадров в секунду, фиолетовый 95 кадров в секунду, радужный 97 кадров в секунду. Самая ощутимая разница вышла 25 кадров в секунду или 21,7% снова на желтом цвете.

Самый «холодный» – зелёный цвет. Самый «горячий» – белый цвет. Белая *RGB*-подсветка нагревала буквально всё, но сильнее всего разогрелся *SSD*. Последняя температура твердотельного накопителя, которую удалось снять перед экстренным выключением системы, составляла 86 градусов. Такая температура является критической для диска, поскольку влечёт за собой быстрый выход микросхем из строя.

Почему белый цвет самый горячий? Для создания белого свечения *RGB*-светодиодам необходимо генерировать излучение при помощи всех 3-ёх доступных цветов одновременно. Это в свою очередь потребляет большое количество энергии и многократно увеличивает температуру устройств. А в тестовом *SSD* светодиодах было около 75 единиц, близко расположенных друг к другу.

В среднем тесты показали, что самая большая разница в трёх проверяемых играх составила 11 *FPS* или 14,6%. Из результатов эксперимента можно сделать вывод - *RGB*-подсветка на *FPS* фактически влияет. Однако лишь косвенно. Колебания производительности игрового компьютера зависят исключительно от изменения энергопотребления и температур функциональных элементов. Так при достижении максимально допустимого нагрева видеокарта начинает «троттлить» - сбрасывать частоту работы чипа для уменьшения температуры вплоть до рабочего диапазона, тем самым снижая скорость работы. *SSD* же вовсе по достижении критической отметки даёт сбой до тех пор, пока плата полностью не выйдет из строя. Следовательно, распространённый миф развеян. *RGB*-подсветка не оказывает непосредственного влияния на *FPS* игровой установки.

Литература

- 1 Г.Г. Ишанин, М.Г. Козлов, К.А. Томский. Основы светотехники. СПб.: Береста, 2004 (Тип. ООО Береста), С 28 – 36.
- 2.В.Е. Бугров, К.А. Виноградова. Оптоэлектроника светодиодов. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 52-26 с.
3. Дэвид М. Харрис, Сара Л. Харрис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. / пер. с англ. ImaginationTechnologies. – М.: ДМК Пресс, 2018 – 42-48 с.: цв. ил.

*А.В. Шукалова, студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО «РАСПРЕДЕЛЯЮЩАЯ ШЛЯПА»

Всё большую популярность набирают электронные игрушки с элементами анимации на основе микроконтроллеров и сервоприводов, именно такие игрушки вызывают у детей неподдельный интерес. Ярким примером реализации подобной игрушки является игровое электронное устройство «Распределяющая шляпа», аналог одноименного персонажа (рисунок 1) саги о Гарри Поттере, английской писательницы Джоан Роулинг.

Электронное устройство «Распределяющая шляпа» в соответствии с командами, передаваемыми по оптическому каналу связи, обеспечивает воспроизведение звуковой информации и имитацию мимики по заданному алгоритму.



Рисунок 1 – Персонаж саги «Распределяющая шляпа»

Основные технические характеристики электронного устройства «Распределяющая шляпа»:

- питание от автономного источника питания напряжением $3,7\text{ В}$,
- встроенная защита от короткого замыкания,
- встроенная защита от статического электричества.

В качестве элементной базы электронного устройства «Распределяющая шляпа», применены:

- микроконтроллер *Arduino Nano*,
- сервоприводы *SG-90*,
- модули управления сервоприводами *PCA9685*,
- звуковой модуль *JQ9600*,
- динамическая головка,
- *RGB* светодиоды с общим анодом,
- фоторезистор,
- кнопки с фиксацией,
- повышающие преобразователи *DC/DC MT3608*,
- аккумуляторы типа 18650.

На рисунке 2 показана структурная схема электронного устройства «Распределяющая шляпа», на которой видно, что питание аналоговой части устройства (сервоприводов) с большей потребляемой мощностью [1] и цифровой части, осуществляется от различных источников питания, отличающихся по мощности в три раза.

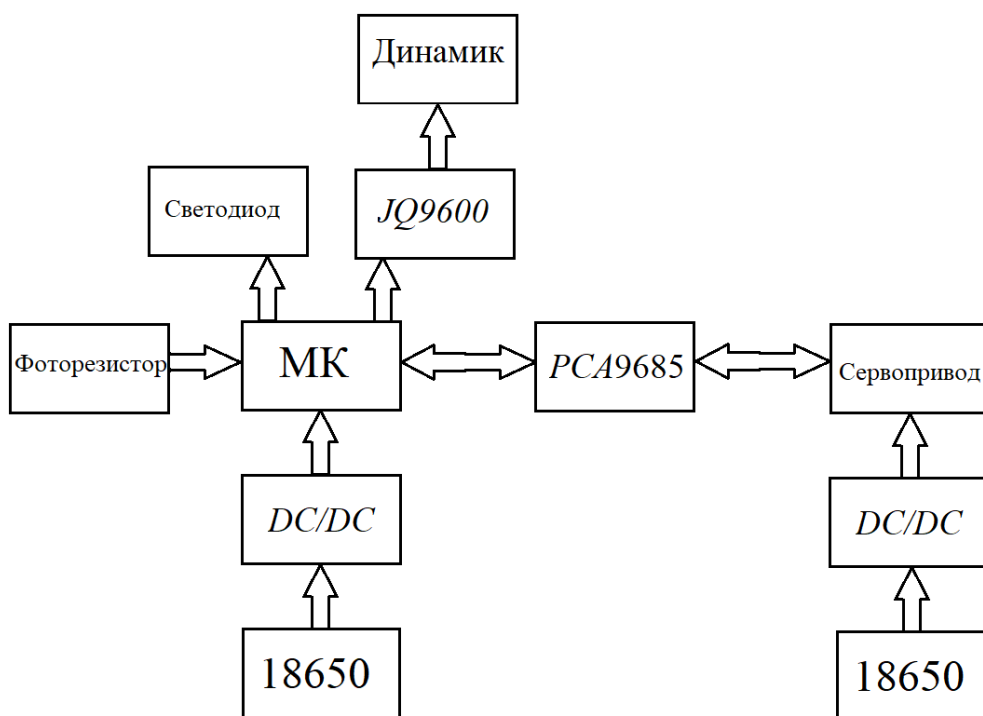


Рисунок 2 – Структурная схема электронного устройства «Распределяющая шляпа»

Электронное устройство «Распределяющая шляпа» начинает функционировать по команде с фоторезистора (когда шляпу надевают на голову, фоторезистор оказывается в темноте, что приводит к изменению его сопротивления, в результате чего на микроконтроллер поступает сигнал о начале цикла); управляющие сигналы микроконтроллера поступает на модули *PCA9685* и *JQ9600*, и параллельно с работой сервоприводов, рандомно воспроизводится одна (за цикл) из 16 коротких аудиозаписей загруженных в звуковой модуль, (по четыре на каждого факультета Хогвардса).

В зависимости от выбранной фразы светодиода, которые будут установлены в так называемые «глаза» шляпы, будут светиться определённым цветом (например, если шляпа выкрикнет «Гриффиндор», цвет свечения светодиодов будет красным).

В интернет-магазине можно встретить устройство-аналог (рисунок 3) игрового электронного устройства «Распределяющая шляпа», однако отличия между ними существенные:

- во-первых, представленное устройство «знает» 16 фраз, а аналог всего 5 (как утверждает его разработчик),
- во-вторых, у устройства-аналога в отсутствует подсветка глаз, а значит, так называемое «распределение» будет происходить не так эффектно.



Рисунок 3 – Внешний вид устройства-аналога

В дальнейшем планируется реализация устройства со всем функционалом и конструкторской документацией.

Литература

- 1 Кутепов В.П., Фальк В.Н. Функциональные системы // Кибернетика. 2014. № 1. С. 20-22
- 2 Кутепов В.П., Фальк В.Н. Асинхронные модели вычислений значений функций в языке функциональных схем // Программирование. 1978. № 3. С. 34-38.
- 3 Кутепов В.П., Фальк В.Н. Формы, языки программирования, критерии и параметры сложности параллелизма // Программные продукты и системы. 2010. № 5. С. 16—25.
- 4 Быстродействующие интегральные микросхемы ЦАП и АЦП и измерение их параметров. - М.: Радио и связь, 1988. С.142

*М.В. Юденич студ.; рук. С.П. Астахов, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» в г. Смоленске)*

ОБЗОР ДАТЧИКОВ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ, РЕШАЮЩИХ ПРОБЛЕМУ «ДРЕБЕЗГА» ПОТЕНЦИОМЕТРОВ

До сравнительно недавнего времени, самым массовым типом датчиков углового положения подвижных частей в различных системах автоматического управления были потенциометры, в том числе и функциональные. Наряду с несомненными достоинствами (простота конструкции и дешевизна), этот тип датчиков обладает существенным недостатком – наличием так называемого «дребезга», заключающегося в отсутствии плавной зависимости величины сопротивления в месте соприкосновения реостатом с подвижным контактом по мере его перемещения. «Дребезг» может приводить к ошибкам в определении

углового положения, для его устранения необходимо принимать меры, которые существенно усложняют конструкцию и существенно ограничивают быстрдействие.

Одним из наиболее распространенных альтернативных типов датчиков углового положения являются магнитные датчики:

- контактные магнитные датчики представляют собой устройства, состоящие из двух основных частей: магнита и группы реостатов (возможно, с разделительными роторами). Магнит устанавливается на вал, а группа реостатов устанавливается на стационарную часть системы. При повороте вала меняется магнитное поле, которое влияет на сопротивление реостатов. Это изменение сопротивления затем измеряется для определения угла поворота,

- бесконтактные магнитные датчики не требуют физического контакта с валом. Они могут использоваться для измерения углового положения в различных приложениях, включая автомобили, промышленное оборудование и медицинскую технику.

Наиболее массовыми типами бесконтактных магнитных датчиков являются:

- датчики на основе Холла (использующие эффект Холла),
- датчики на основе магниторезистивных эффектов (измеряющие изменение сопротивления материала, изменяющего свою проводимость при воздействии на него магнитного поля).

Магнитные датчики обладают рядом преимуществ перед потенциометрами;

- более высокую точность,
- долговечность,
- возможность работы в широком диапазоне температур,
- высокую прочность.

Вместе с тем, недостатками магнитных датчиков являются:

- чувствительность к электромагнитным помехам
- повышенные требования к величине внешних магнитных полей.

Еще одним из наиболее распространенных альтернативных типов датчиков углового положения являются энкодеры или оптико-электронные датчики, работающие на основе электрических импульсов, которые генерируются при вращении диска с отверстиями, вследствие чего происходит модуляция светового потока.

Выделяют два основных типа энкодеров:

- абсолютные энкодеры могут точно определить угол поворота вращающегося объекта, поскольку они имеют уникальный код для каждого положения вращающегося диска,

- инкрементальные энкодеры, не могут точно определить угол поворота, но они могут измерять скорость вращения вращающегося объекта.

Энкодеры являются надежными и точными датчиками углового положения, которые не подвержены дрейфу. Они также имеют длительный срок службы и могут быть использованы в широком диапазоне приложений, включая робототехнику, авиацию, автомобильную промышленность и медицинское

оборудование.

Вместе с тем, энкодеры являются более сложными в установке и настройке, чем другие типы датчиков, кроме того стоимость их существенно превосходит стоимость потенциометров, (особенно абсолютные энкодеры, обладающие более высокой точностью).

Менее распространены индуктивные датчики углового положения, в них вращение сначала преобразуется в линейное перемещение металлического или ферритового сердечника внутри специально сконструированной катушки индуктивности, вследствие чего выходной сигнал, снимаемый с выходов катушки, изменяется в зависимости от положения сердечника.

Благодаря простоте изготовления при достаточной точности и высокой надежности, индуктивные датчики получили достаточно широкое распространение и успешно работают на многих объектах до сих пор. Основным недостатком датчиков этого типа является большое время отклика, в связи с чем его нельзя использовать для измерений в случае быстро изменяющейся скорости и направления вращения, так как сигнал будет выдаваться с задержкой.

Существуют гибридные датчики углового положения, которые объединяют в себе особенности нескольких типов датчиков, что позволяет достичь высокой точности измерений и устойчивости к внешним воздействиям.

Гибридные датчики углового положения могут быть оптическими или магнитными, и могут использовать комбинацию различных датчиков, таких как оптический и магнитный. Они также могут быть программно настроены для учета дребезга потенциометров и устранения этой проблемы.

Существуют и другие типы датчиков углового положения, такие как емкостные датчики, которые измеряют изменение емкости при изменении расстояния между электродами, и ультразвуковые датчики, которые измеряют время прохождения звуковых волн между передатчиком и приемником.

В целом, выбор конкретного типа датчика углового положения зависит от требований конкретного приложения, таких как точность, устойчивость к вибрациям и температуре, размеры и форма датчика, а также доступность и стоимость. Однако, независимо от типа датчика, существует ряд методов для учета дребезга потенциометров, таких как программное фильтрование, использование дополнительных элементов для защиты от электромагнитных помех и других внешних воздействий.

Чтобы выбрать нужный датчик угла поворота нужно понять критерии для отбора нужного датчика. Выбор датчика будет осуществляться на примере разработки компьютерного руля для автосимуляторов. Индуктивные датчики углового положения не подойдут так как имеют задержку, которая будет сильно мешать при игре в автосимуляторы. Магнитные датчики не подойдут из-за высокой стоимости, которая повысит общую стоимость устройства и может отпугнуть потенциального пользователя. Реализовать данное устройство можно на потенциометре, но, чтобы решить проблему “дребезга” надо выбрать иной способ считывания угла поворота. Для данного устройства точно знать абсолютное значение угла не обязательно. Достаточно будет знать отклонение

от исходного положения, чтобы при повороте руля колеса машины в игре поворачивались. Поэтому в абсолютном энкодере нет необходимости. Однако необходимо знать начальное положение руля. Эту проблему можно решить несколькими способами:

- После поворота механически возвращать руль в исходное положение. Например, с помощью пружин.

- Использовать концевой датчик положения

Направления развития датчиков углового положения включают в себя:

- улучшение показателей точности – несмотря на очень высокую точность измерения присущую современным датчики углового положения, все еще существует потребность в еще большей точности для ряда приложений, например, в медицинской технике, где малейшая ошибка может иметь серьезные последствия,

- улучшение показателей надежности,

- удобство использования – должны быть легко устанавливаемыми и использоваться с любым оборудованием. Кроме того, управление и считывание данных должны быть максимально простыми и интуитивно понятными.

- расширение области применения. Датчики углового положения уже широко используются во многих областях, таких как автомобильная промышленность, робототехника, медицинская техника и другие. Однако, существует потенциал для расширения области применения датчиков, например, в сфере виртуальной и дополненной реальности, где точность и быстродействие являются критически важными.

- уменьшение их размеров и упрощение конструкции, что позволит использовать их в более компактных устройствах и снижать их стоимость,

- обеспечение возможности могут работы в условиях экстремальных температур, вакуума и других сложных условий.

В целом, направления развития датчиков углового положения стремятся к улучшению технических параметров и расширению области их применения. Большое внимание уделяется улучшению точности и надежности, так как это позволяет расширять область применения датчиков и улучшать качество их работы.

Литература

1 Датчики углового положения – виды и принципы действия [Электронный ресурс] – 2018. – URL: <https://smarte.h.info/post/datchiki-uglovogo-polozheniya-vidy-i-principy-deystviya.html> (Дата обращения: 15.03.2023).

2 Цифровые датчики углового положения [Электронный ресурс] – 2021. – URL: <https://shamrin.ru/tsifrovye-datchiki-uglovogo-polozheniya/> (Дата обращения: 15.03.2023).

3 Чубич В. М., Любимов А. Ю. Методы повышения точности измерений датчиков углового положения // Электроника и электротехника. – 2016. – № 9. – С. 58-64.

4 Староверов А.И., Мокроусов И.В. Применение датчиков угла поворота в системах управления // Сборник научных трудов "Электроника и микросистемные технологии". – 2018. – т. 2. № 36. – С. 58-63.

5 Колесова А.С., Трубникова О.В., Черненко В.В. Методика повышения точности измерения угла поворота системы управления с использованием оптических датчиков // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2020. – т. 20. № 3. – С. 472-478.

6 Гаджиева Р.А., Кудряшов А.А. Анализ применения датчиков угла поворота в промышленности // Электроника и микросистемные технологии. – 2021. – т. 4. № 52. – С. 87-92.

ОСНОВЫ МЕТОДА ОПТИКО-ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Целью научного исследования является разработка метода оптико-информационного обеспечения обнаружения артефактов роботизированной системой на сложном фоне при следующих допущениях:

- артефактом, подлежащим обнаружению, является беспилотное воздушное судно (БВС);

- информационным каналом роботизированной системы является пассивная оптико-электронная система (ПОЭС);

- видеoinформация о находящихся в поле зрения ПОЭС фоне и артефактах после окончательной обработки представляется в бинарном виде.

Атмосферный фон (АФ), на котором происходит обнаружение БВС, формируется излучением облачной атмосферы при наблюдении с земной поверхности. Особый интерес вызывает сложный фон, созданный кучевыми облаками различной балльности или другими классами облаков, имеющими разрывы. ПОЭС в процессе приема и обработки излучения атмосферного фона и БВС формирует на конечном устройстве видеопоток, каждый кадр которого представляет собой двумерный массив, элементы которого содержат информацию об уровне энергетической яркости излучения в выбранном направлении.

Процесс обнаружения БВС, основан на фоновом принципе извлечения информации [1–2], сущность которого заключается в том, что в условиях отсутствия априорной информации о наличии БВС в поле зрения ПОЭС, оно находится в тех элементах фоно-целевого изображения (ФЦИ), в которых наблюдаются локальные изменения одного или нескольких свойств выявленных природных закономерностей пространственно-временной структуры излучения АФ. Изменения этих свойств происходят вследствие искажения природных закономерностей пространственной структуры излучения АФ излучением БВС [4].

Экспериментальные исследования пространственной структуры излучения АФ заключаются в оценке зависимости коэффициента пространственной корреляции $R(n)$ различных форм облачности в горизонтальных направлениях между строками и в вертикальных направлениях между столбцами массивов ФЦИ. Характерным отличием пространственной структуры излучения различных классов облачности являются размеры неоднородностей, которые определялись по значению коэффициентов пространственной корреляции между строками и столбцами массивов ФЦИ, принимающими значение выше уровня 0,5. Отсюда по уровню 0,5 коэффициента пространственной корреляции $R(n)$ зная шаг углового сдвига между строками можно оценить угловые размеры по углу места (\square), а между столбцами угловые размеры по азимуту (\square) неоднородностей АФ [4].

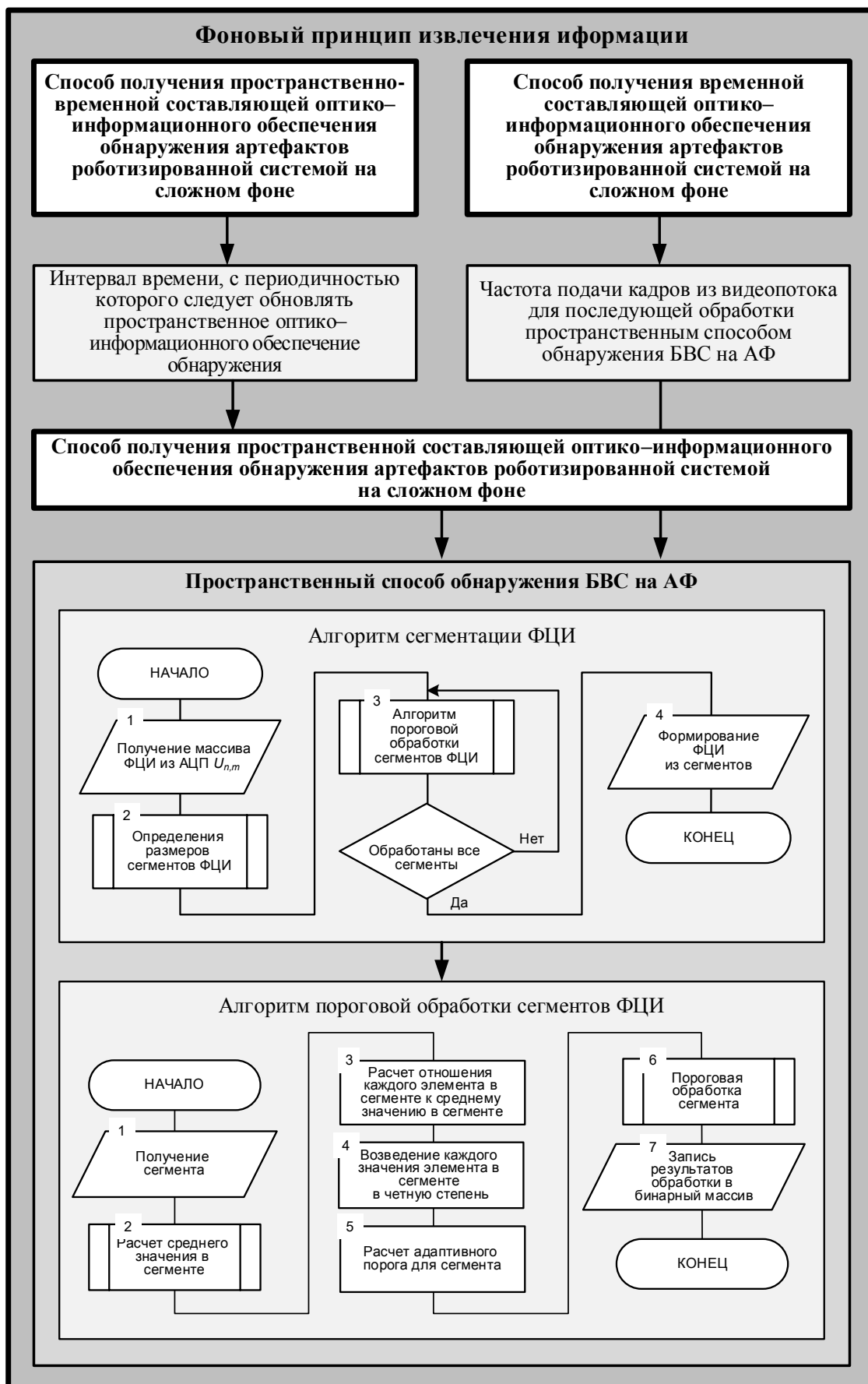


Рисунок 1 – Метод оптико-информационного обеспечения обнаружения артефактов роботизированной системой на сложном фоне

Таким образом, полученные результаты экспериментальных исследований позволили оценить в двух направлениях угловые размеры неоднородностей АФ, что стало основой пространственной составляющей оптико-информационного обеспечения обнаружения изображения БВС на АФ.

Анализ результатов исследований излучения неоднородностей АФ позволил разделить их на две группы в зависимости от их углового размера:

- в первую группу входят те классы облачности, которые содержат мелкомасштабные неоднородности величиной $5 \div 15^\circ$ в вертикальном и горизонтальном направлениях: кучевая (*Cu*), высококучевая (*Ac*), перисто-кучевая (*Cc*) и перистая (*Ci*).

- вторая группа включает классы облачности, которые содержат крупномасштабные неоднородности с угловыми размерами, превышающими полученные ФЦИ, составляют $25 \div 40^\circ$: слоистая (*St*), слоисто-кучевая (*Sc*), перисто-слоистая (*Cs*) формы облачности и ясное небо.

На основе полученных знаний о пространственных спектрах неоднородностей АФ и точечных изображений БВС был разработан пространственный способ обнаружения БВС на АФ (рисунок 1). Сущность способа заключается в том, что в отличие от известных способов, перед применением алгоритма пороговой обработки всего ФЦИ производится его разделение на сегменты в соответствии с алгоритмом сегментации ФЦИ (рисунок 1). Определение размеров сегментов проводится в соответствии со способом получения пространственной составляющей оптико-информационного обеспечения обнаружения (рисунок 1). Это позволяет считать, что в пределах углов, ограниченных размерами выявленных неоднородностей, случайный процесс излучения АФ можно считать стационарным, поскольку его пространственный спектр не содержит высокочастотных составляющих. В противоположность этому случайный процесс излучения БВС пространственный спектр всегда содержит высокочастотные составляющие, что позволяет выработать решающее правило для алгоритма пороговой обработки сегментов ФЦИ (рисунок 1).

Таким образом, предложенный пространственный способ обнаружения БВС на АФ, опираясь на способ получения пространственного оптико-информационного обеспечения обнаружения артефактов роботизированной системой на сложном фоне, позволяет путем последовательного применения алгоритма сегментации и алгоритма пороговой обработки сегментов ФЦИ получить информацию о наличии артефактов в поле зрения ПОЭС представленную в бинарном виде с возможностью определения координат БВС (рисунок 1).

Процесс излучения АФ связан с термодинамическими и турбулентными процессами, происходящими в атмосфере, и являются случайным нестационарным как по пространству, так и по времени. Известно, что все случайные процессы при длительном рассмотрении по своей природе всегда нестационарны, но для каждого из них существует ограниченный интервал времени, когда случайный процесс можно считать стационарным. Для того,

чтобы пространственное оптико-информационное обеспечение в рамках метода обнаружения содержало стационарные характеристики случайного процесса излучения АФ, необходимо их периодически уточнять.

Такую периодичность можно оценить, используя способ получения пространственно-временной составляющей оптико-информационного обеспечения обнаружения артефактов роботизированной системой на сложном фоне (рисунок 1). Основой такого способа является расчет коэффициента взаимной корреляции между поступающими через равные промежутки времени кадрами видеопотока. Интервал времени, соответствующего уровню 0,5 коэффициента взаимной корреляции кадрами видеопотока, позволяет оценить время стационарности – «время жизни» характеристик пространственной структуры АФ, т.е. интервал времени, с периодичностью которого следует обновлять пространственное оптико-информационное обеспечение обнаружения [4].

Кроме рассмотренного выше актуальным остается вопрос о целесообразности обработки всех кадров видеопотока, формируемым ПОЭС в процессе обработки алгоритмами пространственного способа обнаружения БВС на АФ (рисунок 1). Была выдвинута гипотеза о том, что частота основной гармоники спектральной плотности мощности (СПМ) флуктуаций яркости излучения неоднородностей АФ будет ниже кадровой частоты ПОЭС. Следовательно, существует возможность уменьшить количество кадров из видеопотока подвергающихся обработке алгоритмами в рамках пространственного способа обнаружения БВС на АФ (рисунок 1).

Для нахождения оптимальной частоты обработки кадров был разработан способ получения временной составляющей оптико-информационного обеспечения обнаружения артефактов роботизированной системой на сложном фоне. Оценка временной изменчивости проводилась путем оценки частоты основной гармоники СПМ флуктуаций яркости излучения неоднородностей АФ образованных различными классами облачности и согласование с ней частоту подачи кадров для обработки из видеопотока (рисунок 1). Для получения оценок СПМ были проведены измерения флуктуаций яркости излучения неоднородностей АФ в фиксированных направлениях по углу места (\square) в пригоризонтной области, с частотой дискретизации в тысячу раз выше кадровой развертки. При этом значение азимута (\square) оставалось постоянным в течение нескольких минут. В каждом исследованном направлении были получены последовательности из нескольких тысяч значений флуктуаций яркости излучения неоднородностей АФ для различных классов и баллов облачности [4].

Полученные массивы были подвергнуты статистической обработке с применением периодограммного метода оценки СПМ. Результатами статистических исследований стал интервал $0,08 \div 0,25$ Гц оценки основной частоты гармоники СПМ флуктуаций яркости излучения неоднородностей АФ, образованных различными классами и баллов облачности. Исходя из полученных результатов появилась возможность выбора оптимальной частоты подачи кадров из видеопотока для последующей обработки пространственным

способом обнаружения БВС на АФ на частотах значительно ниже (до 1 Гц), чем кадровая частота (50 Гц) видеопотока (рисунок 1).

Таким образом, разработанный метод оптико-информационного обеспечения обнаружения артефактов роботизированной системой на сложном фоне основанный на фоновом принципе извлечения информации состоит из трех способов получения необходимых составляющих оптико-информационного обеспечения: временного; пространственно-временного; пространственного.

Способ получения временной составляющей оптико-информационного обеспечения позволяет оптимизировать выбор частоты подачи кадров из видеопотока для последующей обработки пространственным способом обнаружения БВС на АФ.

Способ получения пространственно-временного составляющей оптико-информационного обеспечения позволяет оптимизировать интервал времени с периодичностью которого следует обновлять выбор размера сегмента. Это составляет основу способа получения пространственной составляющей оптико-информационного обеспечения, необходимые для реализации пространственного способа обнаружения БВС на АФ, состоящего из алгоритма сегментации ФЦИ и алгоритма пороговой обработкой.

Применение метода оптико-информационного обеспечения обнаружения позволит представить роботизированной системе информацию о наличие артефактов в поле зрения ПОЭС в виде бинарного ФЦИ, что обеспечит возможностью определения координат БВС.

Литература

1 Якименко, И. В. Методы, модели и средства обнаружения воздушных целей на атмосферном фоне широкоугольными оптико-электронными системами : монография / И. В. Якименко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1732-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211643> (дата обращения: 20.05.2022).

2 Якименко И.В., Мищенко А.М., Рачковский С.С., Смолин В.А. Результаты экспериментальных исследований пространственной структуры излучения атмосферы в диапазоне $1,5 - 2 \text{ мкм}$ // М.: Светотехника. - 2018. № 1. - С. 40-44.

3 Yakimenko I.V., Mishchenko A.M., Rachkovsky S.S., Smolin V.A. Results of spatial structure of atmosphere radiation in a spectral range $(1.5-2) \text{ }\mu\text{m}$ research // Light & Engineering, 2018. Volume 26, number 3, pp. 7-13.

4 I.V. Yakimenko, Yu.I. Yakimenko, ... Statistical models of the radiance spatial structure of clouds of different types in the $1.5-2 \text{ }\mu\text{m}$ range. Proceedings of International Symposium «Atmospheric Radiation and Dynamics» (ISARD-2019). Saint-Petersburg State University, 2019. pp. 220-221.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

1. *Артюхова П.А., Шутова Д.Ю. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ* 3
2. *Бадяева В.К., Мухарлямков Р.Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ОПИСАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ВСАДНИКА ОТНОСИТЕЛЬНО ЗЕМЛИ ПО ГАРМОНИЧЕСКОМУ ЗАКОНУ* 5
3. *Блохин А.А., Свириденков К.И. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В РОССИИ* 8
4. *Василькова М.А., Пучков Ю.И. ВЫБОР КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОДА* 12
5. *Василькова М.А., Булыгина О.В. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ* 17
6. *Глухарева Е.С., Окунев Б.В. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕАМ-СИСТЕМ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ* 22
7. *Голощапова А.С., Жужгина И.А. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ* 25
8. *Дегтярева А.А., Федулова А.С., Федулов Я.А. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ* 28
9. *Докторова Я.А., Федулова А.С., Федулов Я.А. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ* 30
10. *Докторова Я.А., Свириденкова М.А. BIG DATA И БЛОКЧЕЙН: ПОТЕНЦИАЛ ОБЪЕДИНЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ* 33
11. *Дубасова Д.С., Свириденкова М.А. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К УЧЕТУ ПОГРЕШНОСТЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПАССИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА* 37
12. *Егоренков Н.В., Свириденкова М.А. ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ* 42
13. *Жлобницкий М.Д., Тютюнник А.А. АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ* 46
14. *Корень Н.А., Кириллова Е.А. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ШАХМАТИСТОВ* 49
15. *Короткевич Т.А., Широченко В.А. ПОДСИСТЕМА АНИМАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ* 52
16. *Круглякова М.В., Шутова Д.Ю. УГРОЗА БЕЗОПАСНОСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ: SQL-ИНЪЕКЦИИ* 55

17.	<i>Лакеев С.А., Курылев В.А., Федулов Я.А. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ</i>	58
18.	<i>Мавренкова В.О., Федулова А.С., Федулов Я.А. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ВОЕННО-ТАКТИЧЕСКИХ ИГР</i>	63
19.	<i>Мурашкин Е.В., Федулова С.А., Федулов Я.А. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ВЕБ-РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ШАБЛОНИЗАТОРА ДОКУМЕНТОВ</i>	67
20.	<i>Недюхин В.А., Широченко В.А. ПОДСИСТЕМА СОЗДАНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ГРАФИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ</i>	71
21.	<i>Павлова Ю.В., Прокуденков Н.П. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ НАСТРОЙКИ САР</i>	75
22.	<i>Протаскина О.Ю., Тютюнник А.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА CRM-СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ С КЛИЕНТОМ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ</i>	79
23.	<i>Пчелко А.А., Свириденкова М.А. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ</i>	82
24.	<i>Смирнова К.Н., Окунев Б.В. АНАЛИЗ ПОДХОДОВ И МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ</i>	86
25.	<i>Ульянова К.А., Тютюнник А.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБЗОР ЛИДЕРОВ СУБД НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ</i>	91
26.	<i>Устиненкова А.В., Шутова Д.Ю. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ПАРОЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ: МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ</i>	95
27.	<i>Яковлев С.С., Свириденкова М.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ</i>	98

СЕКЦИЯ 4

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА И ОПТОТЕХНИКА

1.	<i>Аверкиев В.В., Борсук Р.А., Иванов О.Д., Астахов С.П. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВ ДИАГНОСТИКИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ</i>	104
2.	<i>Андреев А.Д., Рассказа Д.С. РОБОТ-ТАНЦОР</i>	108
3.	<i>Астахова Т.С., Астахов С.П. ОТРАЖАТЕЛИ-РАДИАТОРЫ ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ В ИСТОЧНИКЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ</i>	110
4.	<i>Астахова Т.С., Якименко И.В. СТАБИЛИЗАЦИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЯРКОСТНОГО КОНТРАСТА СВЕЧЕНИЯ СВЕТОФОРА И ФОНА В АВТОНОМНОМ КОМПЛЕКСЕ ОБУСТРОЙСТВА ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА</i>	114

5.	<i>Астахова Т.С., Астахов С.П. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНОВ</i>	117
6.	<i>Ахмедов А.А., Образцов С.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SOC ZYNQ В УСТРОЙСТВЕ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ПРОТОКОЛУ USB</i>	120
7.	<i>Березкин М.В., Астахов С.П. РАЗВИТИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ МНОГОЗАТВОРНОГО ТРАНЗИСТОРА</i>	123
8.	<i>Боровикова А.Н., Жбанова В.Л. ВИЗУАЛЬНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОБЪЕКТИВОВ</i>	126
9.	<i>Буриков Д.Н., Зиенко С.И. МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В АЛМАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</i>	129
10.	<i>Буриков Д.Н., Зиенко С.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ</i>	132
11.	<i>Бушуев И.С., Рассказа Д.С. ПРИМЕНЕНИЕ ИНКЛИНОМЕТРОВ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ</i>	135
12.	<i>Ващенко М.С., Грищенков И.С., Астахов С.П. BLUETOOTH КОЛОНКА С ФУНКЦИЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕСТАМИ</i>	139
13.	<i>Войццкий А.С., Бакушев В.В., Астахов С.П. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ НИЖНЕГО ПОЛИВА КОННЫХ ПОЛЕЙ</i>	141
14.	<i>Гафуров В.Р., Жбанова В.Л. ИНТЕРПОЛЯЦИЯ МАТРИЧНОГО ФОТОПРИЕМНИКА НОВОГО ТИПА</i>	145
15.	<i>Гафуров В.Р., Равшанова Ш.Ш., Жбанова В.Л. ХРОМАТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ПО ФОН КРИСУ</i>	148
16.	<i>Гафуров В.Р., Жбанова В.Л. АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ФОТОКАМЕР С ПОМОЩЬЮ КОЛОРИМЕТРА</i>	153
17.	<i>Глинков С.Н., Амелина М.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБМЕНА С ДАТЧИКАМИ DS18B20 ПО ПРОТОКОЛУ 1-WIRE НА ПЛИС</i>	156
18.	<i>Гончаров П.Л., Астахов С.П. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ПОИСКА ПРОПАВШИХ ВЕЩЕЙ</i>	158
19.	<i>Горошко А.Ю., Ковалева Д.А., Астахов С.П. ОБЗОР УСТРОЙСТВ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОТОРЫХ ОСНОВАН НА ЯВЛЕНИИ ФОТОЭФФЕКТА</i>	161
20.	<i>Д.В. Градинар, студ., рук. В. А. Смолин, к.т.н. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА С ГОЛОСОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ</i>	164
21.	<i>Даузов А.С., Рассказа Д.С. НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ДАННЫХ</i>	168
22.	<i>Демидкина Л.К., Амелин С.А. СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ УСЛОВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ В ПРОГРАММЕ Micro-Cap 12</i>	171
23.	<i>Денисенко И.О., Беленкин Д.В., Астахов С.П. ЭЛЕКТРОННАЯ ИГРУШКА «СОВА-РОБОТ»</i>	174

24.	<i>Дерябина А.О., Жбанова В.Л. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БЛЕСКА, МЕРЦАНИЯ И ОГНЯ БРИЛЛИАНТОВ</i>	177
25.	<i>Дерябина А.О., Жбанова В.Л. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЦВЕТА БРИЛЛИАНТОВ</i>	181
26.	<i>Евсеев Д.Г., Исаева А.В., Белугин А.О., Астахов С.П. ОСОБЕННОСТИ ПАССИВНЫХ ПРИБОРОВ НАБЛЮДЕНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ</i>	185
27.	<i>Елизарова Н.А., Смолин В.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ НАСТОЛЬНОЙ ИГРЫ «ПО СТОПАМ ДРАКОНА»</i>	188
28.	<i>Еремин А.С., Рассказа Д.С. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЕГИДРАТАЦИИ ТКАНЕЙ</i>	191
29.	<i>Ефременков А.В., Амелин С.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЛИТЕЛЬНЫХ И УМНОЖИТЕЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ В САУ</i>	195
30.	<i>Захаров К.В., Субботин Н.В., Левкин Р.А., Астахов С.П. ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА С X86 ПРОЦЕССОРОВ НА ARM</i>	197
31.	<i>Иванова А.С., Ковалева М.С., Образцов С.А. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРФЕЙСА К ПРОГРАММИРУЕМЫМ РЕЛЕ</i>	200
32.	<i>Кавин А.В., Образцов С.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ «СТАРОГО» РАДИОПРИЁМНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ Arduino</i>	203
33.	<i>Кавин А.В., Образцов С.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В СОСТАВЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ</i>	208
34.	<i>Кичулкин Д.А., Якименко И.В. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ</i>	211
35.	<i>Ковалев С.А., Кутахин Е.М., Филиппов Д.С., Астахов С.П. ИГРА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПАМЯТИ НА АРДУИНО</i>	216
36.	<i>Ковалев В.А., Смолин В.А. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ КАНАЛА СВЯЗИ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА</i>	219
37.	<i>Ковалева М.С., Иванова А.С., Рассказа Д.С. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ БЛОКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КОММУТАЦИИ ПИТАНИЯ</i>	221
38.	<i>Ковалева М.С., Ковалев В.А., Рассказа Д.С. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ БЛОКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КОММУТАЦИИ ПИТАНИЯ</i>	224
39.	<i>Козенова А.О., Строев Н.Н. ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА И ПРИМЕНЕНИЯ РАСХОДОМЕРОВ ПОТОКОВ ЖИДКОСТИ С УЧЕТОМ МЕШАЮЩИХ ФАКТОРОВ В ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМАХ</i>	227
40.	<i>Котова С.С., Гавритенков А.Р., Казбаев Д.В., Астахов С.П. ИЛЛЮЗИИ, МИРАЖ ИЛИ ПАРАДОКСЫ ЗРЕНИЯ?</i>	231
41.	<i>Красавцев О.О., Якименко И.В. ПРОБЛЕМАТИКА ОБРАБОТКИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛУЧЕВОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ</i>	234

42. *Лауб Н.А., Астахов С.П. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ* 238
43. *Лутченков В.С., Мелешко И.И., Новиков А.Ю., Астахов С.П. ОБЗОР ОХРАННЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ* 241
44. *Макеенков А.А., Бобков В.И. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА КИСЛОРОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ* 244
45. *Маневский К.Р., Данченков В.А., Якушенков Д.Ю., Рассказа Д.С. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ FRV – СИСТЕМЫ С ОТСЛЕЖИВАНИЕМ НАКЛОНА ГОЛОВЫ* 246
46. *Меховников А.Е., Рассказа Д.С. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СТОЛОВОГО ПРИБОРА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ТРЕМОРА РУК* 249
47. *Мялик Д.В., Астахов С.П. МОДУЛЬ ОЦЕНКИ ЦВЕТА* 252
48. *Никитин И.В., Денисенко В.А., Астахов С.П. АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛИЗАТОРА УРОВНЯ ЖИДКОСТИ* 256
49. *Николаенков И.В., Смолин В.А. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УХОДА ЗА РАССАДОЙ ПРИ СТЕЛЛАЖНОЙ КОМПОНОВКЕ* 259
50. *Николаенков И.В., Смолин В.А. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УХОДА ЗА РАССАДОЙ ПРИ СТЕЛЛАЖНОЙ КОМПАНОВКЕ* 261
51. *Новиков П.Б., Строев Н.Н. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ* 265
52. *Новиков П.Б., Строев Н.Н. КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВА ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ* 267
53. *Павлов И.А., Смолин В.А. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ АТМОСФЕРЫ* 269
54. *Павловская В.А., Зинченко К.А. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЗАРЯДА ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ* 271
55. *Павловская В.А., Зинченко К.А. ПАССИВАЦИЯ ЛИТИЙ-ТИОНИЛХЛОРИДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ* 276
56. *Перистый Д.В., Степкин А.В., Кравченко Г.Н., Астахов С.П. ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КМОП-МАТРИЦ С ОБРАТНОЙ ЗАСВЕТКОЙ В КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛЕСКОПАХ* 279
57. *Петрова Ю.С., Амелин С.А. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ SMART-МАСКИ* 283
58. *Петрова Ю.С., Амелин С.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ ВИДИМЫЙ СВЕТ* 286

59.	<i>Петрова Ю.С., Амелин С.А. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ В СФЕРЕ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ</i>	288
60.	<i>Петрова С.А., Жбанова В.Л. СТАБИЛИЗАЦИЯ ФОТОКАМЕР</i>	292
61.	<i>Погонченков И.В., Матвеев К.Д., Астахов С.П. ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СВАРКИ</i>	295
62.	<i>Попков А.С., Шевченко И.С., Крупенькин В.С. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА «СВЕТОУПРАВЛЯЕМОГО РОБОТА»</i>	298
63.	<i>Пучков А.В., Якушенков Д.Ю., Смолин В.А. РАЗРАБОТКА ПЕРЬЕВОГО ПЛОТТЕРА НА БАЗЕ ARDUINO</i>	300
64.	<i>Пятченков Д.С., Конаков А.Н. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА</i>	304
65.	<i>Рахметов В.Г., Малофеев М.А., Ларионов С.А., Астахов С.П. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДАХ</i>	308
66.	<i>Романов Д.Д., Дроздецкий С.В. БЕЗДАТЧИКОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА</i>	311
67.	<i>Сарвилов Д.В., Якименко И.В. ПРОБЛЕМАТИКА СОПРОВОЖДЕНИЯ МИКРО БЛА КОПТЕРНОГО ТИПА</i>	314
68.	<i>Сидоренков Н.А., Зиенко С.И. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ПОЛУПРОВОДНИК НА АЛМАЗЕ»</i>	316
69.	<i>Сидоренков Н.А., Зиенко С.И. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ АЛМАЗОВ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ</i>	319
70.	<i>Соинский А.А., Кожевников М.Д., Астахов С.П. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗВУКА В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ДОМАШНЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ</i>	322
71.	<i>Стрелова Е.А., Амелин С.А. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ ZIGBEE</i>	325
72.	<i>Тиханков И.И., Левин А.С., Коваленко И.Н., Астахов С.П. БЮДЖЕТНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ОЧИСТИТЕЛЬ ОБУВИ</i>	328
73.	<i>Толмачев Д.К., Гафуров В.Р., Жбанова В.Л. ИЗМЕРЕНИЕ КРИВОЙ СИЛЫ СВЕТА ПРОЖЕКТОРА</i>	331
74.	<i>Трошко Д.А., Астахов С.П. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТЕЙ СЛАБОТОЧНЫХ КАБЕЛЕЙ</i>	334
75.	<i>Туматов И.В., Образцов С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ УМНОЖИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ</i>	337
76.	<i>Филатов Д.А., Жбанова В.Л. ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ НАУКИ И ТЕХНИКИ</i>	341
77.	<i>Филатов Д.А., Горисев Г.А., Астахов С.П. ОСОБЕННОСТИ КОМПОНОВКИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КАМЕР МАШИННОГО ЗРЕНИЯ</i>	345

78.	<i>Филатов Д.А., Жбанова В.Л. ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ</i>	348
79.	<i>Филиппенков Н.С., Титов Э.В. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТИПОВОГО ПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ</i>	352
80.	<i>Хотеев А.А., Зиенко С.И. ДИАГНОСТИКА ПОДЛИННОСТИ БРИЛЛИАНТА ПРИ ПОМОЩИ ЛЮМИНОСКОПА</i>	356
81.	<i>Хроменков З.А., Бушуев Д.А., Смирнов С.М. ВЛИЯНИЕ RGB-ПОДСВЕТКИ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ИГРОВОГО КОМПЬЮТЕРА</i>	358
82.	<i>Шукалова А.В., Астахов С.П. ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО «РАСПРЕДЕЛЯЮЩАЯ ШЛЯПА»</i>	361
83.	<i>Юденич М.В., Астахов С.П. ОБЗОР ДАТЧИКОВ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ, РЕШАЮЩИХ ПРОБЛЕМУ «ДРЕБЕЗГА» ПОТЕНЦИОМЕТРОВ</i>	364
84.	<i>Якименко Ю.И., Бобков В.И. ОСНОВЫ МЕТОДА ОПТИКО-ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ</i>	368

Научное издание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА
(математическое моделирование и совершенствование технических систем и технологических
процессов микроэлектроника и оплотехника)
Сб. трудов XX Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов
Сборник трудов в 3-х томах
Том 2

Подписано в печать 27.04.2023 г.
Формат 60x84¹/₁₆ . Тираж 100 экз. Печ. л. 23,75

Издательство «Универсум»
Отпечатано в издательском секторе филиала МЭИ в г. Смоленске
214013 г. Смоленск, Энергетический проезд, 1

ISBN 978-5-91412-499-8



9 785914 124998