

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

На правах рукописи

УДК 628.9.06:006

ПОЛИЩУК
Сергей Игоревич

**МНОГОКАНАЛЬНАЯ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМАЯ
ДИММИРУЕМАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ,
ОРГАНИЗОВАННАЯ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА USITT DMX-512**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологии
по специальности 1-39 81 01 Компьютерные технологии
проектирования электронных систем

Минск 2016

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **ПОЗНЯК Александр Анатольевич**,
кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры химии учреждения образования «Бело-
русский государственный университет информати-
ки и радиоэлектроники»

Рецензент: **НОВИКОВ Сергей Олегович**,
кандидат технических наук, доцент кафедры
электрических систем учреждения образования
«Белорусский национальный технический уни-
верситет»

Защита диссертации состоится «24» июня 2016 г. года в 9⁰⁰ часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. П.Бровки, 6, копр. 1, ауд. 415, тел. 293-20-80, e-mail: kafpiks@bsuir.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

СОГЛАСОВАНО:

_____ А.А. Позняк

« ___ » _____ 2016 г.

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

С развитием полупроводниковой промышленности стало динамично развиваться твердотельное (светодиодное) освещение (*Solid-State Lighting – SSL*) – новая быстро развивающаяся отрасль, возникшая на стыке полупроводниковой электроники и светотехники. Главные преимущества *SSL* – высокая светоотдача и длительный рабочий ресурс, позволяющие в разы снизить затраты на электроэнергию и эксплуатационные расходы для осветительной аппаратуры. На данный момент среди электрических источников света – светодиодные являются самыми надёжными, экономичными, экологичными и безопасными, не содержащими вредных веществ.

Также к достоинствам светодиодных источников следует причислить сверхдолгий срок службы (до 10^5 ч); низкое энергопотребление; высокую светоотдачу; возможность работы при низких температурах; широкий температурный диапазон эксплуатации; чистоту цвета, то есть возможность получения любого цвета и оттенка излучения светодиодов; высокий уровень безопасности, обеспечиваемый малым тепловыделением светодиодов и низким питающим напряжением, что дает возможность их использования под водой, в условиях с высокими требованиями к взрывозащищенности и других специальных условиях применения; компактные установочные размеры; варьируемая направленность излучения; простота электро монтажа и легкость крепления к любой поверхности, существенно облегчающие и удешевляющие монтаж и ремонт, стойкость к механическим воздействиям; безынерционность; возможность управления через контроллеры, диммеры – устройства регулирования яркости источников света; экологическая и пожарная безопасность, отсутствие побочного УФ или инфракрасного (ИК) излучения и слабый нагрев.

Использование светодиодного освещения в быту и промышленности позволит сделать существенный прорыв в безопасности, энергоэффективности систем освещения.

При проектировании распределенной системы освещения требуются исполнительные устройства для управления элементами освещения (диммеры) и управляющий контроллер, который выполняет функциональные задачи по управлению каждым независимым каналом света (источником света).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы магистерской диссертации

Большинство исследований по теме диссертации направлены на управление небольшим количеством источников света, их число ограничивается 1000 единиц. В современном мире существует объекты, требующие намного большего количества искусственных источников света различной природы.

Наряду с этим возникло и достаточно большое количество устройств управления ими. Создание программно-аппаратной системы многоканального освещения позволит организовать управление всей системой в рамках единого протокола обмена данными, увеличить количество управляемых источников в 16 раз, благодаря чему появится возможность отображать пользователю результаты светотехнического моделирования. Данные преимущества делают тему магистерской диссертации актуальной.

Степень разработанности проблемы

Системы управления многоканальным освещением рассмотрены М. Тихончуком, *J. Adams*, *M. Merfi* и *D. Klassmann*, *A. Paulb*, все они имеют ряд недостатков, связанных с немасштабируемостью системы. Только последним автором предложены системы, основанные на стандартных каналах связи для удаленного управления.

Предложенное исследование направлено на устранение этого недостатка с помощью применения стандарта *USITT DMX-512*.

Цель и задачи исследования

Цель работы: Создание программно-аппаратной системы многоканального освещения, управляемой на основе стандарта *USITT DMX-512*, с изучением возможных уязвимостей и способов их устранения.

Задачи исследования:

1. Анализ современных многоканальных диммируемых систем освещения и стандартов управления ими.
2. Анализ и моделирование основных структурных единиц; выявление возможных уязвимостей в стабильности работы и помехозащищенности.
3. Построение опытного образца на основе смоделированной системы.

Объект исследования – искусственные источники света, технические решения повышения КПД систем освещения на программном уровне. Создание управляемых источников света.

Предмет исследования – программное обеспечение и устройства управления диммируемой системой многоканального освещения, организованной на основе стандарта *USITT DMX-512*.

Практическая значимость диссертации состоит в том, использование современных систем управления освещением позволяет достаточно эффективно снизить потребление электроэнергии. Энергосбережение достигается за счет: автоматизации освещения – свет включается в зависимости от присутствия людей; поддержания установленного уровня освещения путём регулировки яркости искусственного освещения и включения его только при необходимости.

Использование светодиодных источников позволяет получить максимальную светоотдачу и, соответственно, повышенную эффективность в

сравнении со всеми другими, используемыми на сегодняшний день, источниками света.

Программный комплекс позволяет выполнить всю необходимую для пользователя автоматизацию и анимацию световых решений в соответствии с заданными алгоритмами.

Повышение общего срока службы системы освещения за счет применения светодиодных источников, улучшенные массогабаритные параметры устройств позволят системе выйти на мировой уровень и успешно конкурировать на мировом рынке. Использование стандартизированного протокола обмена данными позволяет осуществлять интеграцию устройства с аналогичными системами других фирм-производителей.

В диссертационной работе будут рассмотрены вопросы анализа программно-аппаратной системы, а также алгоритмы функционирования, автоматизации и симуляции световых решений в программном продукте.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Разработанная структура системы многоканального освещения, основанная на собственных разработках, позволяющая в режиме реального времени управлять до 16 тыс. источниками света.

2. Методика экспериментального моделирования пропускной способности канала связи в среде *Madrix*, основанная на натурном эксперименте, позволяющая дать полную картину – сколько кадров в секунду способна отобразить программно-аппаратная система управления освещением на разработанных устройствах.

3. Результаты моделирования вибрационных нагрузок печатной платы устройства на резонансных частотах, основанное на имитационном моделировании в *SolidWorks*, позволяющее отобразить слабые механические части в разработанных прототипах устройств.

Личный вклад соискателя магистра техники и технологии

В диссертационной работе представлены материалы исследований, которые являются результатом самостоятельной работы автора. Соискателем выполнены исследования по созданию полноценной системы программно-управляемой системы освещения и декоративной подсветки. Результаты промежуточных этапов исследований уже на сегодняшний день успешно апробированы и эксплуатируются на объектах нашей страны.

Научная новизна работы заключается в следующих результатах:

1. Аналитически определен наиболее оптимальный протокол для управления многоканальным освещением.

2. Разработанный прототип управления освещением обеспечивает поддержку до 16 тысяч каналов, что в 20 раз больше, чем существующие аналоги.

3. Разработанное программное обеспечение позволяет делать масштабируемые сети светильников.

Практическая значимость подтверждается тем, что разработанное устройство управления многоканальным освещением на базе предприятия ООО «Звук и Свет ПРО» внедрено в производство и введено в эксплуатацию в музее природы Нац. парка РБ «Беловежская пуща» и диско-клубе «СИТИ» г. Бреста, некоторые экспериментальные образцы эксплуатируются в Корее, Голландии, США.

Апробация работы проводилась на следующих научно-технических конференциях:

1. XXXIII международная научно-практическая заочная конференция «Наука вчера, сегодня, завтра», 2016 г., Новосибирск.
2. LVII международная научно-практическая заочная конференция «Технические науки - от теории к практике» 2016 г., Новосибирск.
3. 47-ая, 48-ая, 49-ая, 51-ая, 52-ая студенческая научно-техническая конференция БГУИР, 2011–2016 гг., Минск.
4. республиканская научная конференция студентов и аспирантов «НИРС-2011» и «НИРС-2012», 2011, 2012 г., Минск.
5. 8-ая международная научно-техническая конференция «РТ-2012», 2012 г., Севастополь, Первый Грант.
6. 4-ая студенческая международная заочная научно-практическая конференция, 2012 г., Новосибирск, Лауреат.
7. 2-ая международная научно-практическая конференция, 2012 г., Черновцы.

По теме магистерской диссертации опубликовано 15 научных работ в рамках разработки устройства, из них 6 статей во время проведения исследований протокола удаленного управления и структурного анализа системы многоканального освещения.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав с краткими выводами по каждой главе, заключения и библиографического списка.

В первой главе приведен обзор современных протоколов управления освещением. **Во второй главе** представлен анализ стандарта *USITT DMX-512*. **В третьей главе** разработан прототип устройства для управления системой многоканального освещения. **В четвертой главе** разработано программное обеспечение для ПК. **В пятой главе** приведены результаты моделирования пропускной способности канала управления освещением.

В приложении представлены акт внедрения, графическая часть, копии публикаций автора.

Общий объем диссертационной работы составляет 85 страниц. Из них 68 страницы основного текста, 16 иллюстраций на 5 страницах, 2 таблицы на 2 странице, библиографический список из 35 наименований на 3 страницах, список собственных публикаций соискателя из 16 наименований на 3 страницах, приложений на 16 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы управления многоканальными источниками света, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В **первой главе** рассматриваются современные стандарты управления распределенных многоканальных систем освещения, проводится их анализ и выявляются существенные недостатки.

ANSI E1.3 – 2001 – один из самых первых методов управления, закрепленных в международном стандарте. Управление силой света происходит с помощью изменения напряжения.

Недостатком аналогового подхода при управлении десятками и тем более сотнями осветительных приборов является большое количество линий управления, что делает данный метод неприменимым для сложных систем с несколькими сотнями осветительных приборов.

Управление освещенностью по электросетям применяется в коммерческих и жилых помещениях. Данный протокол практически не используется для светодиодных систем освещения по причине несовместимости по мощности и высоким пусковым токам.

DMX-512 – этот стандарт был разработан для цифровых сетей передачи данных, используемых для управления светодиодными источниками света и другими устройствами.

Широкое распространение протокола *DMX-512* объясняется несколькими причинами: в его основе лежит интерфейс *EIA-485*; высокая надежность; возможность управления несколькими сетями светильников по трем проводам.

Единственный недостаток протокола *DMX* — односторонняя передача от контроллера к источнику света. Соответственно, невозможно проводить мониторинг состояния светильников и отслеживание сбоев.

RDM — данный протокол является модернизацией протокола *DMX-512*, позволяющей получать данные от источника света по стандартным линиям *DMX*. Возможны конфигурирование, мониторинг статуса, управление *RDM*-устройствами.

Стандарт *DALI* был разработан как продолжение аналогового интерфейса *AVC 1–10 В*. Это открытый стандарт для люминесцентных ламп с балластом.

KNX — протокол *OSI* для управления зданием. Протокол основан на трех стандартах: *EHS* — *European home systems*, *BatiBUS* и *EIB (Instabus)* — *European installation bus*.

Протокол *KNX* не привязан к какой-либо аппаратной платформе. Передача данных может производиться по нескольким средам: витая пара, электросеть, радиоканал, линии *Ethernet*.

Недостатком данной системы является необходимость привлечения опытного специалиста для настройки установленной системы.

Во второй главе приведен анализ стандарта *USITT DMX-512*, рассмотрены вопросы повышению устойчивости передачи данных применением терминаторов, буферизованного выхода. Также рассмотрены вопросы заземления исполнительных устройств, оптической изоляции линии данных, обработку запаздываний данных в линии.

Цифровые системы, которые применялись и до широкого распространения *DMX-512*, были разнообразны и совершенно несовместимы между собой. Более того, многие производители, опасаясь коммерческого пиратства, стремились не раскрывать подробностей работы их систем. Все это оставляло конечному пользователю очень мало возможностей для выбора. И если он покупал пульт одного производителя, то часто ему приходилось покупать диммеры тоже у него. Протокол *DMX-512* не является идеалом, однако к настоящему времени он получил наибольшее распространение. Его структура специально поддерживалась максимально простой для того, чтобы стимулировать как можно большее число производителей перейти на этот протокол. Простота протокола была привлекательной для производителей, т. к. для его использования не было необходимости в больших инвестициях или кардинальной переработке уже существующих устройств.

Стандарт *EIA-485*, используемый *DMX-512*, способен работать с линиями длиной до 1 км. Эта величина является рекомендуемым максимумом.

В третьей главе представлены результаты разработки опытного образца устройства управления освещением.

Устройство управления многоканальным освещением выполнено на базе микроконтроллера серии *STM32F103*, который выполняет непосредственное обслуживание всех периферийных модулей.

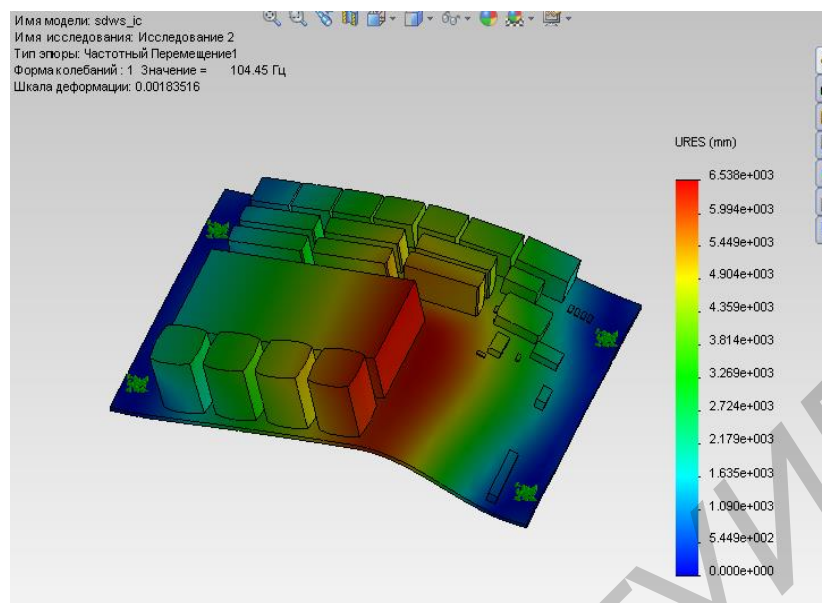


Рисунок 1 – Моделирование собственных резонансных частот платы управления

Для работы устройства используется карта памяти *MicroSD*. Текущие выбранные параметры отображаются на двустрочном дисплее. Опционально, к устройству может быть подключен модуль беспроводной связи. Он позволяет дистанционно управлять выбором светового сценария, останавливать его, а также изменять яркость свечения всех выходов одновременно.

Для разработанного образца были проведены тесты компьютерного моделирования целью определения собственных резонансных частот (рисунок 1).

В **четвертой главе** представлены результаты разработки программного обеспечения для ПК и встроенной прошивки микроконтроллера.

Для управления диммерами для светодиодов было изготовлено устройство для связи их с компьютером по стандарту *USB 2.0*. Данное устройство преобразует протокол компьютера *USB* в протокол управления световыми приборами (*DMX*). Написанное программное обеспечение (пользовательский интерфейс показан на рисунке 3) позволяет создавать 18 «сцен» (сцена — светодинамическая композиция), с возможностью плавных переходов между ними.

Для написанного программного обеспечения был проведен инженерно-психологический анализ пользовательского окна приложения.

Написание прошивки для микроконтроллера было одним из самых продолжительных этапов. Это в первую очередь связано со спецификой написания кода под микроконтроллеры, работу с периферией и т. п.

Следующим этапом было разработка прошивки для устройства, с добавлением *Ethernet* порта. Данное нововведение дает возможность синхронизации, удаленного управления и настройки устройств. Увеличивается скорость обмена данными между ПК устройством в 50 раз, отсутствует необходимость в написании собственного *USB* драйвера, собственно как и отпадает зависимость от платформы ПК. Это дает в свою очередь экономический эффект в коммерческом использовании.

Type	Device	FPS
DMX	SG Dev04 (manual 4, 192....	41.7
DMX	SG Dev03 (manual 3, 192....	26.3
DMX	SG Dev02 (manual 2, 192....	34.6
DMX	SG Dev01 (manual 1, 192....	38.5

Рисунок 2 – Результаты моделирования

В пятой главе представлены результаты светотехнического моделирования устройства в программном продукте *Madrix*, освещены вопросы создания карты устройств и назначения адресов.

Программное обеспечение позволяет графически моделировать как двумерные световые изображения, так и 3D. Написанное мной программное обеспечение позволяет детектировать исходящий поток данных, делать их отрисовку на экране с помощью *OpenGL*. Воспроизведение световых сценариев происходит по заранее созданной карте устройств.

Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

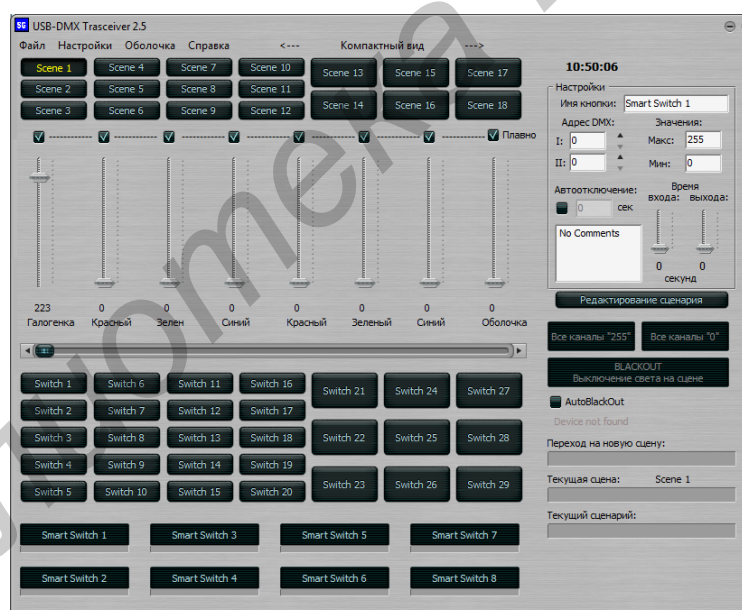


Рисунок 3 – Пользовательское окно приложения

На основании проведенного эксперимента сделан вывод, что разработанная система многоканального освещения и декоративной подсветки обеспечивает частоту обновления кадра 26 и более Герц, что при зрительном восприятии дает непрерывно изменяющийся поток света. Максимальная частота обновления кадра получилась 41,7 Гц, что соответствует норме, однако не доходит до теоретического максимума – 44 Гц. Это связано с потерями и рассинхронизацией управляющей программы и устройства воспроизведения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований было доказано, что:

1. Системы освещения, построенные на основе стандарта DMX-512 и *Art-Net*, являются помехозащищенными, экономически выгодными, безопасными.

2. Разработанные опытные образцы устройств имеют собственные резонансные частоты, составляющие 104.45 Гц, 212.3 Гц, 250.36 Гц, 422.39 Гц, 496.85 Гц

3. Максимальная пропускная способности тракта передачи данных, составляет 41,7 световых кадров в секунду.

В результате проведенной работы по созданию опытного образца было создано программное обеспечение для микроконтроллера (прошивка) *STM* фирмы *STMicroelectronics*, а также управляющая программа для компьютера.

4. Разработанное устройство имеет ряд преимуществ над существующими аналогами:

- количество поддерживаемых источников освещения 16384;
- количество выходных каналов: 4;
- дистанционное управление по протоколу *DMX-512*;
- дистанционное управление по радиоканалу.
- отображение всех текущих параметров на ЖКИ;
- наличие часов реального времени для архитектурного освещения.

При проектировании опытного образца были реализованы методы ШИМ модуляции выходного светового потока, позволяющие потребителю экономить средства на потреблении системы освещения.

5. В результате разработки опытного образца, устройство имеет следующие характеристики:

- габариты: 136×96×40 мм;
- масса – 0,36 кг;
- вероятность безотказной работы за 1000 часов – 0,972;
- наработка на отказ – 35260 часов.

Моделирование производилось с помощью программных продуктов *Proteus, SolidWorks, Madrix*.

Данное исследование светодиодной системы освещения наряду с созданием опытных образцов и программного обеспечения имеет высокую практическую значимость, подтверждением того является изготовление небольшой партии таких устройств и их успешное применение в музее природы Национального парка «Беловежская пуща», в дискотеке «СИТИ» и торгово-развлекательном центре «*Didas Persia*» г. Бреста (Республика Беларусь). Опытные образцы на сегодня используются более чем в 8 странах, общим количеством 30 единиц.

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники в учебные курсы «Микропроцессорные системы и их применение» и «Конструирование и технология электронных устройств».

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1. Полищук, С. И. Диммер для светодиодов и система освещения на его основе / С. И. Полищук, А. А. Позняк // Электроцех. — 2014. — № 5. — С. 14-23. — (Проектирование и эксплуатация). — Библиография: с. 23.

2. Полищук, С.И. Диммер для светодиодов и система освещения на его основе // Моделирование, компьютерное проектирование и технология производства электронных средств: материалы 47-й СНТК, Минск, 25-29 апр. 2011 г. / редкол.: М.П. Батура [и др.].— Минск: БГУИР, 2011. — С. 17. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_68052.pdf. — Дата доступа 10.03.2014.

3. Полищук, С.И. Диммер для светодиодов и система освещения на его основе // Сборник тезисов докладов Республиканской научной конф. студ. и асп. Республики Беларусь «НИРС 2011», 18 окт. 2011 г., Минск / редкол.: С.В. Абламейко [и др.]. — Минск: Изд. центр БГУ, 2011. — С. 264.

4. Полищук, С. И. Система управления освещением с USB интерфейсом / С. И. Полищук // Информационные технологии и управление: материалы 47-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 25–29 апр. 2011 г. / редкол.: М.П. Батура [и др.].— Минск: БГУИР, 2011. — С. 21.

5. Полищук, С. И. Диммер для светодиодов и система освещения на его основе / С. И. Полищук // 8-я Международная молодежная научно-техническая конференция «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций РТ-2012»: материалы конференции, Севастополь, 23–27 апр. 2012 г. — Севастополь: СевНТУ, 2012. С. 175.

6. Полищук, С.И. Расчет надежности системы управления яркостью светодиодного освещения // Информационные технологии и управление: материалы 48-й СНТК, Минск, 7–11 мая 2012 г., / редкол.: М.П. Батура [и др.].— Минск: БГУИР, 2011. — С. 54. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_72732.pdf. — Дата доступа 10.03.2014.

7. Полищук, С. И. Диммер для светодиодов и система освещения на его основе // Республиканский конкурс научных работ студентов высших учебных заведений Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_70579.pdf. — Дата доступа 10.03.2014.

8. Полищук, С. И. Диммер и система освещения на светодиодах // «Фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів те-

лекумунікацій, нано- та мікроелектроніки»: матеріали II міжнародної науково-практичної конференції, Черновці, Україна 25-27 жовтня 2012г., Черновці: Наші книги, 2012. – С. 50.

9. Полищук, С. И. Диммер для светодиодов и система освещения на его основе // «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»: материалы IV студенческой международной заочной научно-практической конференции, 20 сентября 2012 г. / под ред. Я.А. Полонского. — Новосибирск: Сибирская ассоциация консультантов, 2012. – С.209

10. Полищук, С. И. Аспекты программно-управляемого освещения // «Научный журнал», №7(8).2016 / под ред. Вальцев С.В.: Изд. «Проблемы науки», в печати.

11. Полищук, С. И. Система многоканального освещения и декоративной подсветки // «Наука вчера, сегодня, завтра»: материалы XXXIII международной заочной научно-практической конференции № 4(26), 18 апреля 2016 г. / под ред. М.А.Васинович. — Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2016. – С. 162-166.

12. Полищук, С. И. Система многоканального освещения и декоративной подсветки // «Технические науки - от теории к практике»: материалы LVII международной заочной научно-практической конференции № 4(52), 18 апреля 2016 г. / под ред. М.А.Васинович. — Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2016. – С. 144-149.

13. Полищук, С. И. Многоканальная программно-управляемая диммируемая система освещения, организованная на основе стандарта USIT DMX-512 // Проектирования информационно-компьютерных систем: материалы 52-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 25–30 апреля. 2016 г., / редкол.: М.П. Батура [и др.]– Минск: БГУИР, 2016. – С. 101–103.

14. Полищук, С. И. Контроллер управления многоканальным освещением // Информационные технологии: материалы 52-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 25–30 апреля. 2016 г., / редкол.: М.П. Батура [и др.]– Минск: БГУИР, 2016 – в печати.

15. Полищук, С. И. Светодиоды: принцип работы и области применения // «Біологія і хімія. Серія «У дапамогу педагогу» – в печати.

16. Полищук, С. И. Система многоканального освещения и декоративной подсветки // Статьи международной научно-практической конференции «Наука вчера, сегодня, завтра» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sibac.info/conf/science/xxiii/51399>. – Дата доступа 10.06.2016.

РЭЗІЮМЭ

Палішчук Сяргей Ігаравіч

Шматканальная праграмна-кіраваная сістэма асвятлення, арганізаваная на аснове стандарту USIT DMX–512

Ключавыя словы: святлодыёд; DMX–512; ШІМ; энерга-эфектыўнасць; мікракантролер; дзіммер.

Мэта работы: стварэнне праграмна-апаратнай сістэмы многаканальнага асвятлення, кіраванай на аснове стандарту USIT DMX–512, з вывучэннем магчымых уразлівасцяў і спосабаў іх устаранення.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: у выніку даследаванняў прапанаваны новы варыянт пабудове маштабаванага праграмна-апаратнай сістэмы шматканальнага асвятлення, калі кожны модуль стандартызаваны і яго можна замяніць на іншы, больш лепшы або горшы па сваіх параметрамі. Для вырабленага ўзору былі праведзены тэсты прапускання здольнасці канала сувязі, па выніках якіх можна відаць, што частата абнаўлення кадра складае ад 27 да 41 Гц.

Прапанаваны рэкамендацыі па павышэнні ўзроўню памехаабароненасці лініі перадачы дадзеных, спосабы буферызацыі і аднаўлення дадзеных. Таксама вызначаны далейшыя шляхі развіцця, з мэтай павышэння прапускання здольнасці лініі перадачы, атрымання зваротнай сувязі ад абсталявання, выгоды дыягностыкі і рамонту.

Відавочнымі плюсамі створанага праграмнага забеспячэння і распрацаваных прылад з'яўляецца іх кошт, а гэтак жа прастата выкарыстання.

Ступень выкарыстання: вынікі ўкаранёны на кафедры ПКС ў навучальны працэс.

Вобласць ужывання: архітэктурная падсвятленне, тэатральныя эфекты, прымяненне ў побыце.

РЕЗЮМЕ

Полищук Сергей Игоревич

Многоканальная программно-управляемая диммируемая система освещения, организованная на основе стандарта USITT DMX-512

Ключевые слова: светодиод; DMX–512; ШИМ; энерго-эффективность; микроконтроллер; диммер.

Цель работы: создание программно-аппаратной системы многоканального освещения, управляемой на основе стандарта *USITT DMX–512*, с изучением возможных уязвимостей и способов их устранения.

Полученные результаты и их новизна: в результате исследований предложен новый вариант построения масштабируемой программно-аппаратной системы многоканального освещения, когда каждый модуль стандартизирован и его можно заменить на другой, более лучший или худший по своим параметрам. Для изготовленного образца были проведены тесты пропускной способности канала связи, по результатам которых можно видно, что частота обновления кадра составляет от 27 до 41 Гц.

Предложены рекомендации по повышению уровня помехозащищенности линии передачи данных, способы буферизации и восстановления данных. Также определены дальнейшие пути развития, с целью повышения пропускной способности линии передачи, получения обратной связи от оборудования, удобства диагностики и ремонта.

Очевидными плюсами созданного программного обеспечения и разработанных устройств является их стоимость, а так же простота использования.

Степень использования: результаты внедрены на кафедре ПИКС в учебный процесс.

Область применения: архитектурная подсветка, театральные эффекты, применение в быту.

SUMMARY

Polishchuk Sergey Igorevich

The multi-channel program-controlled dimmable lighting system, based on the USITT DMX-512 standard

Keywords: LED; DMX-512; PWM; energy-efficiency; microcontroller; dimmer.

The object of study: creation of software and hardware multi-channel lighting system controlled by the DMX-512 USITT standard, with the study of possible vulnerabilities and their solutions.

The results and novelty: the result of the research proposed a new version of the construction of scalable software and hardware multi-channel lighting system, where each module is standardized and can be replaced by other, better or worse in their parameters. For samples produced were conducted channel capacity tests, the results of which it can be seen that the frame refresh rate is from 27 to 41 Hz.

Developed recommendations to improve the level of noise immunity of data transmission lines, methods of buffering and data recovery. further defined as the development in order to increase the bandwidth of the transmission line, receiving feedback from the equipment, diagnostics and repair facilities.

The obvious advantages of software created and developed devices is their cost, as well as ease of use

Degree of use: the results implemented at the Department of PICS in the educational process.

Sphere of application: architectural lighting, theatrical effects, for home use.