

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени «доктор философии» (PhD) по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление Алибеккызы Карлыгаш

РАЗРАБОТКА СВЕТОДИОДНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ VLC

Общая характеристика работы: диссертационная работа посвящена разработке методов обеспечения информационной безопасности критически важных объектов, устойчивых по отношению к внутрисистемным помехам и внешним преднамеренным электромагнитным воздействиям, становится крайне необходимой. Подобная устойчивость приобретает интегрированную оценку – робастность. Проблему электромагнитной защищенности решает технология VLC (Visible Light Communication – «передача видимым светом»), которая относится к беспроводной связи, использующая видимый диапазон оптического излучения (от 380 нм, до 780 нм). В качестве источника передачи данных используются светодиоды (LED). В связи с тем, что в современных автомобилях широко используется светодиодное освещение, проблема внедрения VLC технологий для указанных целей значительно упрощается. Одно из главных достоинств данной технологии состоит в ее быстродействии, которое обеспечивает работу в наносекундном временном диапазоне, что позволяет использовать VLC технологию для передачи данных, как в аналоговых, так и в цифровых режимах.

Ключевые слова: система, светодиод, фотодиод, робастность, VLC технологии, достоверность, ошибки, метрология, математическое обеспечение, имитационные модели.

Актуальность исследования. В программе цифровизации многих государств одним из ключевых направлений является роботизация, и в частности, широкое внедрение беспилотного автотранспорта в грузовые и пассажирские перевозки. Развитие беспилотного автотранспорта разделилось на три основных направления: потребительское, промышленное и военное. Одна из целей в реализации данной научно-практической проблемы, это исключение человеческого фактора, что повысит безопасность движения автотранспорта и технико-экономическую эффективность. Многие технические задачи, которые возникают в данном проекте, существенно упрощаются при массовом производстве электромобилей. Вместе с тем, повышаются требования к системе безопасности в автотранспортной логистической системе. Возникла необходимость в создании внешнего контроля позиционирования автотранспортной подвижной единицы на всей программируемой траектории движения и внешней диагностики технического состояния беспилотных автомобилей (БПА). Для целей локального контроля создаются стационарные пункты на маршруте движения БПА. Традиционно связь с подвижным составом на маршруте движения осуществляется по

радиоканалу, что в настоящее время, облегчает задачу внешнего неконтролируемого опасного вмешательства в процесс управления БПА. В этих условиях появилось понятие «восприимчивость к помехам», которое определяет способность технического средства, обрабатывающего информацию, при воздействии электромагнитных помех исказить содержание или безвозвратно утрачивать информацию, останавливать или нарушать процесс управления, изменять состав и последовательность функций, а также физически разрушать микроэлементы.

Основная идея данного исследования является дальнейшее развитие теории управления информационной защищенности и повышения метрологической надежности процессов контроля и принятия решений на этапах жизненного цикла оптоэлектронных VLC систем.

Как показал анализ литературных источников, задачи проектирования VLC систем следует отнести к слабоформализуемым, так как проектирование осуществляется в условиях статистической неопределенности проектных агентов, а эксплуатация системы может осуществляться в среде несанкционированного внешнего электромагнитного вмешательства. Ключевым интегрированным показателем качества мультипараметрического оптоэлектронного объекта является робастность, интерпретируемая как функциональная и эксплуатационная надежность системы. К данным характеристикам следует отнести помехозащищенность и устойчивость VLC системы в условиях внешнего антропогенного, природно-климатического и активного преднамеренного электромагнитного вмешательства.

В управлении, как на общесистемном уровне, так и в частных проектных, производственно-технологических и эксплуатационных задачах жизненного цикла объекта важнейшей функцией является – контроль. Качество контроля является многофакторной функцией, определяющей уровень ошибок и рисков на этапе принятия решений. Было выявлено, что статистическая надежность результатов инструментального контроля в процессах проектирования и эксплуатации VLC систем является композицией законов распределения контролируемых параметров, закона распределения погрешности измерения и закона распределения нормативных значений, где решающее значение приобретает «неопределенность» типа «А» в указанных системных агентах.

Объектом исследования является процесс управления качеством передачи данных в VLC системах.

Предмет исследования - автоматизированная система безопасной передачи данных на базе VLC коммуникаций.

Цель исследования. Цель исследования состоит в обеспечении электромагнитной защищенности коммуникационных каналов на базе VLC технологий.

Задачи исследования. В соответствии с поставленной целью ставятся и решаются следующие задачи исследования:

-разработка структурно функциональной модели автоматизированной системы робастного управления VLC системой;

-разработка моделей нечеткого и стохастически программированного управления качеством системного обеспечения роботизированного автотранспортного потока на базе VLC технологий;

-совершенствование технического обеспечения системы управления роботизированным автотранспортным потоком на базе VLC технологий;

-компьютерный эксперимент оценки и прогнозирования рисков управления в системе VLC коммуникаций.

Методы исследования. Для решения поставленных задач использовались основные принципы и методы проектирования оптоэлектронных систем, математических методов моделирования и теории планирования эксперимента.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

1. Структурно-функциональная модель автоматизированного управления светодиодным освещением, позволяющая повысить эффективность управления автотранспортом в городском цикле движения путем интегрированного применения приема и передачи данных в оптическом диапазоне;

2. Модель управления качеством роботизированного автомобильного потока на основе технологии VLC, базирующаяся на принципах нечеткого и стохастически - программированного подходах.

3. Модель управления качеством контрольно-измерительных процессов на этапах жизненного цикла VLC систем, в том числе, включающих инструментальное и алгоритмическое обеспечения.

4. Алгоритм имитационного моделирования рисков в системе контроля технологических параметров в условиях недетерминированности нормативов.

5. Модель оптимизации процессов контроля в системе производства и эксплуатации VLC систем на роботизированных грузоперевозках.

Научная новизна диссертационного исследования:

1. Концептуальный и методологический подход к проектированию VLC систем с беспроводными каналами передачи данных.

2. Методика робастного проектирования автоматизированных VLC коммуникаций в системе обеспечения электромагнитной защищенности технических и социально-экономических объектов.

3. Нечеткая и стохастическая модель автоматизированного управления качеством роботизированных автотранспортных потоков на основе технологии VLC.

Научная и практическая значимость работы.

Результаты диссертационной работы направлены на повышение эффективности системы информационно и технически защищенных коммуникаций в производственных и культурно-массовых объектах на базе VLC технологий. Функциональность VLC каналов реализуется многопараметрической композицией: технического, математического, программного и информационного обеспечения. Практическая значимость подтверждается актами внедрения.

Постановка проблемы, формулирование задач исследования, разработка математического обеспечения VLC системы, формирование программного

обеспечения, планирование и реализация экспериментальных и компьютерных экспериментов, разработка рекомендаций по внедрению результатов исследований полученных лично автором диссертации.

Основные положения диссертации, ее отдельные решения и результаты докладывались на заседаниях школы информационных систем и интеллектуальных систем НАО «ВКТУ им. Д. Серикбаева».

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались и получили одобрение на следующих международных и научных конференциях:

1) 12th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas AIS 2017 (AIS-2017)». – Szekesfehervar. Hungary. 2017.;

2) Bulletin Almanach science association France-Kazakhstan, 2019/4.

3) Международная научно-техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых инновационных развитию Казахстана». Часть IV, 2020.

4) Международная научно-техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых инновационных развитию Казахстана». Часть IV, 2020С.

5) «Ғылым мен білім беруді дамытудың басым бағыттары» халықаралық ғылыми конференцияның материалдар жинағы., Түркістан қ., 15-16 қараша 2021ж.;

Публикации. Полученные в диссертации результаты опубликованы в 12 работах, в том числе 1 статья в журнале, рецензируемый в базе данных Scopus (показатель процентиля по CiteScore равный 37%), 3 статей в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 2 работы в научных журналах, 5 работы в сборниках международных конференций (1 из которых рецензируется в базе данных Scopus). Также имеются 1 авторских свидетельства №17432 от 12.05.2021г, 1 монография.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4-х разделов, заключения, списка использованных источников из 102 наименований, изложенных на 109 страницах компьютерного текста, включает 62 рисунков, 4 таблиц и 3 приложения.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, цель, объект, предмет, задачи и методы исследования, научная новизна, научные положения, практическая ценность и реализация результатов работы, приведены сведения о публикациях и апробациях работы.

В первом разделе приведен обзор и анализ существующих подходов, методов и техническое обеспечение системы передачи данных на основе технологии VLC. Изучены и описаны особенности применения данных методов на основе которых сделаны выводы по первому разделу.

Во втором разделе предусматривается теоретическое исследование проблемы робастного управления качеством VLC коммуникаций в условиях статистической неопределенности системных агентов. Неопределенность управления представляется композицией: неопределенности нормативной базы конструктивно-технологических процессов, неопределенностью рабочих

режимов VLC системы, неопределенностью метрологического обеспечения, неопределенностью конструктивной компонентной среды, неопределенностью внешней рабочей среды.

В третьем разделе представлена программный продукт реализует функции обработки экспертных оценок для определения «весов» отдельных показателей каждого раздела, вычисление рейтинга объекта с учетом экспертных оценок. Полученная в дальнейшем экспертная информация может быть использованы в системе менеджмента качества.

В четвертом разделе представлены сбор статистических данных в процессе лабораторных испытаний и эксплуатационных исследований, первичная обработка экспериментальной информации. На материалах моделирования второго раздела и статистических данных лабораторных и эксплуатационных исследований, а также программного комплекса третьего раздела предусматривалось осуществить компьютерный эксперимент. Методика компьютерного эксперимента преследовала цель оценки адекватности теоретических предпосылок и результатов моделирования к реальным эксплуатационным данным.

В заключении подведены итоги по проделанной работе в рамках диссертационной работы.

Содержание диссертации завершается списком использованных источников и приложениями.