

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

На правах рукописи

УДК 654.924.54-048.34



ЯЧИН
Николай Сергеевич

**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ
МОДУЛЕЙ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени
магистра техники и технологий

по специальности 1-39 81 01 – Компьютерные технологии
проектирования электронных систем

Минск 2017

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

Научный руководитель: **АЛЕКСЕЕВ Виктор Федорович**,
кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **ПОЛУБОК Владислав Анатольевич**,
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой микропроцессорных систем и сетей института информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Защита диссертации состоится «22» июня 2017 г. года в 10⁰⁰ 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».

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время установившаяся практика показывает, что все чаще при возведении любых строений помимо обязательного соблюдения строительных норм в проекты внедряются нормы по обеспечению безопасности. Существует множество технических средств обеспечения безопасности, на базе которых строятся интегрированные системы безопасности.

Под интегрированной системой безопасности понимают несколько подсистем, которые объединены с помощью дополнительных технических или программных средств. Чаще всего объединяются система охранной сигнализации (СОС) и система пожарной сигнализации (СПС). Бывают и более сложные варианты с добавлением помимо этих двух систем еще и СКУД (системы контроля и управления доступом). Интеграция может проходить на разных уровнях: программном, аппаратном и программно-аппаратном. Из-за особенностей процесса интеграции может возникнуть ряд проблем с взаимодействием информационных модулей системы (датчики) и приборами управления.

К примеру, после осуществления интеграции подсистем возможна такая ситуация, что быстродействие построенной системы будет недостаточным для ее эффективной работы, или же повысится вероятность ложного срабатывания.

На сегодняшний день существует ряд работ в области разработки и модификации современных систем безопасности. В большинстве случаев данные работы выражаются в виде руководящих документов в области охранной деятельности. Наиболее значимые результаты были получены белорусскими специалистами, которые разрабатывали нормативно-правовые акты для систем охранной сигнализации в соответствующих технических нормативно-правовых актах (Бураковский В.Н., Игнатъев К.В., Брель И.Д., Полиенко А.Н). Среди зарубежных авторов особый интерес вызывают работы Абалмазов В.И., Магауенова В.Г., Казанского Д.О., в которых описываются различные аспекты построения эффективной системы безопасности.

Разработка эффективного метода оптимизации информационных модулей системы охранно-пожарной сигнализации, и, как следствие повышение эффективности функционирования системы охранно-пожарной сигнализации доказывает актуальность темы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Современные системы безопасности, в частности, охранно-пожарные сигнализации, все чаще интегрируются между собой. При такой организации параметры быстродействия и точности взаимодействия компонентов системы являются

критическими, так как ошибки в системах данного вида крайне нежелательны и могут нанести значительный ущерб.

В связи с вышесказанным, разработка методики и алгоритмов оптимизации информационных модулей системы путем модификации протокола взаимодействия будет являться актуальной.

Степень разработанности проблемы

Исследование влияния электростатических разрядов от оператора осуществлялось на основе построения теоретических моделей с использованием работ российских и белорусских ученых: Брель И.Д., Бураковский В.Н., Игнатъев К.В., Полиенко А.Н, а так же зарубежных авторов Абалмазов В.И., Магауенова В.Г., Казанского Д.О. Одним из недостатков исследований, представленных в современной технической литературе, является неполное рассмотрение особенностей взаимодействия компонентов системы охранно-пожарной сигнализации при интеграции.

Предложенное исследование направлено на устранение этого недостатка на основе разработки адекватной модели оптимизации информационных модулей охранно-пожарной сигнализации.

Цель и задачи исследования

Целью диссертации является разработка методики оптимизации датчиков системы охранно-пожарной сигнализации путем модификации протокола взаимодействия.

Поставленная цель работы определяет следующие основные задачи:

1. Провести обзор и анализ существующих структур охранно-пожарных сигнализаций и их протоколов взаимодействия, а так же видов интеграции систем.
2. Разработать алгоритм взаимодействия информационного модуля и обрабатывающего устройства на основе изменения протокола приема-передачи.
3. Провести сравнительную оценку предложенной модели оптимизации информационных модулей охранно-пожарной сигнализации. Установить достоинства и недостатки модели.

Область исследования

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-38 81 01 «Компьютерные технологии проектирования электронных систем».

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертации легли работы белорусских и зарубежных ученых в области охранной деятельности, а также анализ технических нормативных правовых актов по рассматриваемой тематике.

Информационная база исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

Научная новизна

Научная новизна и значимость полученных результатов работы заключается в разработке оптимизированного алгоритма взаимодействия информационных модулей системы охранно-пожарной сигнализации, что приведёт к повышению эффективности функционирования системы в целом.

Теоретическая значимость работы заключается в детальном анализе формирования сигнала в информационном модуле с последующей его передачей.

Практическая значимость диссертации состоит в разработанном алгоритме взаимодействия, который позволит повысить эффективность функционирования системы охранно-пожарной сигнализации.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Систематизация механизмов взаимодействия информационных модулей с управляющими органами системы, основанная на анализе особенностей построения современных охранно-пожарных систем.

2. Модель оптимизированного алгоритма взаимодействия информационного модуля системы охранно-пожарной сигнализации и приемно-контрольного прибора, позволяющая увеличить эффективность системы.

3. Оценка повышения точности и эффективности передачи информационного сигнала, после внедрения разработанной модели оптимизации информационных модулей.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на 12-ой международной молодежной научно-технической конференции Севастопольский государственный университет (Севастополь, Российская Федерация, 2016 г.) и на XXI всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов (Рязань, Российская Федерация, 2016 г.).

Публикации

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в 4 печатных работах. В их числе 4 статьи в сборниках материалов научных конференций.

Общий объем публикаций по теме диссертационной работы составляет 0,86 авторских листа.

Структура и объем работы

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

В первой главе приведен обзор современного состояния систем охранно-пожарных сигнализаций, их структура и применяемые ИМ (информационные модули). Так же осуществлен обзор существующих протоколов взаимодействия между информационными модулями и органами управления. **Во второй главе** исследован протокол взаимодействия информационных модулей современных охранных систем с органами управления на предмет возможности модификации. **В третьей главе** рассмотрена математическая модель оптимизированного протокола взаимодействия, осуществлено моделирование оптимизированного протокола взаимодействия и проведена оценка эффективности разработки. **В приложении** представлены публикации автора и акт внедрения.

Общий объем диссертационной работы составляет 90 страниц. Из них 62 страниц основного текста, 11 иллюстраций на 4 страницах, 1 таблица на 1 странице, библиографический список из 52 наименований на 4 страницах, список собственных публикаций соискателя из 4 наименований на 1 странице, 3 приложения на 21 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность проблемы современного состояния систем охранно-пожарной сигнализации. На основании анализа, сформулированы цель и задачи исследования.

В **общей характеристике работы** показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований, а также апробация работы.

В первой главе приведен обзор современного развития охранно-пожарных сигнализаций. Рассмотрены основные характеристики систем, такие как структура, компоненты и протоколы взаимодействия.

Из анализа литературы о состоянии современных систем охранно-пожарной сигнализации следует, что деятельность в данной сфере монополично регулируется Департаментом охраны Министерства Внутренних Дел Республики Беларусь (МВД РБ). Все принимаемые технические решения должны соответствовать действующим нормативно-правовым актам. Кроме того, существует перечень разрешенных технических средств так же утверждённый Департаментом охраны МВД РБ. Нормативно-правовую документацию для систем пожарной сигнализации разрабатывает Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Следовательно, для систем охранно-пожарных сигнализаций, которые реализуются на одном приемно-контрольном приборе, будут действовать технические правовые акты, регламентирующие деятельность, как в охранной сфере, так и в сфере пожарной безопасности.

Из анализа существующих структур охранно-пожарных сигнализаций следует, что чаще всего применяется распределенная система с централизованным управлением, когда две подсистемы интегрированы между собой. Данный факт позволяет предположить, что одним из возможных путей оптимизации может быть рассмотрение протокола взаимодействия компонентов.

Проанализировав особенности взаимодействия компонентов системы было выявлено, что одним из возможных путей модификации современных систем безопасности является оптимизация протокола взаимодействия компонентов системы. Оптимизация данного компонента позволит потенциально снизить вероятность ложных срабатываний в системе, что повысит точность и достоверность получаемой информации. Данный факт обуславливает актуальность проводимых исследований.

Так же данная глава рассматривает историю развития систем безопасности, в частности, систем охранно-пожарных сигнализаций от самих истоков до наших дней. Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что данная сфера развивалась скачкообразно, находясь в прямой зависимости от технологического развития.

Применение более совершенных технических средств, при построении охранно-пожарных сигнализаций, открывает массу потенциальных возможностей для модернизации или оптимизации системы в целом.

Во второй главе рассмотрены механизмы взаимодействия информационных модулей системы, а именно датчиков, с приемно контрольным устройством. Структура в общем виде представлена на рисунке 1.

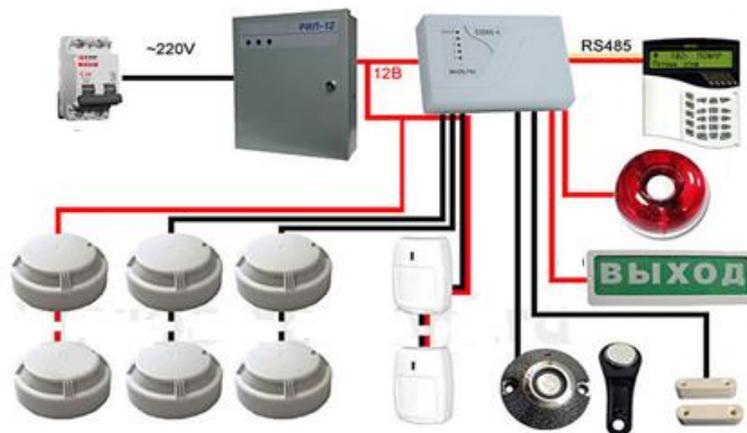
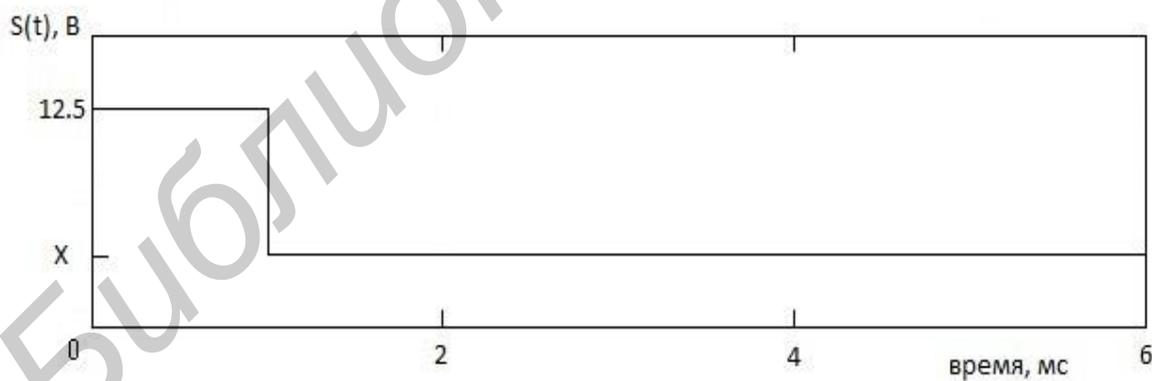


Рисунок 1 – Структура охранно-пожарной сигнализации

Информационными модулями в данной ситуации являются извещатели охранной сигнализации и извещатели пожарной сигнализации. При срабатывании сигнал поступает на приемно-контрольный прибор, который в свою очередь детектирует падение напряжения в шлейфе сигнализации. Недостатком такой организации является потенциальные ложные срабатывания из-за ряда различных факторов.

На рисунке 2 в общем виде представлен сигнал, который передается в системе охранно-пожарной сигнализации при нормально разомкнутых контактах датчика.



X – уровень напряжения с учетом индивидуальных характеристик датчика

Рисунок 2 – График сигнала, передаваемого в шлейфе сигнализации при срабатывании датчика

Из графика видно, что детекция осуществляется по понижению, как в данном случае, или понижению уровня сигнала в шлейфе сигнализации.

Проведенное исследование современного состояния способов

взаимодействия компонентов системы охранно-пожарной сигнализации, показало, что данные системы в ряде случаев нуждаются в модернизации и, в частности, в замене несовершенного по ряду причин протокола передачи данных от датчика к приемно контрольному устройству. Существенное повышение точности срабатывания охранно-пожарной системы может быть достигнуто посредством модификации имеющегося протокола взаимодействия.

В третьей главе рассмотрены различные аспекты практической реализации оптимизированного протокола передачи данных в системе охранно-пожарной сигнализации на основе использования специального информационного сигнала.

Ранее было указано, что в системах охранно-пожарной сигнализации отсутствует специальный сигнал, отвечающий за готовность к передаче данных. Данный факт позволяет провести оптимизацию взаимодействия на данном уровне.

Основным сигналом, который, используют для передачи данных в цифровой технике, является П-образный сигнал меандр.

Меандр представляет собой сигнал прямоугольной формы с определенной периодичностью. Длительность импульса и пауза между следующим импульсом являются равными.

На рисунке 3 представлен реальный прямоугольный сигнал, который генерируется в цепях цифровой техники

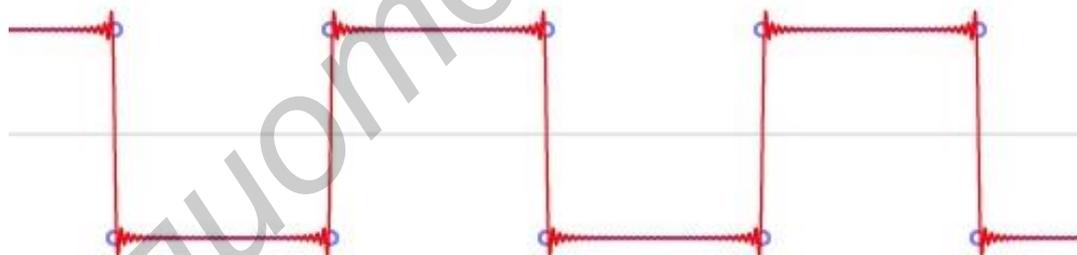


Рисунок 3 – Реальный меандр, генерируемый в цифровой технике

Появление пиков на вершинах меандра обусловлено его генерацией из множества накладываемых друг на друга гармоник синусоиды.

Сущность разрабатываемого метода заключается в том, чтобы каждый информационный модуль, при срабатывании, перед передачей сигнала непосредственно на приемно-контрольный прибор, сначала передавал служебный сигнал о готовности передачи.

Разработанный служебный сигнал представляет собой 3 периода меандра с длительность по 2 миллисекунды каждый. Разработка рассмотрена на примере внедрения в дымовой пожарный извещатель

Разработка оптимизированного протокола взаимодействия велась с целью уменьшения частоты ложных срабатываний из-за кратковременных помех. Длительность помехи может варьироваться от 1 мкс (кратковременные импульсные помехи) до, более чем, 10 мс (длительные помехи). Количество периодов служебного сигнала задано исходя из относительной длительности потенциального фактора ложного срабатывания.

На рисунке 4 представлены смоделированные графики идеального и реального служебного сигнала.

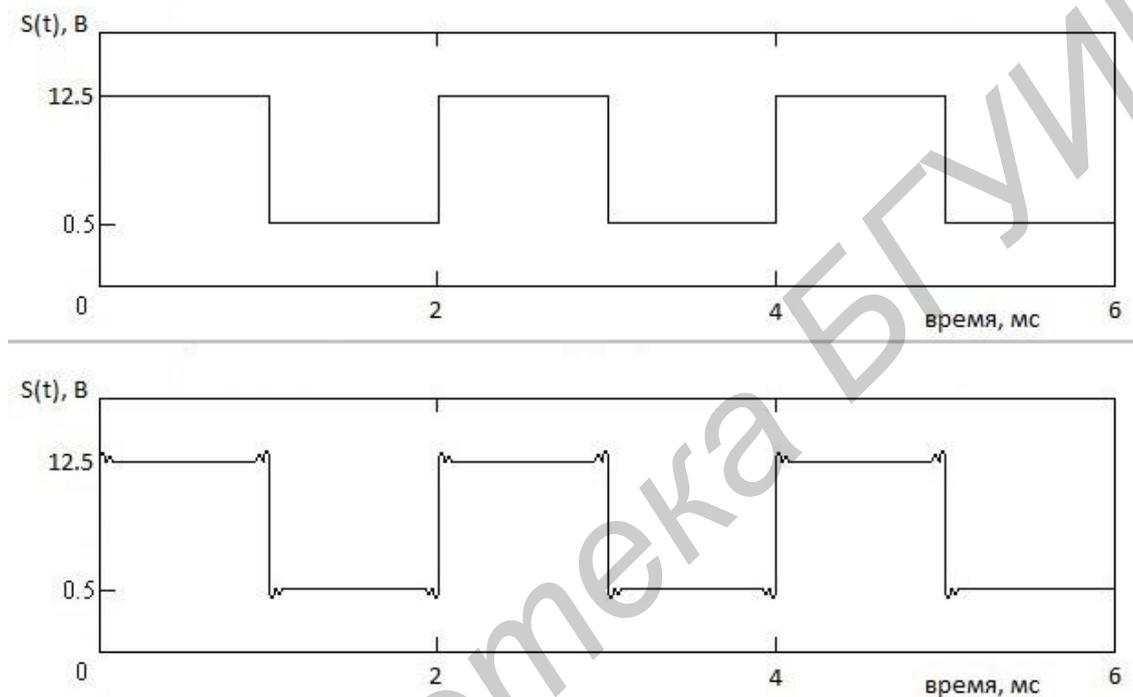


Рисунок 4 – Идеальный (сверху) и реальный (снизу) графики моделируемого служебного сигнала

Из результатов моделирования видно, что служебный сигнал подчиняется правилам генерации цифрового сигнала. На вершинах отмечаются незначительные колебания вызванные способом генерации сигнала. В связи с тем, что данное явление в цифровой технике в порядке вещей, такая неточность воспроизведения служебного сигнала допустима, и обуславливается это тем, что приемно контрольный прибор воспринимает не конкретные значения, а заданный диапазон.

Данные об эффективности применения разработки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Информация об эффективности применяемого метода

Количество ложных срабатываний выраженное в %					
Кратковременные ЭМ-импульсы		Запыленность помещения		Курение в неустановленных местах	
До внедрения	После внедрения	До внедрения	После внедрения	До внедрения	После внедрения
15%	10,5%	10%	9,9%	25%	20%

Из приведенной таблицы следует вывод, что применяемый метод эффективен лишь при борьбе с ложными срабатываниями по причине кратковременных электромагнитных импульсов и курения в неустановленных местах. При запыленности помещения эффективность повышена не была, а полученный результат можно считать статистической погрешностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Выполнен анализ существующих систем охранно-пожарной сигнализации. Выявлено, что в настоящее время вопрос оптимизации протоколов передачи данных в системах охранно-пожарной сигнализации, в зарубежных и отечественных источниках недостаточно освещен [1].

2. Разработана модель оптимизированного протокола взаимодействия информационных модулей (датчиков системы охранно-пожарной сигнализации) и приемно-контрольного прибора, посредством внедрения служебного сигнала о готовности передачи [2,3].

3. В результате разработки оптимизированного протокола взаимодействия, на примере обмена данными дымового пожарного извещателя и приемно-контрольного прибора, достигнуто повышение точности срабатывания системы охранно-пожарной сигнализации [4].

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 учебный курс “Методы и технические средства обеспечения безопасности”.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в сборниках научных трудов

1. Особенности проектирования охранной сигнализации на объектах административно-финансового назначения/ Швед С.М., Ячин Н.С// Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2016: материалы 12-я Международной молодежной научно-технической конференции, Севастополь, Российская Федерация / ФГБОУ ВО «СевГУ». – Севастополь. 2016. – 228.

2. Оптимизация взаимодействия интегрированной системы безопасности путем модификации программного обеспечения/ Ячин Н.С// Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2016: материалы 12-я Международной молодежной научно-технической конференции, Севастополь, Российская Федерация / ФГБОУ ВО «СевГУ». – Севастополь. 2016. – 227.

3. Модели и алгоритмы оптимизации информационных модулей охранно-пожарной сигнализации/ Н.С. Ячин // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, Российская Федерация / ФГБОУ ВО «РГРТУ». – Рязань. 2016. – 396–398.

4. Оптимизация взаимодействия систем охранной и пожарной сигнализации в интегрированной системе с программно-аппаратной интеграцией/ Н.С. Ячин // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, Российская Федерация / ФГБОУ ВО «РГРТУ». – Рязань. 2016. – 398–400.

РЭЗІЮМЭ

Ячын Мікалай Сяргеевіч

Метады і алгарытмы аптымізацыі інфармацыйных модуляў ахоўна-пажарнай сігналізацыі

Ключавыя словы: датчыкі ахоўна-пажарнай сігналізацыі, алгарытм.

Мэта працы: павышэнне эфектыўнасці працы сістэмы ахоўна-пажарнай сігналізацыі за кошт памяншэння колькасці ілжывых спрацоўванняў сістэмы.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: распрацаваны аптымізаваны пратакол ўзаемадзеяння інфармацыйных модуляў сістэмы ахоўна-пажарнай сігналізацыі. Рэалізацыя метаду была дасягнутая шляхам ўкаранення спецыяльнага службовага сігналу. Службовы сігнал ўяўляе сабой тры меандра роўнай працягласці з аднолькавымі інтэрваламі паміж сабой. Дадзены метады рэалізацыі дазваляе паменшыць колькасць ілжывых спрацоўванняў ў сістэме па прычыне ўкаранення дадатковага інфармацыйнага сігналу.

Ступень выкарыстання: вынікі ўкаранены ў навучальны працэс на кафедры праектавання інфармацыйна-камп'ютэрных сістэм ўстановаы образования "Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыоэлектронікі ў навучальны курс "Метады і тэхнічныя сродкі забеспячэння бяспекі".

Вобласць ужывання: сфера ахоўнай дзейнасці, ахоўна-пажарныя сігналізацыі

РЕЗЮМЕ

Ячин Николай Сергеевич

Модели и алгоритмы оптимизации информационных модулей охранно-пожарной сигнализации

Ключевые слова: датчики охранно-пожарной сигнализации, алгоритм.

Цель работы: повышение эффективности работы системы охранно-пожарной сигнализации за счет уменьшения количества ложных срабатываний системы.

Полученные результаты и их новизна: разработан оптимизированный протокол взаимодействия информационных модулей системы охранно-пожарной сигнализации. Реализация метода была достигнута путем внедрения специального служебного сигнала. Служебный сигнал представляет собой три меандра равной длительности с одинаковыми интервалами между собой. Данный метод реализации позволяет уменьшить количество ложных срабатываний в системе по причине внедрения дополнительного информационного сигнала.

Степень использования: результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования “Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники в учебный курс “Методы и технические средства обеспечения безопасности”.

Область применения: сфера охранной деятельности, охранно-пожарные сигнализации.

SUMMARY

Yachin Nicholas Sergeevich

Models and algorithms for optimizing information modules Security and fire alarm systems

Key words: security and fire alarm sensors, algorithm.

The object of study: to increase the efficiency of the fire alarm system by reducing the number of false alarms of the system.

The results and novelty: the optimized protocol of interaction of information modules of the system of the security-fire signal system is developed. The implementation of the method was achieved by introducing a special service signal. The service signal is three meanders of equal duration with the same intervals between each other. This method of implementation allows to reduce the number of false positives in the system due to the introduction of an additional information signal.

Degree of use: the results implemented in the educational process at the department of design information and computer systems educational institution "Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics in the training course" Methods and technical means of ensuring security."

Sphere of application: the scope of security activities, security and fire alarm systems