

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДА ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЙ ПАМЯТИ ПРИБОРОВ СЕМЕЙСТВА jBUTTON ТИПА DS1971 СИСТЕМ САНКЦИОНИРОВАННОГО ПРОЕЗДА В ЛИФТАХ

Abstract. *The problem of restriction of access to lifts of extraneous persons and the users having essential debts on municipal payments is considered. Use of systems of the authorized journey using electronic keys of family jButton of type DS1971 with power independent memory EEPROM is offered. The method of formation of a noise-immune code is developed for the power independent memory, raising non-failure operation of work of lift system of the authorized journey.*

Key words: *noise-immune code, code recovery, recovery probability, decision rule.*

Анотація. *Розглянуто задачу обмеження доступу у ліфти сторонніх осіб та користувачів, що мають суттєву заборгованість по комунальних платежах. Запропоновано використання систем санкціонованого проїзду, які використовують електронні ключі сімейства jButton типу DS1971 з енергонезалежною пам'яттю EEPROM. Розроблено метод формування завадостійкого коду для енергонезалежної пам'яті, що підвищує безвідмовність роботи ліфтової системи санкціонованого проїзду.*

Ключові слова: *завадостійкий код, відновлення коду, ймовірність відновлення, правило прийняття рішення.*

Аннотация. *Рассмотрена задача ограничения доступа в лифты посторонних лиц и пользователей, имеющих существенную задолженность по коммунальным платежам. Предложено использование систем санкционированного проезда, использующих электронные ключи семейства jButton типа DS1971 с энергонезависимой памятью EEPROM. Разработан метод формирования помехоустойчивого кода для энергонезависимой памяти, повышающей безотказность работы лифтовой системы санкционированного проезда.*

Ключевые слова: *помехоустойчивый код, восстановление кода, вероятность восстановления, правило принятия решения.*

1. Вступление

Общепризнано, что жилищно-коммунальное хозяйство Украины находится в кризисном состоянии. Особенно высоки темпы роста тарифов в данной сфере. Объем, а тем более качество предоставляемых услуг остаются на прежнем уровне, а зачастую даже снижаются. Данное состояние не устраивает ни предприятия, оказывающие услуги в этой области, ни потребителей этих услуг.

В частности, если говорить о лифтовом хозяйстве как одной из важнейших составляющих жилищно-коммунального хозяйства, то в последние годы в связи с неудовлетворительным финансированием работ по техническому обслуживанию, ремонту и замене лифтов значительно ухудшилось состояние лифтового парка. В связи с этим вопросы, связанные с обеспечением работоспособности, сокращением простоев лифтов из-за поломок, снижение затрат на внеплановые ремонты, увеличение межремонтных сроков требуют специального рассмотрения.

Одним из эффективных мероприятий по обеспечению надежной и бесперебойной работы лифтов является существенное ограничение доступа в кабины лифтов посторонних лиц и пользователей, имеющих существенную задолженность по коммунальным платежам. Это ограничение обеспечивает как «справедливость» для плательщиков коммунальных платежей, так и естественную невозможность «бесплатного» или «развлекательного» пользования лифтами иными категориями граждан. В этой связи важной и актуальной задачей является ограничение доступа в лифты за счет использования встраиваемых в лифты автоматизированных систем санкционированного проезда, использующих электронные «ключи» [1].

2. Состояние вопроса

Известно решение задачи ограничения доступа в лифты за счет использования встраиваемых в лифты технических систем санкционированного проезда, функционирование которых основано на использовании электронного ключа – микроконтроллера, встроенного в малогабаритный вандалоустойчивый металлический корпус, который прикрепляется пользователем лифта к обычной связке ключей. В электронном ключе содержится информация о количестве поездок, записанная в кодированном виде. В лифте имеется «устройство считывания», служащее для считывания информации с ключа пользователя и деблокировки кнопок управления лифтом при касании ключом контактов устройства считывания. Устройство считывания может устанавливаться как в кабине лифта, так и на этажах, для вызова лифтов.

С учетом вышеизложенного, в 2000–2002 годах в г. Киеве на основе опытно-конструкторских работ, проведенных в КГНИИ “Комета” при финансовой поддержке городской администрации, был разработан и освоен в опытном производстве комплекс системы санкционированного проезда (ССП) на основе электронных ключей фирмы Dallas Semiconductor типа DS1971, представляющих собой микропроцессор с электрически стираемой перепрограммируемой памятью, предназначенный для монетарных систем [2].

Комплекс ССП состоит из устройства санкционированного проезда, которое устанавливается непосредственно на лифте; программатора, предназначенного для занесения в электронные ключи определенного количества поездок; программируемых электронных ключей, которые приобретаются пользователями. Проезд возможен после уменьшения на 1 единицу оплаченного количества поездок, которое записано в электронном ключе, что осуществляется устройством санкционированного проезда. Опытная эксплуатация системы выявила ряд вопросов, связанных с использованием приборов семейства jButton с электрически стираемой перепрограммируемой памятью, для решения которых требуется привлечение некоторых методов научного характера с точки зрения обеспечения помехоустойчивости записываемой информации.

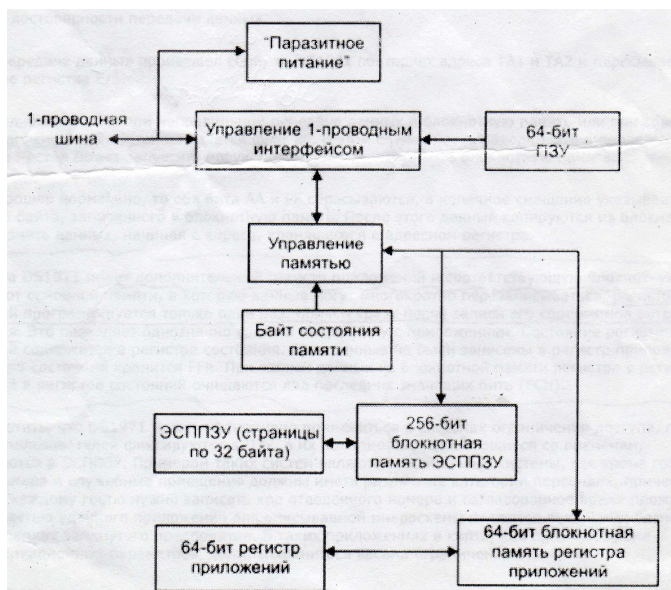


Рис. 1. Блок-схема электронного ключа фирмы Dallas Semiconductor DS1971

3. Постановка задачи

Блок-схема электронного ключа фирмы Dallas Semiconductor типа DS1971 приведена на рис. 1 [3].

Память приборов DS1971 состоит из памяти данных и блокнотной памяти. Область памяти организована в виде страницы объемом 32 байта. Блокнотная память представляет собой страницу емкостью 256 бит. Электронный ключ фирмы Dallas Semiconductor DS1971 имеет дополнительный регистр приложений и соответствующую блокнотную память.

В отличие от основной памяти, в которую данные могут многократно перезаписываться, регистр приложений может записываться как многократно, так и однократно, с защитой регистра от последующей перезаписи, что позволяет использовать регистр приложений в качестве ПЗУ. Следует отметить, что прибор DS1971 может эффективно применяться в системах ограничения доступа, где категории пользователей фиксируются в ПЗУ, а их полномочия, изменяющиеся со временем, прописываются в ЭСППЗУ. Примером таких систем являются гостиничные системы, где, кроме гостей, доступ в номера и служебные помещения должны иметь различные категории персонала. Причем в карточку каждому гостю нужно записать код отведенного номера и согласованное время проживания. Другой областью удачного приложения для описанной микросхемы являются локальные безналичные расчеты в рамках замкнутого предприятия. В таких приложениях в карте хранятся весьма ограниченные данные.

Приборы DS1971 могут работать в однопроводной сети, образуя сети совместно с другими приборами семейства jButton.

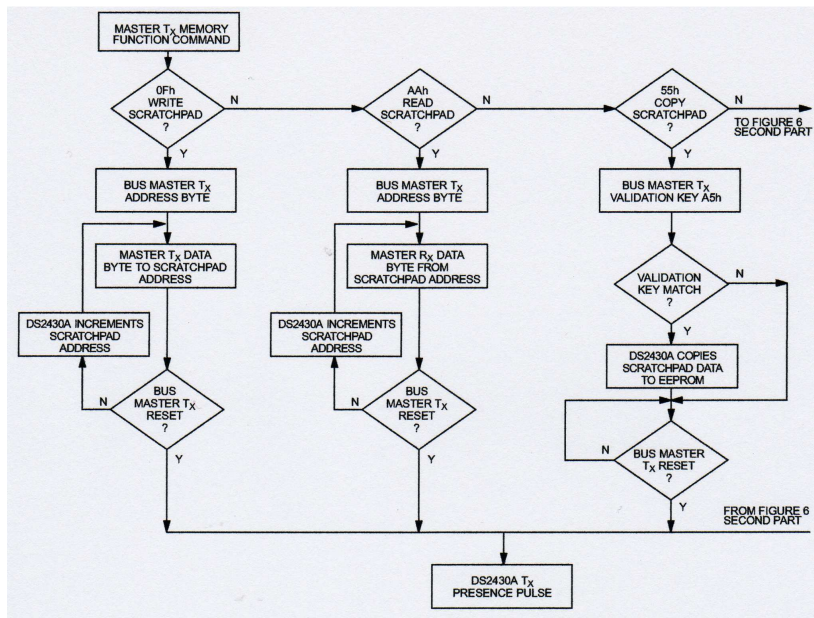


Рис. 2. Алгоритм процедуры записи данных в энергонезависимую память данных

На рис. 2 приведен алгоритм процедуры записи данных прибора DS1971 в энергонезависимую память данных.

По операции 00Fhex данные записываются в блокнотную память, по операции 0AAhex записанные в блокнотную память данные сравниваются с исходными данными. В случае успешного сравнения данных выполняется операция 055hex, по которой данные из

блокнотной памяти прибора DS1971 переносятся в энергонезависимую память данных прибора DS1971. Процедура, приведенная на рис. 2, является процедурой, рекомендуемой Dallas Semiconductor – фирмой-изготовителем прибора DS1971. Данная процедура учитывает то обстоятельство, что при передаче данных через однопроводный интерфейс прибора DS1971 вероятность сбоя, то есть неправильной записи данных сравнима с вероятностью правильной записи данных в прибор DS1971. Процедура выполняется до тех пор, пока не принято решение о правильной записи в блокнотную память исходных данных или не получен код, соответствующий исходной записи. В частности, это может быть CRC-код, получаемый в результате последовательного применения операции XOR ко всем байтам контролируемой записи. Именно по такому принципу формируется уникальный серийный номер каждого прибора DS1971. Например:

Byte7	Byte6	Byte5	Byte4	Byte3	Byte2	Byte1	Byte0
04Dhex	000hex	000hex	002hex	0CEhex	044hex	0DEhex	014hex

«Byte7» представляет собой CRC-код остальных байт; «Byte0» – код данного семейства jButton прибора DS1971.

В этом же формате выполнялся 8-байтовый код данных, содержащий информацию о количестве оплаченных пользователем поездок в лифтах:

Byte7	Byte6	Byte5	Byte4	Byte3	Byte2	Byte1	Byte0
CRChex	0XXhex	0XXhex	0XXhex	0XXhex	0XXhex	0XXhex	0XXhex

0XXhex – коды представляют собой определенным образом представленное число оплаченных пользователем поездок. С учетом алгоритма записи данных в блокнотную память возможность неправильной записи в энергонезависимую память прибора DS1971 исключается или сводится до достаточно малой вероятности величины ложной записи, оценочное значение которой в технических описаниях на прибор DS1971 отсутствует.

В результате опытной эксплуатации системы санкционированного проезда в лифтах, внедренной в городе Обухове Киевской области, путем длительного анализа статистических данных установлено, что при количестве записей в день порядка 10^4 вероятность формирования ложной записи в энергонезависимую память прибора DS1971 составляет величину порядка 10^{-3} . Это значит, что ежедневно в нескольких десятках электронных ключей формируется неверная запись, приводящая к блокировке электронного ключа. Таким образом, может быть сформулирована цель настоящего исследования, заключающаяся в повышении помехоустойчивости процедур записи, хранения и считывания данных при DS1971 за счет повышения вероятности формирования в памяти прибора DS1971 верной записи.

Для достижения поставленной цели необходимо решение научной задачи, состоящей в разработке такого помехоустойчивого, пусть и не помехозащищенного кода, в дополнение к существующему, который бы обеспечил вероятность формирования ложной записи в энергонезависимую память прибора DS1971 порядка 10^{-4} и менее, что позволяет корректировать основной код в случае его сбоя.

4. Метод формирования помехоустойчивого кода для энергонезависимой памяти EEPROM данных прибора DS1971

Метод формирования помехоустойчивого кода для энергонезависимой памяти, или задача кодирования, может быть отнесен к задачам распознавания образов и обработки изображений. Под обработкой изображений традиционно понимается кодирование, фильтрация, улучшение качества и восстановление изображений, а также их анализ и распознавание. С другой стороны, предмет распознавания образов не ограничивается лишь выделением признаков и классификацией, но включает также и предварительную обработку и классификацию образов. Именно распознавание изображений имеет дело с одномерными образами различной природы.

В число приложений теории распознавания образов входит, в частности, распознавание символов [4], которые в данном случае связываются с образом вещественного действительного числа, который формируется в энергонезависимой памяти EEPROM прибора DS1971. Таким

образом, для представления образа вещественного действительного числа необходимо сформировать некоторый набор характеристик, которые могут быть как числовыми, так и нечисловыми, и отношений между ними. На основе этого представления, исходя из вышеопределенной цели, производится классификация образов. В рамках дискриминантного подхода, основанного на теории решений, из образов можно выделить некий набор признаков. Представляя образ некоторым вектором в пространстве признаков, возможно распознавание конкретного образа посредством соответствующего разбиения этого пространства.

Для выделения хорошего набора характеристик и их отношений необходимо учесть природу их образования. В случае вещественного действительного числа, представленного в определенном формате, существенным признаком является значение исходных бит, формирующих разряд числа.

С учетом того обстоятельства, что как шестнадцатиричное представление чисел, так и двоично-десятичное представление основано на понятии двоичной тетрады, рассмотрим возможность формирования помехоустойчивого образа именно для тетрады.

Тетрада представляется как позиционное расположение с учетом их весов, четырех битов $\{b_3 b_2 b_1 b_0\}$. Искажение значения любого бита не позволяет однозначно восстановить исходный код, хотя ошибка в b_0 влечет за собой ошибку восстановления числа порядка 5%, в то время как сбой b_3 связан с ошибкой восстановления порядка 50%.

С другой стороны, физически запись в энергонезависимой памяти EEPROM прибора DS1971, составляющей 32 байта, формируется как последовательность, в данном случае 256 битов.

Информация о возможной корреляции значений битов числа в случае воздействия на память EEPROM электромагнитной помехи, искажающей значения одного или нескольких битов, в принципе отсутствует и не может быть получена практически. Не известны также вероятностные параметры процессов, характеризующие вероятность формирования ложной записи, хотя известны исследования, позволяющие отнести закон распределения плотности вероятности ложной записи к полигауссовскому [5].

В данном исследовании была принята гипотеза, что существует последовательность бит некоторой длины, состоящая из битов только одного типа («логическая единица» или «логический ноль»), которая, руководствуясь принятием решения по мажоритарному принципу относительно количества оставшихся в записи после воздействия электромагнитной помехи соответственно «логических единиц» или «логических нулей», может быть восстановлена с требуемой вероятностью.

Таким образом, если сопоставить биту «логическая единица» или «логический ноль» образ, представляющий последовательность N бит соответствующего типа (последовательность признаков), то можно сформировать в пространстве признаков образы, позволяющие восстановить исходную последовательность, а, следовательно, и исходную тетраду. Вероятность формирования ложной записи в энергонезависимой памяти EEPROM прибора DS1971 порядка 10^{-4} удалось обеспечить при $N = 16$.

В табл. 1 поясняется правило принятия решений при распознавании образов записей в энергонезависимой памяти прибора DS1971.

Таблица 1. Правило принятия решений при распознавании образов

Значение логического бита для записи	Последовательность признаков	Шестнадцатиричное число, соответствующее последовательности	Критерий принятия решения
0	0000 0000 0000 0000	00 00 hex	Кол-во «1» ≤ 5
0	0000 0000 0000 0001	00 01 hex	Кол-во «1» ≤ 5
0	0010 0101 0010 0001	25 21 hex	Кол-во «1» ≤ 5
Не уст.	0011 0001 0110 0010	31 62 hex	Образ не восстановл.
Не уст.	0101 1010 0101 1010	5A 5A hex	Образ не восстановл.
Не уст.	1111 0011 0110 1100	F3 6C hex	Образ не восстановл.
1	1111 0011 0110 1111	F3 6F hex	Кол-во «0» ≤ 5
1	1111 1111 1111 1111	FF FF hex	Кол-во «0» ≤ 5

5. Основные аппаратные и программные компоненты системы санкционированного проезда (ССП) в лифтах

Система санкционированного проезда в лифтах имеет следующую структуру и компоненты:

- носителем информации об уплате услуг за пользование лифтом является прибор типа DS1971F3 (DS1971F5) – электронный ключ с уникальным, однократно запрограммированным в ПЗУ при изготовлении ключа идентификационным номером. Он размещается в общей связке ключей пользователя и имеет вид вандалоустойчивой металлической таблетки, изготовленной из высокопрочной нержавеющей стали, закрепленной на пластмассовом брелке. Внешний вид и размеры прибора представлены на рис. 3.

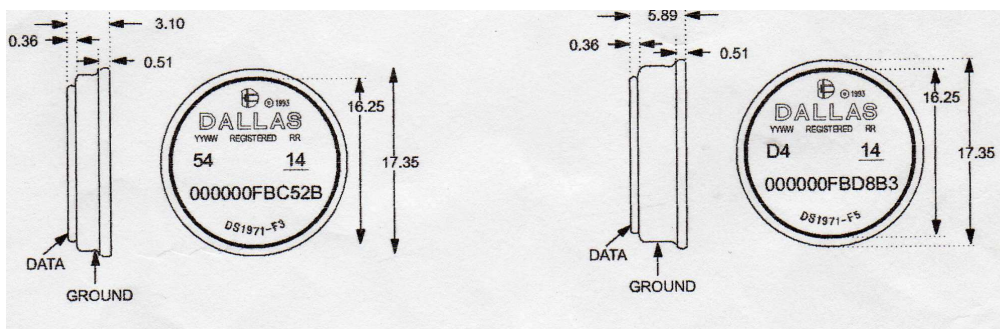


Рис. 3. Внешний вид и размеры прибора семейства jButton DS1971F3 (DS1971F5)



Рис. 4. Программатор системы санкционированного проезда в лифтах

Информация об уплате услуг за пользование лифтом заносится в энергонезависимую память EEPROM прибора DS1971 в формате вышеприведенного помехоустойчивого кода. Электронный ключ обеспечивает вызов лифта и проезд в лифте. Каждый проезд в лифте уменьшает количество возможных проездов в лифте на единицу. Начальное количество возможных поездок заносится с помощью программатора. Ключ является «вечным», вандалоустойчивым,

носится в связке ключей, не создает магнитного поля, устойчив к воздействию внешних электромагнитных и тепловых полей;

- программатор системы предназначен для чтения и перезаписи информации в памяти электронного ключа DS1971. Информация отображается на жидкокристаллическом индикаторе прибора. Масса прибора 1,5 кг. Габаритные размеры прибора 180x140x50 мм. Работа прибора определяется программой микроконтроллера семейства INTEL-51. Внешний вид программатора представлен на рис. 4.

Программатор обеспечивает запись в электронный ключ DS1971 количества возможных поездок пользователя от 1-ой до 999. Программатор контролирует также работоспособность приборов семейства jButton DS1971;

- устройство считывания предназначено для считывания и перезаписи информации в энергонезависимой памяти прибора DS 1971. При считывании информации из памяти прибор включает контакты реле прибора, предназначенные для коммутации соответствующих внешних устройств типа пускателей. Масса прибора 0,5 кг. Габаритные размеры прибора 130x70x30 мм. Внешний вид прибора представлен на рис. 5.

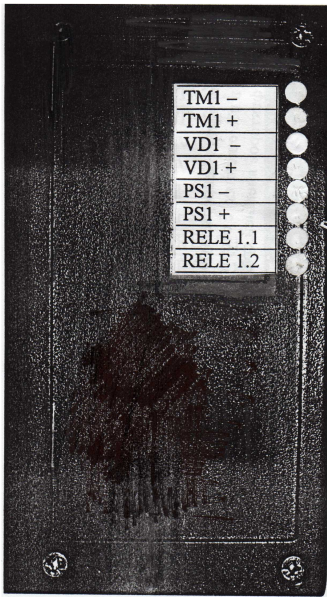


Рис. 5. Внешний вид устройства считывания системы санкционированного проезда в лифтах

Работа прибора определяется программой микросхемы однокристалльной микро-ЭВМ семейства INTEL-51, которая также обеспечивает подсветку световых индикаторов и работу звуковой сигнализации прибора, управление включением реле устройства. В кабель считывания информации от прибора DS 1971 встроено устройство защиты прибора от воздействия на прибор следующих внешних напряжений: СВЧ-наводок электромагнитных полей, напряжения электрошокеров величиной до 5 киловольт и мощностью в импульсе до 1,5 киловатт. Устройство считывания системы санкционированного проезда устанавливается в лифте, обладает повышенной живучестью, возможностью автоматического перезапуска после сбоев питающей сети 220 В 50 Гц.

Данная система реализована как совокупность локальных независимых подсистем. Каждая локальная система содержит десять–двадцать компактно размещенных, локализованных территориально «лифтовых» устройств. Количество локальных подсистем, реализованных по такому принципу, в совокупности составило величину порядка нескольких десятков и достигло, по видимому, своего предела с точки зрения пользовательских возможностей. В первую очередь, это связано с необходимостью для пользователей постоянно пополнять количество поездок чипа с помощью наличных платежей, что связано с необходимостью регулярных посещений соответствующей лифтовой службы. В целом эта система насчитывает, с учетом использования и других аналогичных систем, порядка одной тысячи лифтов. В то же время в Украине насчитывается (данные на середину текущего десятилетия) около 110 тысяч лифтов; в том числе в жилом фонде – 86,6 тысяч лифтов.

6. Оценивание практической целесообразности внедрения системы санкционированного проезда в лифтах

Оценим некоторые возможности вышеописанной лифтовой системы при ее внедрении в масштабах Украины.

С точки зрения экономии электроэнергии, статистические данные, взятые по 9-этажному дому в качестве базы, дают оценочное значение экономии электроэнергии около 350 кВт в месяц на один лифт (опыт Крыма). Возможная экономия электроэнергии при внедрении ССП в целом по Украине приведена в табл. 2.

Таблица 2. Данные возможной экономии электроэнергии по Украине в целом и отдельных городах

№ п/п	Регион	Кол-во лифтов, тыс. шт.	Экономия электроэн., кВт/час за месяц	Экономия электроэн., кВт/час за год	Экономия электроэн. за месяц (гривны)	Экономия электроэн. за год (гривны)
1	Украина	86,6	30.310.000	363.720.000	4.728.360	56.740.320
2	Киев	10,8	3.780.000	45.360.000	589680	7.076.160
3	Донецк	5,5	1.925.000	23.100.000	300300	3.603.600
4	Львов	5,5	1.925.000	23.100.000	300300	3.603.600
5	Днепропетровск	5,1	1.785.000	21.420.000	278460	3.341.520
6	Черкассы	1,9	665.000	7.880.000	103700	1.244.880

Данные возможной экономии электроэнергии по Украине в целом и отдельных городах приведены с учетом стоимости 1 кВт/час – 15,6 коп.

С точки зрения неуплаты коммунальных платежей, статистические данные, взятые по 9-этажному дому в качестве базы, дают оценочное значение неуплат в месяц до 500 – 1000 грн на один лифт (опыт Киева). При внедрении ССП в целом по Украине дополнительные поступления в бюджет составят величину порядка десятков миллионов гривен, что сравнимо с некоторыми расходными статьями бюджета страны.

7. Выводы

В результате внедрения системы санкционированного проезда в лифтах, основанной на использовании изложенных новых информационных технологий, может быть обеспечено улучшение состояния лифтового хозяйства страны и повышение эффективности его работы. Для создания высокоэффективных систем подобного рода необходимо решение на уровне органов местного самоуправления городов Украины ряда организационных задач, касающихся в первую очередь вопросов официального формирования и утверждения тарифов на проезд в лифтах, создания системы гарантийного и послегарантийного обслуживания технических составляющих системы, дальнейшее развитие принципов оплаты санкционированного проезда в лифтах. На основе представленного материала данного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Достигнута научная цель настоящего исследования, заключающаяся в повышении помехоустойчивости процедур записи, хранения и считывания данных при использовании прибора DS1971 за счет повышения вероятности формирования в энергонезависимой памяти прибора DS1971 верной записи и уменьшения вероятности формирования ложной записи.

Поставленная цель достигнута за счет решения научной задачи, состоящей в разработке метода формирования помехоустойчивого кода для приборов семейства jButton с электрически

стираемой перепрограммируемой памятью на основе известных принципов теории распознавания образов. Получена вероятность формирования ложной записи в памяти прибора DS1971 порядка 10^{-4} и менее, что позволяет корректировать код данных в случае его сбоя.

2. Сформированы основные принципы построения и применения системы санкционированного проезда в лифтах как совокупности локальных независимых подсистем, разработана структура комплекса технических средств, созданы и приняты в эксплуатацию базовые элементы технических средств системы, проведена опытная эксплуатация основных элементов системы. Следует отметить, что в результате опытной эксплуатации в течение нескольких лет нескольких сотен устройств считывания информации, установленных в лифтах жилых домов городов Ялты, Евпатории, Алушты, Феодосии, Винницы и Обухова, уточнены некоторые технические требования к элементам системы, накоплены статистические данные по отказам, в том числе и по «сигнальным» отказам системы.

3. Эксплуатация системы санкционированного проезда в лифтах в различных городах Украины показала также следующие частные положительные результаты:

- подтверждена антивандальность исполнения ССП на базе электронных ключей фирмы Dallas Semiconductor;
- подтверждена возможность уменьшения квартплаты на ту ее часть, которая связана с оплатой лифтовых услуг. В частности, у граждан, не пользующихся лифтом, эта составляющая квартплаты уходит;
- сокращено потребление электроэнергии, т.к. уменьшается количество бесцельных поездок (включений лифтов) ориентировочно на 50%;
- усиливается заинтересованность за содержание в работоспособном состоянии лифтов, т.к. неработающий лифт – это уменьшение оплаты лифтовых услуг. Уменьшается износ деталей лифтов, что сокращает расходы на его содержание в исправном состоянии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Верховной Рады Автономной Республики Крым «О состоянии лифтового хозяйства в Автономной Республике Крым и мерах по повышению надежности его работы». – Симферополь, 2000. – 16 февраля. – С. 1.
2. Белявін В.Ф. Міська інформаційна система санкціонованого виклику ліфтів / В.Ф. Белявін, В.А. Архипенко // Київська міська науково-практична конференція: тези доповідей учасників конференції «Промисловості міста – інноваційний шлях розвитку» / Київська міська державна адміністрація. Головне управління промислової, науково-технічної та інноваційної політики КМДА. – К., 2002. – С. 342 – 347.
3. DS1971. – Режим доступу: /html.cgi/txt/icMaxim/ibuttjn/ds1971.htm/.
4. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов / К. Фукунага; пер. с англ. И.Ш. Торговицкого; под. ред. А.А. Дорефеева. – М.: Наука, 1979. – 188 с.
5. Коротич В.В. Математична модель заводового сигналу на основі полігауссівського розподілу імовірності / В.В. Коротич, В.Б. Ніколаєнко, В.О. Кіреєв // Збірник наук. пр. ННДЦ ОТ і ВБ України. – 2006. – Вип. 3 (32). – С. 126 – 132.

Стаття надійшла до редакції 18.02.2009