

УДК 303.732.4

DOI: [10.26102/2310-6018/2021.35.4.030](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.35.4.030)

Разработка и программирование эффективной информационной микроконтроллерной системы принятия управленческих решений в задачах контроля доступа на объекте охраны особой важности

О.В. Толстых¹, О.В. Исаев²

¹Воронежский институт МВД России, Воронеж, Российская Федерация

²Воронежский институт ФСИН России, Воронеж, Российская Федерация
tov48@yandex.ru

Аннотация: В статье рассмотрены этапы разработки и программирования альтернативных специализированных микроконтроллерных систем, реализованных в рамках решения задач управления и контроля доступа на режимные объекты особой важности, в условиях минимизации затрат и сохранения качественных показателей проектируемого аппаратно-программного комплекса. Так, основной тенденцией развития современных технических средств охраны объектов особой важности (ООВ) является интеграция различных технических средств и систем в единый информационно-технический комплекс – интегрированную систему безопасности (ИСБ). ИСБ обеспечивает комплексную безопасность объектов охраны путем интеграции различных подсистем в единую аппаратно-программную (информационную) платформу. В роли элементов указанных информационных систем вполне могут выступать, к примеру, обучаемые комплексы автоматики контрольно-пропускных пунктов (КПП), призванные обеспечить контроль и управление доступом персонала и транспорта на режимные территории ООВ в автоматизированном режиме. Причина постановки проблемы связана с тем, что в настоящее время существует заинтересованность в поиске и выборе недорогих автоматизированных комплексов управления в технических системах объектов охраны с реализацией алгоритмов интеграции с системами управления базами данных (СУБД). Современные системы контроля и управления доступом (СКУД) не всегда подходят для решения некоторых задач, свойственных объектам специального назначения. Это обусловлено порой высокой стоимостью программного обеспечения или технических решений, ограниченностью функционала устройств конкретных производителей, нетипичностью решаемых задач. В этой связи работа имеет практическую значимость в рамках совершенствования инженерно-технического сопровождения СКУД ООВ. Иными словами, в настоящее время востребована разработка специализированных проблемно-ориентированных систем управления, обработки информации и принятия решений и последующее научное обоснование представленных решений с целью оценки эффективности оптимизации технического обеспечения ООВ. Ключевым подходом к исследованию и апробированию методов разработки альтернативных программируемых логических контроллеров СКУД ООВ является разработка актуальных алгоритмов логического управления контролем доступа на ООВ и их формализация в виде программного кода, а также последующее формирование базы данных посетителей и их идентификаторов СКУД. Результатами работы явились аппаратно-программная реализация контроллера СКУД ООВ и его программная интеграция с разработанной БД СКУД, а также научное обоснование эффективности целевого использования рассмотренной информационной микроконтроллерной системы.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс, система контроля и управления доступом, информационная система, информационный процесс, устойчивость, программируемый микроконтроллер, система управления базами данных, программный код, эффективность.

Для цитирования: Толстых О.В., Исаев О.В. Разработка и программирование эффективной информационной микроконтроллерной системы принятия управленческих решений в задачах контроля доступа на объекте охраны особой важности. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2021;9(4). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1009>
DOI: 10.26102/2310-6018/2021.35.4.030

Development and programming of an effective information microcontroller system for making managerial decisions in access control problems at a security facility of particular importance

O.V. Tolstykh¹✉, O.V. Isaev²

¹*Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,
Voronezh, Russian Federation*

²*Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia,
Voronezh, Russian Federation
tov48@yandex.ru*✉

Abstract: The article considers the development and programming stages of alternative specialized microcontroller systems, implemented with a view to solving managerial and access control problems, concerning the admission to sensitive facilities of particular importance, under the conditions of costs minimization and the maintenance of the designed hardware and software complex quality indicators. Thus, the main trend in the development of modern technical protection means for objects with particular importance (ALE) is the integration of various technical means and systems into a single information and technical complex - an integrated security system (ISS). ISS provides comprehensive security of objects under protection by merging various subsystems into a single hardware-software (information) platform. Training complexes for the automation of checkpoints, designed to ensure control and management of personnel and transport access to the restricted areas of the ALE in an automated mode, for example, may be used as the elements of these information systems. The reason for defining the problem stems from the fact that there is currently an interest in finding and choosing inexpensive automated control systems in technical systems of security objects with integration algorithms implementation along with database management systems (DBMS). ACS are not always suitable for solving some problems inherent in special facilities. This is due to the sometimes high cost of software or technical solutions, the limited functionality of devices from specific manufacturers, and the atypical nature of the tasks being solved. In this respect, the research is of practical relevance when applied to improving the engineering and technical support of ACS ALE. In other words, the development of specialized problem-oriented control systems, information processing, decision-making and providing subsequent scientific basis for the presented solutions with the aim of assessing the effectiveness of ALE technical support optimization is nowadays in demand. The key approach to researching and testing the methods for the development of alternative programmable logic controllers for ACS OOV is the invention of relevant algorithms for logical management of access control to OLE and their formalization in the form of a program code as well as the eventual formation of the visitors' database and their ACS identifiers. As a result of the study, the hardware and software implementation of the ACS controller ALE and its software integration with the developed ACS database have been undertaken; additionally, the scientific basis for the targeted use effectiveness of the reviewed information microcontroller system has been outlined.

Keywords: hardware and software complex, access control and management system, information system, information process, stability, programmable microcontroller, database management system, program code, efficiency.

For citation: Tolstykh O.V., Isaev O.V. Development and programming of an effective information microcontroller system for making managerial decisions in access control problems at a security

facility of particular importance. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2021;9(4). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1009> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.35.4.030 (In Russ).

Введение

В рамках планирования оптимальных методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в реализации задач контроля и управления доступом на объектах особой важности проведен анализ существующей научной и научно-популярной литературы по данной тематике. Вопросам разработки различных информационных систем, а также программирования их элементов посвящен ряд работ [3, 7-10], в которых отмечается, что разработка любой аппаратно-программной платформы с конкретной целевой функцией невозможна без постановки и решения ситуационных задач с их формализацией и последующей адаптацией логики принятия решений специализированными микроконтроллерами посредством машинного кода.

Предлагаемые в настоящее время на рынке охранных технологий решения (СКУД) не удовлетворяют требованиям по обеспечению пропускного режима на ООВ, в частности, объекты охраны ФСИН России, ввиду организационной сложности процедуры пропуска посетителей.

В этой связи, актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки альтернативного схемотехнического проекта интеллектуальной СКУД ООВ, которая возможна на основе использования универсальных программируемых микроконтроллеров [2].

С учетом вышеизложенного, целью работы является моделирование и реализация современной СКУД специального назначения с ее последующей программной интеграцией с СУБД.

Моделирование любой информационной системы специального назначения [1] либо процесса не в полной мере корректно без обобщения и систематизации выполняемых ею ключевых задач, а именно задач контроля и управления доступом на ООВ силовых и правоохранительных структур (Рисунок 1).

Для достижения поставленной цели необходимо обеспечить решение следующих задач:

- 1) анализ общих принципов построения и функционирования СКУД с обобщением основных перспектив их развития;
- 2) исследование совокупности СКУД, применяемых для решения узкоспециализированных задач на ООВ, с обзором альтернативных подходов к их организации на основе универсальных программируемых микроконтроллеров;
- 3) исследование концептуальных подходов к проектированию СКУД;
- 4) разработка схемотехнической модели СКУД на основе универсальных программируемых микроконтроллеров Arduino;
- 5) разработка программно-управляющего кода СКУД, реализованной на основе универсальных программируемых микроконтроллеров Arduino;
- 6) тестирование адекватности логики работы, спроектированной микроконтроллерной СКУД.

Новизна схемотехнического проекта интеллектуальной СКУД ООВ заключается в его универсальности для любых объектов охраны, гибкости модернизации, а также высоких показателях надежности.

Практическая значимость данной работы заключается в разработке завершеного проекта СКУД, способной решать узкоспециализированные задачи на ООВ, а также характеризующейся очевидной сбалансированностью функциональных характеристик и стоимостных показателей.

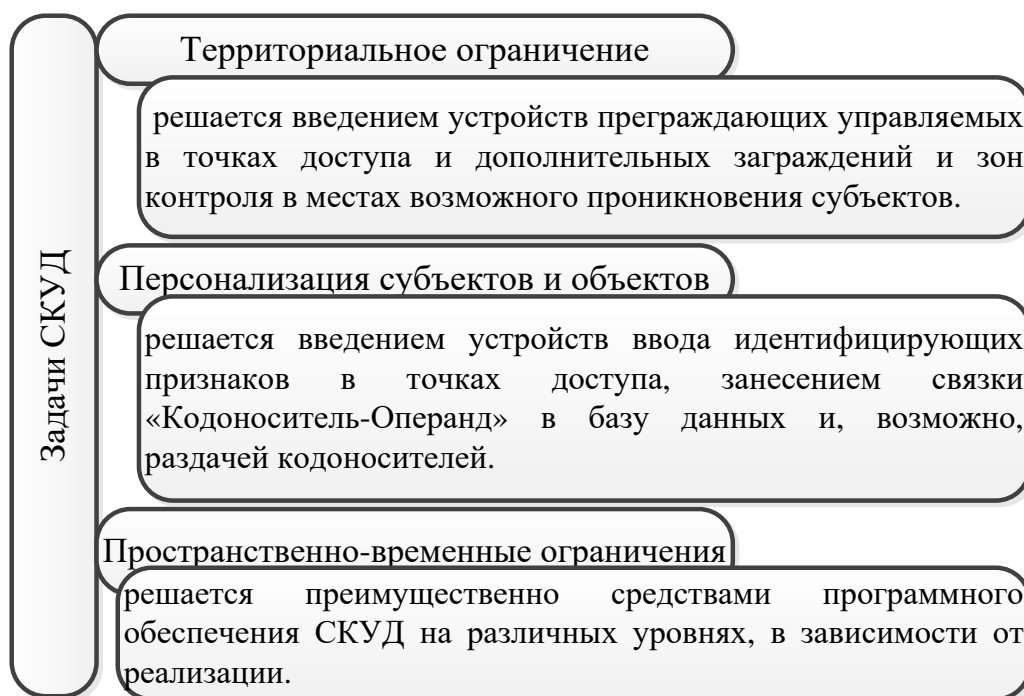


Рисунок 1 – Задачи СКУД
Figure 1 – Tasks SCUD

Этапы разработки альтернативного схемотехнического проекта интеллектуальной СКУД ООВ

На первом этапе необходима разработка проектно-монтажной схемы СКУД. Перечислим минимально необходимый состав элементов проектируемой СКУД:

- контроллер управления СКУД;
- устройство коммутации основной и резервной цепей питания, реализованное на двухканальном модуле управления реле с оптической развязкой и светодиодной индикацией состояния подключения;
- устройство коммутации мощной нагрузки, реализованное на n-канальном модуле управления реле 250 В, 10 А с оптической развязкой и светодиодной индикацией состояния подключения;
- модуль ввода числовых данных (пин-кодов);
- элементы управления системой, представленные в виде механических кнопок без фиксации положения замыкающего контакта;
- датчики положения дверей, представленные в виде магнитоконтактных или электромеханических извещателей с типом входа «сухой контакт».

На Рисунке 2 представлена схемотехническая реализация проектируемой СКУД специально назначения [4].

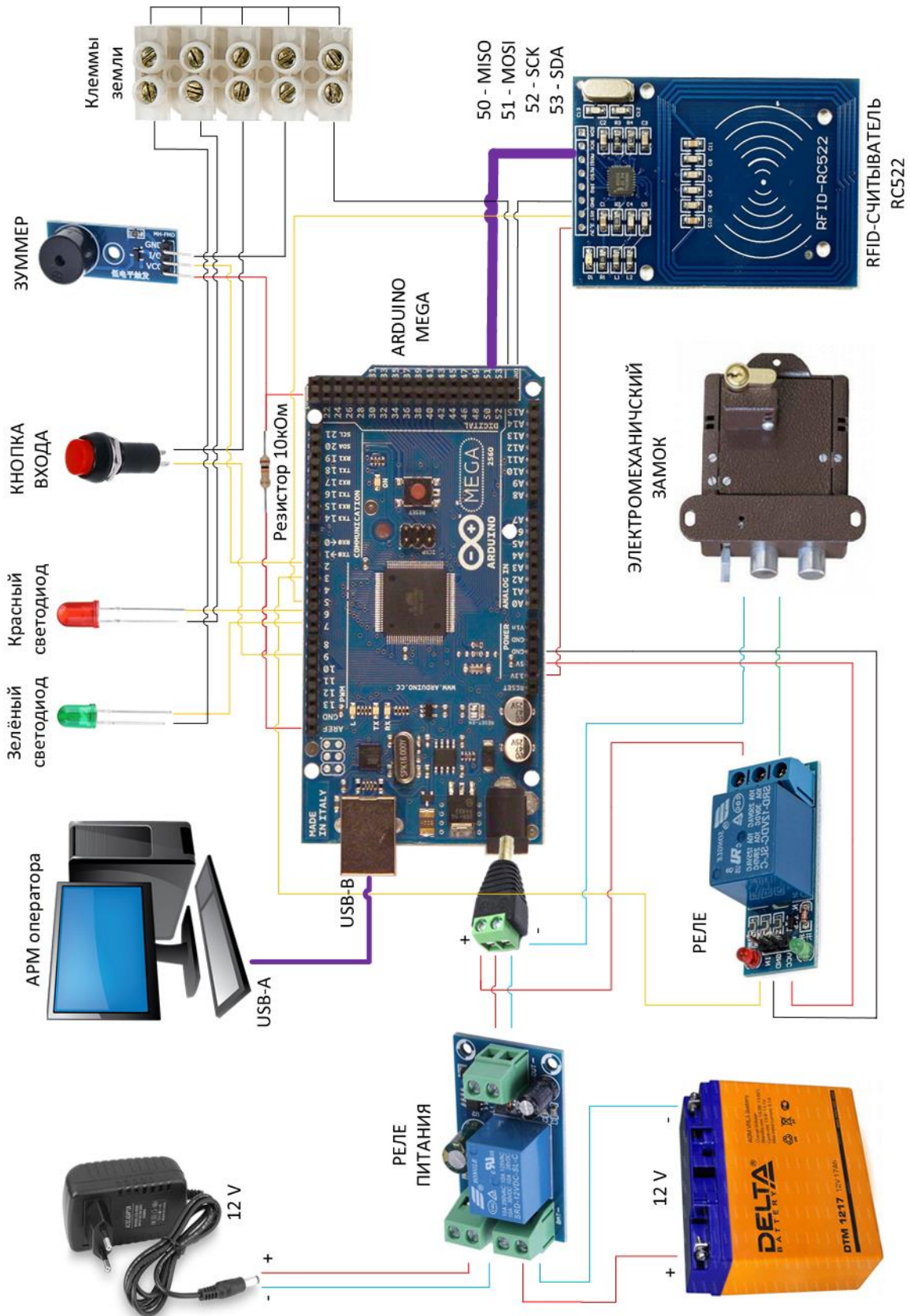


Рисунок 2 – Схемотехническая реализация СКУД
Figure 2 – Circuit implementation SCUD

На Рисунке 3 представлен опытный образец контроллера СКУД специального назначения.

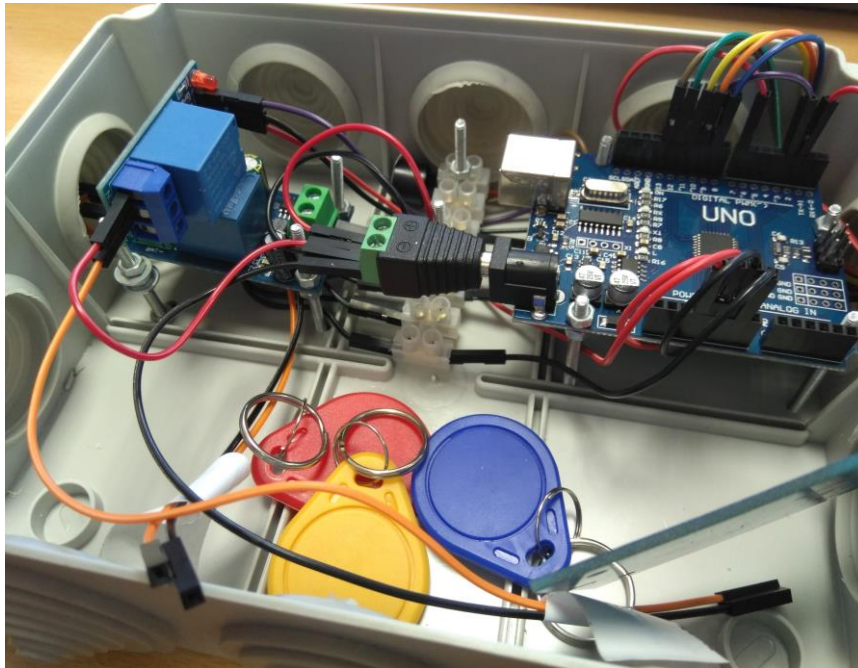


Рисунок 3 – Опытный образец контроллера СКУД
Figure 3 – Prototype controller SCUD

На втором этапе требуется разработка базы данных MySQL и задействование средства управления PHP MyAdmin как элементов универсального инструментария XAMPP. XAMPP – кроссплатформенная сборка локального веб-сервера, содержащая веб-сервер Apache, СУБД MySQL, интерпретатор скриптов PHP и большое количество библиотек, позволяющих запустить полноценный веб-сервер [3, 7-8].

Концептуальный алгоритм взаимодействия администратора СКУД с СУБД посредством инструментария XAMPP представлен на Рисунке 4.

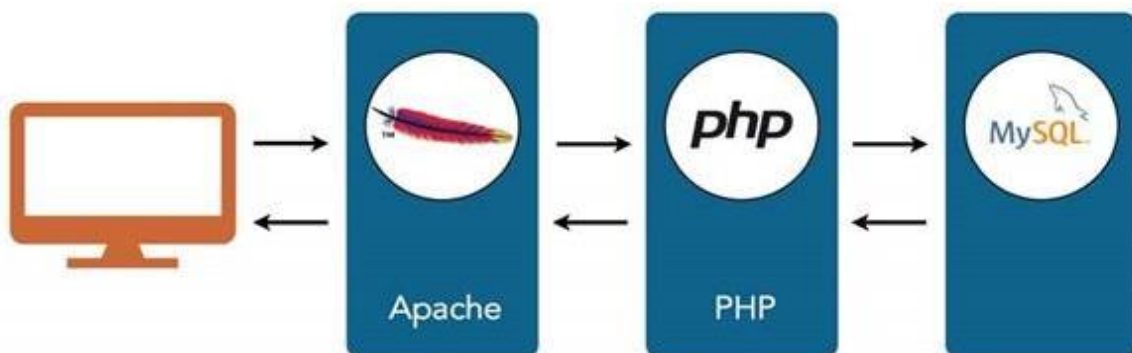


Рисунок 4 – Схема процесса информационного взаимодействия элементов СКУД
Figure 4 – Diagram of the process of information interaction of elements SCUD

Разработка уникальной БД пользователей, их персональных данных и совокупности идентификатора для конкретного ООВ доступна инструментами средства управления PHP. На Рисунке 5 изображен фрагмент создания и настройки данных таблиц БД.

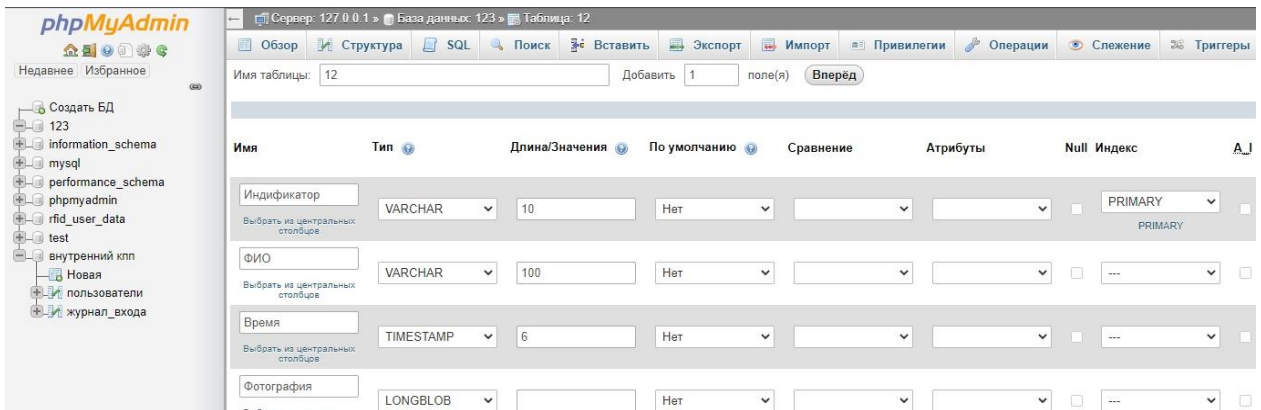


Рисунок 5 – Создание таблиц в базе данных
Figure 5 – Creating tables in a database

На третьем этапе требуется разработка пользовательского графического приложения (интерфейса) для визуализации процесса сличения физического посетителя точки доступа СКУД с его идентификаторами, представленными и обработанными БД. Указанная процедура достижима посредством задействования программного обеспечения Visual Studio и языка программирования Visual Basic [8-10].

Visual Studio – это интегрированная среда для разработки графического интерфейса пользователя, консоли, веб-приложений, мобильных приложений, облачных и веб-сервисов.

На Рисунке 6 представлен фрагмент программного кода Visual Basic для разработанного графического приложения администратора СКУД.

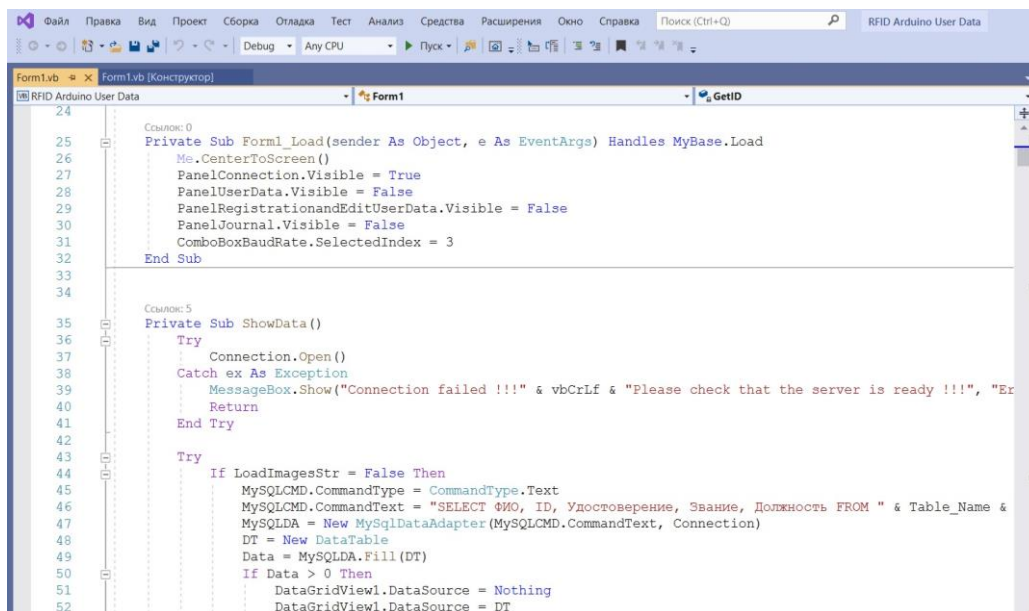


Рисунок 6 – Фрагмент разработки графического приложения
Figure 6 – A fragment of the development of a graphical application

Пользовательский интерфейс имеет две функции: отображает информацию на экране и принимает определенные служебные команды от администратора. Конструктор интерфейсов разработанного графического приложения представлен на Рисунке 7.

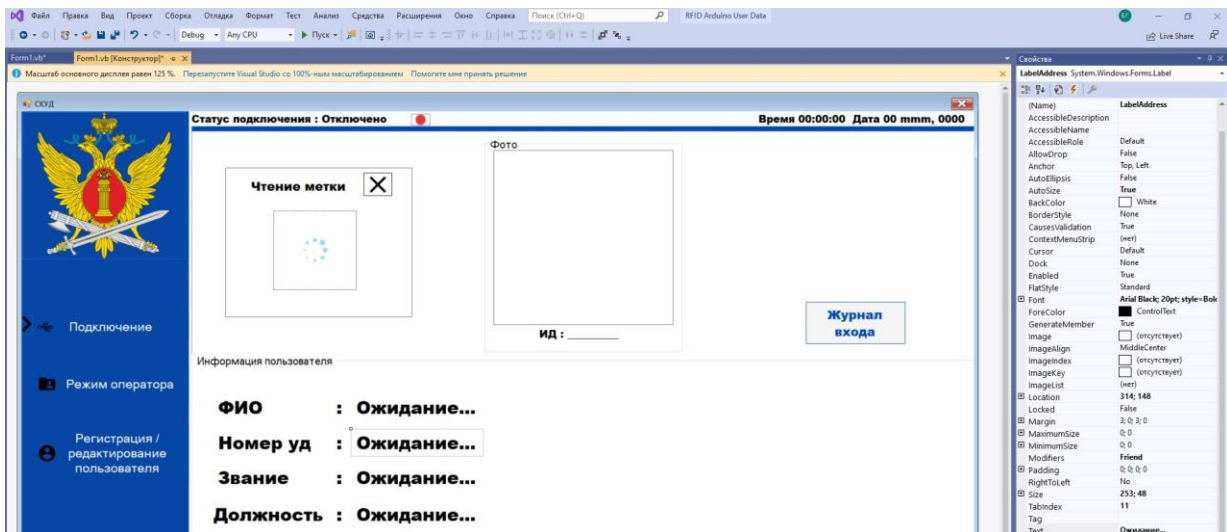


Рисунок 7 – Конструктор интерфейсов
Figure 7 – Interface Constructor

В Visual Basic все элементы интерфейса разделены на две группы: формы и объекты. Форма – это прямоугольное окно (область), отображаемое на экране. Объекты представляют собой элементы, содержащиеся в форме и используемые для просмотра или получения информации о пользователе. Объекты могут быть текстом, кнопками, флажками, параметрами либо иными графическими примитивами.

Интерфейс графического приложения построен из трех целевых разделов (задач):
– программного подключения к плате микроконтроллера;
– мониторинга пропускного режима с формированием журнала событий;
– операций с пользователями.

В первом разделе программа сканирует последовательные порты для поиска микроконтроллера СКУД и подключается к нему (Рисунок 8).

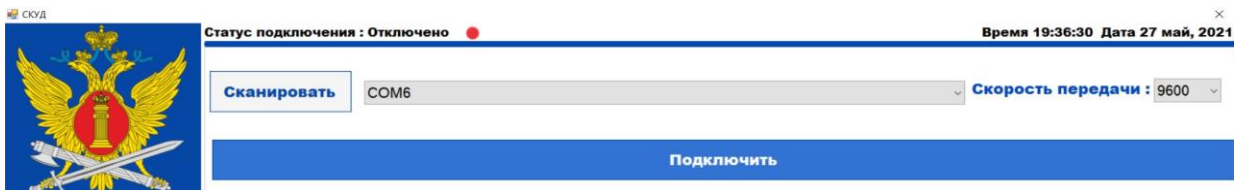


Рисунок 8 – Окно подключения к микроконтроллеру СКУД
Figure 8 – Connection window to the microcontroller SCUD

Второй раздел позволяет вывести информацию о посетителе на экран администратора (оператора) точки доступа КПП, а также предоставляет доступ к просмотру журнала событий, в котором аккумулируются все данные проходов посетителей (Рисунок 9).

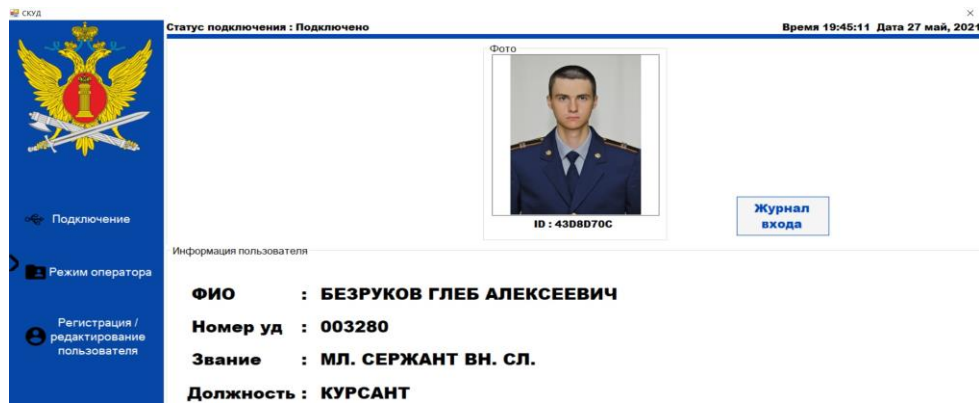


Рисунок 9 – Окно режима мониторинга
Figure 9 – Monitoring mode window

Третий раздел интерфейса позволяет добавлять, удалять, редактировать параметры пользователей в базе данных (Рисунок 10).

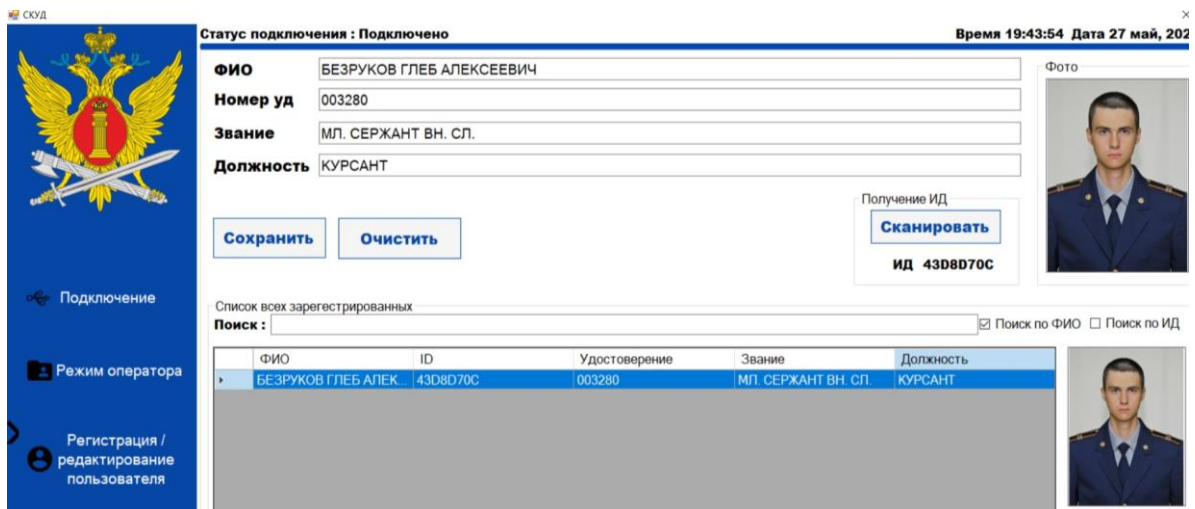


Рисунок 10 – Окно регистрации новых пользователей
Figure 10 – New user Registration window

Научное обоснование эффективности целевого использования рассмотренного информационного микроконтроллерного комплекса целесообразно осуществить путем оценки устойчивости охранной системы ООВ как одного из ключевых показателей эффективности.

В рамках внедрения на ООВ представленных информационных микроконтроллерных систем как элементов ИСБ, необходимо проанализировать устойчивость Y обновленных информационных структур охранных комплексов (ИС ОС, либо S_3) в условиях негативных воздействий (НВ, либо S_2). Под НВ будем понимать совокупность как внутренних, так и внешних угроз (ошибок, коллизий, отказов, ложных идентификации и аутентификации пользователей и прочее) общей безопасности объекта. Иными словами, требуется математическая формализация оценки устойчивости функционирования обновленных ИС ОС в условиях НВ.

На основе экспериментальных данных с применением критерия Колмогорова – Смирнова доказано, что для описания зависимости вероятности $P(\xi, t)$ преодоления

элементов ИС S_3 от параметров ξ (уровень сложности) и t (время) может быть использовано соотношение (1):

$$P(\xi, t) = \begin{cases} 1, \\ h(\xi) + \gamma_m(t) \cdot m(\xi), \end{cases} \quad (1)$$

при $\xi = 0, \xi > 0$.

Соотношение (1) справедливо в случае, если переменные $h(\xi)$ и $m(\xi)$, как случайные величины распределения вероятности преодоления элементов ИС S_3 , независимы и образуют полную группу событий. Отметим, что в результате эволюции элементов ИС S_3 и S_2 как параллельно протекающих во времени информационных процессах происходит изменение и самой вероятности преодоления ИС ОС.

Иллюстрация решения соотношения (1), с учетом процессов эволюции и старения элементов ИС ОС и НВ, представлена на Рисунке 11.

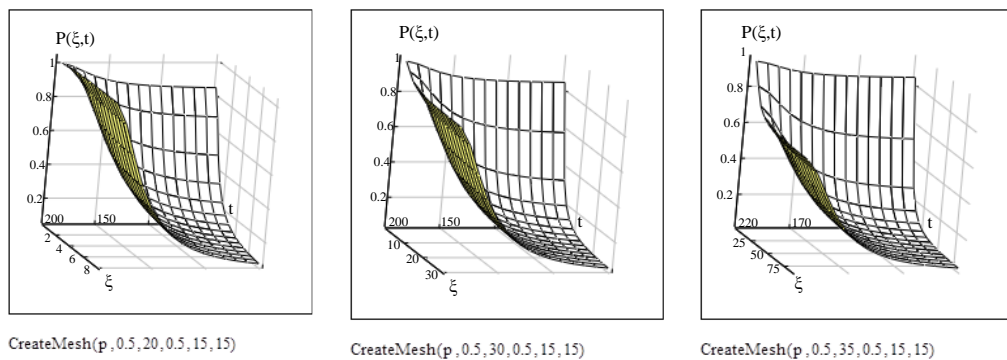


Рисунок 11 – Вероятность преодоления $P(\xi, t)$ элементов ИС S_3
Figure 11 – The probability of overcoming $P(\xi, t)$ of the elements of the IS S_3

Блок-схема алгоритма определения вероятности преодоления элементов ИС S_3 в условиях эволюции и старения ее элементов представлена на Рисунке 12.

A, B и C – параметры, характеризующие изменение распределения вероятности преодоления элементов ИС S_3 и формирующихся на основе экспертного подхода к ранжированию анализируемых параметров. Параметры μ_m, ν_m и δ_m эквиваленты A_m, B_m, C_m в рамках моделирования взаимобратных процессов эволюции и старения элементов ИС ОС и НВ.

Пространственная визуализация решения (1) дает более полное представление о динамике изменения $P(\xi, t)$, однако, в целом характеризуется неопределенностью во времени.

Особый научный интерес представляет моделирование указанных процессов при условии непрерывности временных параметров. Иными словами, процесс функционирования ИС S_3 , как информационной системы (ИС) в условиях НВ, возможно представить в виде интегральной (динамической) модели, построенной с использованием дифференциальных уравнений, описывающих состояния ее элементов.

В связи со сложностью реализации графического описания решения системы интегро-дифференциальных уравнений (ИДУ), описывающих взаимодействие ИС ОС и НВ, целесообразно его рассмотрение на примере обобщенного подхода к разработке математической модели устойчивого взаимодействия ИС S_2 и S_3 .

Общим решением системы ИДУ на плоскости является пересечение их множеств по координатам ξ, t, Y .

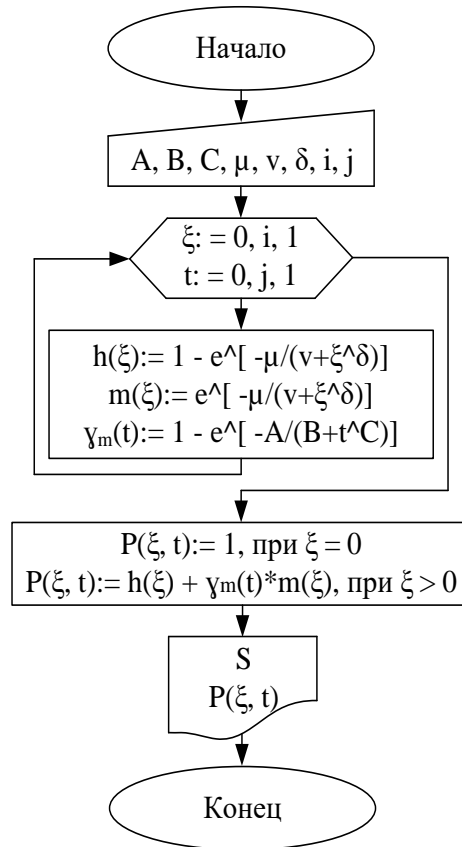


Рисунок 12 – Блок-схема алгоритма определения вероятности преодоления элементов S_3
 Figure 12 – Block diagram of the algorithm for determining the probability of overcoming elements S_3

Разработка и решение математической модели взаимодействия ИС ОС и НВ описывает динамику эволюции их элементов на фазовой плоскости пространства, а с учетом интегрального представления условий устойчивости и второго метода Ляпунова представляет математическую модель устойчивого управления информационными процессами взаимодействия ИС ОС и НВ.

Переход к фазовой плоскости пространства интересен с точки зрения визуализации процесса взаимодействия ИС ОС и НВ на предмет оценки границ устойчивости ИС S_3 (Рисунок 13).

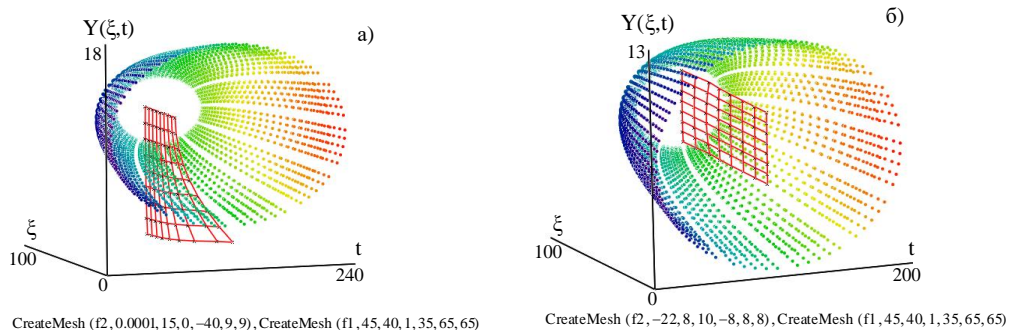


Рисунок 13 – Определение области устойчивого управления информационным процессом взаимодействием S_3 и S_2
 Рисунок 13 – Determination of the area of sustainable management of information process interaction S_3 and S_2

В рамках определения границ некоторой области (фазовой окрестности) пространства, характеризующейся устойчивостью поведения ИС ОС в условиях НВ (аттрактор), важно, соответственно, рассмотреть притягивающее множество неустойчивых траекторий в фазовом пространстве диссипативной динамической системы, а именно «странный аттрактор». При более детальном анализе концентрических окружностей, представленных на Рисунке 13, напрашивается вывод о осуществлении ИС S_3 саморегулирования, которое выражено переходом траектории эволюции ИС ОС в пространстве с координаты «время» на координату «сложность».

Таким образом, верно утверждать, что ИС S_3 устойчива в случае, если решение системы ИДУ, описывающих информационные процессы взаимодействия элементов множеств ИС ОС и НВ, принадлежит внутренней области концентрической окружности меньшего радиуса (Рисунок 13, б). В случае, если решение данной системы уравнений не попадает в эту область, верно говорить о неустойчивости элементов ИС S_3 к НВ (Рисунок 13, а).

Следует заключить, что при постоянстве начальных условий негауссовское распределение вероятности преодоления элементов ИС ОС, реализованное в части анализа имитационной модели, соответствует заданной точности моделирования. В результате напрашивается вывод о целесообразности применения методов имитационного моделирования в анализе особенностей функционирования информационных систем S_3 в условиях НВ.

Результаты имитационного моделирования эффективности рассмотренной информационной микроконтроллерной системы позволяют ранжировать параметрические показатели потенциальных угроз безопасности ООВ и, соответственно, оценить границы защищенности S_3 в процессе эволюции как ее собственных элементов, так и элементов модели угроз.

Заключение

Согласно результатам тестирования опытного образца контроллера СКУД специального назначения на предмет адекватности выполнения им автоматизированного контроля и управления доступом на ООВ, а также визуализации указанного процесса дежурному оператору объекта, можно сделать вывод о том, что все элементы рассмотренного в работе программно-технического комплекса характеризуются стабильной работой и согласованностью друг с другом, что позволяет оперативно получать и обрабатывать информацию в реальных условиях эксплуатации [1-2, 5]. Рациональная настройка программной логики работы контроллера СКУД и его интеграции с СУБД обеспечивает надлежащий уровень организации пропускного режима и общей безопасности ООВ.

Предложенный проект имеет очевидную практическую значимость и позволяет использовать его на реальных ООВ силовых и правоохранительных структур. Наличие элементной базы и твердое знание основ программирования позволяют осуществлять модернизацию представленного программно-технического решения, либо создавать иные автоматизированные системы любой сложности и назначения.

Разработанная СКУД на основе универсальных микроконтроллеров позволяет обеспечить простоту реализации подобных комплексов, а широкий ассортимент предлагаемых в настоящее время дополнительных аппаратных модулей позволяет обеспечить неограниченные возможности в расширении функционала и решаемых задач. Следует отметить, что рассмотренная в статье система, по сути, представляет собой конструктор, состоящий из различных модулей и плат (контроллеров) управления ими с возможностью наращивания функционала.

Основные результаты работы заключаются в разработке альтернативного аппаратно-программного комплекса контроля и управления доступом на ООВ, его программной интеграции с СУБД и создании графического приложения пользователя СКУД в рамках решения задач администрирования и визуализации процессов. Также в статье применены методы имитационного моделирования и оценки границ устойчивости функционирования ИСБ с учетом интеграции ее элементов с рассмотренными в работе микроконтроллерными системами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Isaev O.V., Starodubtsev V.S., Dubrovin A.S., Kravchenko A.S. Estimation of the boundaries of the region of stable functioning of elements of special-purpose information systems characteristic. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019;1202:12-17.
2. Isaev O.V., Kravchenko A.S., Irkhin V.P. Method for modeling accuracy measuring in evaluation of sustainability of information structure security system in terms of negative impacts. *Proceedings – 2017 2nd International Ural Conference on Measurements*. 2017:205-210.
3. Белов А.В. *Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только*. Санкт-Петербург: Наука и техника. 2016. 352 с.
4. Исаев О.В., Паринов А.В., Зыбин Д.Г., Кобзистый С.Ю., Морозов О.В., Андреева О.А. *КСБО «СИНЕРГЕТ КСБО»: настройка и конфигурирование базовых подсистем: учебно-методическое пособие*. Воронеж. Издательско-полиграфический центр «Научная книга». 2018. 136 с.
5. Исаев О.В., Стародубцев В.С. Модели и алгоритмы оценки устойчивости функционирования информационной системы в условиях воздействия негативных факторов. *Вестник Воронежского института ФСИИ России*. 2018;1:104–107.
6. Исаев О.В., Кобзистый С.Ю., Дмитриев Е.В. Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов УИС на примере универсальных микроконтроллерных систем. *Актуальные проблемы деятельности подразделений УИС*. 2020;11-17.
7. Магда Ю.С. *Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM*. Москва: ДМК Пресс; 2014. 168 с.
8. Перлова О.Н. *Проектирование и разработка информационных систем*. Учебник. Москва: Академия; 2018. 272 с.
9. Прокопенко В.С. *Программирование микроконтроллеров ATME1 на языке С*. Москва: Корона-Век; 2015. 320 с.
10. Ревич Ю.В. *Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера*. СПб.: ВHV; 2012. 352 с.
11. Толстых О.В., Багринцева О.В., Иванченко О.С. Особенности организации систем контроля и управления доступом на сложном объекте. *Охрана, безопасность, связь*. 2019;1(4):122-125.

REFERENCES

1. Isaev O.V., Starodubtsev V.S., Dubrovin A.S., Kravchenko A.S. Estimation of the boundaries of the region of stable functioning of elements of special-purpose information systems characteristic. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019;1202:12-17.
2. Isaev O.V., Kravchenko A.S., Irkhin V.P. Method for modeling accuracy measuring in evaluation of sustainability of information structure security system in terms of negative impacts. *Proceedings – 2017 2nd International Ural Conference on Measurements*.

- 2017:205-210.
3. Belov A.V. *Programming microcontrollers for beginners and not only*. Saint Petersburg. Science and technology. 2016. 352 p. (In Russ.)
 4. Isaev O.V., Parinov A.V., Zybin D.G., Kobzisty S.Yu., Morozov O.V., Andreeva O.A. *KSBO «SINERGET KSBO»: setting and configuring basic subsystems: teaching aid*. Voronezh. Publishing and Printing Center «Scientific Book». 2018. 136 p. (In Russ.)
 5. Isaev O.V., Starodubtsev V.S. Models and algorithms for assessing the stability of the functioning of an information system under the influence of negative factors. *Bulletin of the Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii = Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia*. 2018;1:104–107. (In Russ.)
 6. Isaev O.V., Kobzisty S.Yu., Dmitriev E.V. Development of problem-oriented control systems, decision-making and optimization of UIS technical objects on the example of universal microcontroller systems. *Aktual'nyye problemy deyatel'nosti podrazdeleniy UIS = Actual problems of the activities of the UIS divisions*. 2020:11-17. (In Russ.)
 7. Magda Yu.S. *Programming and debugging of C / C ++ applications for ARM microcontrollers*. Moscow: DMK Press; 2014. 168 p. (In Russ.)
 8. Perlova O.N. *Design and development of information systems*. Textbook. Moscow: Academy; 2018. 272 p. (In Russ.)
 9. Prokopenko V.S. *Programming of ATMEL microcontrollers in*. Moscow: Korona-Vek; 2015. 320 p.
 10. Revich Yu.V. *Practical programming of Atmel AVR microcontrollers in assembly language*. SPb.: BHV; 2012. 352 p. (In Russ.)
 11. Tolstykh OV, Bagrintseva O.V., Ivanchenko O.S. Features of the organization of control systems and access control at a complex facility. *Okhrana, bezopasnost', svyaz' = Security, security, communication*. 2019;1(4):122-125. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Исаев Олег Викторович, к. т. н., доцент, старший преподаватель кафедры технических комплексов охраны и связи Воронежского института ФСИН России, Воронеж, Российская Федерация
e-mail: olegisaev71@yandex.ru

Oleg V. Isaev, candidate of technical sciences, associate professor, senior teacher of chair technical complexes of safety and communication of the Voronezh institute of Russian Federal Penitentiary Service, Voronezh, Russian Federation

Толстых Ольга Владимировна, к. т. н., старший преподаватель кафедры радиотехнических систем и комплексов охранного мониторинга Воронежского института МВД России, Воронеж, Российская Федерация
e-mail: tov48@yandex.ru

Olga V. Tolstykh, candidate of technical sciences, senior teacher of the department of radio engineering systems and security monitoring complexes of the Voronezh institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Voronezh, Russian Federation

Статья поступила в редакцию 21.06.2021; одобрена после рецензирования 27.12.2021; принята к публикации 29.12.2021.

The article was submitted 21.06.2021; approved after reviewing 27.12.2021; accepted for publication 29.12.2021.