



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2021-19-3-96-103>

Оригинальная статья
Original paper

УДК 654.939

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКСА ОХРАНЫ ПРОТЯЖЕННЫХ ПЕРИМЕТРОВ ВМ 8018

Л.Л. УТИН¹, А.В. ПАВЛОВСКИЙ², А.А. ОЛЬХОВИК², А.В. МАКАТЕРЧИК¹

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(г. Минск, Республика Беларусь)

²Научно-исследовательский институт электронных вычислительных машин
(г. Минск, Республика Беларусь)

Поступила в редакцию 25 марта 2021

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2021

Аннотация. В последние годы технические средства охраны периметра получают все большее распространение, что обусловлено их возрастающей эффективностью защиты от несанкционированного доступа злоумышленников к охраняемым объектам. Высокая конкуренция производителей подобных средств привела к появлению множества технических решений средств обнаружения (СО), работающих на разных физических принципах и предназначенных для решения специфических задач. Основное назначение СО – обеспечить обнаружение фактов проникновения нарушителей через охраняемое препятствие. Учитывая, что способы проникновения нарушителей разнообразны (разрушение ограждений, перелаз через ограждение, подкоп под ограждение и т. д.), создание эффективной системы охраны с использованием только одного типа СО является проблемной задачей. При этом автономное использование множества типов СО приводит к тому, что в дежурном помещении будет находиться большое количество технических средств, которые увеличивают не только временные и финансовые затраты на их обслуживание, но и повышают требования к компетенции дежурного персонала. С целью разрешения вышеуказанных проблем в НИИ ЭВМ разработан комплекс ВМ 8018, предназначенный для автоматизации процесса охраны протяженных периметров объектов различного назначения, в том числе участков государственной границы, периметров и помещений подразделений границы, протяженных периметров промышленных и военных объектов, а также управления исполнительными устройствами (электроприводами ворот и калиток, освещением и т. п.), ведения видеонаблюдения.

Ключевые слова: средства обнаружения, телеметрическая информация, журналы событий, сбор и обработка информации, падение напряжения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Утин Л.Л., Павловский А.В., Ольховик А.А., Макатерчик А.В. Анализ результатов опытной эксплуатации комплекса охраны протяженных периметров ВМ 8018. Доклады БГУИР. 2021; 19(3): 96-103.

ANALYSIS RESULTS OF EXPERIMENTAL OPERATION OF THE PROTECTION COMPLEX OF LONG PERIMETERS VM 8018

LEONID L. UTIN¹, ALIAKSANDR V. PAVLOVSKY², ANATOLIY A. OLKHOVIK²,
ALIAKSANDR V. MAKATSERCHYK¹

¹*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Republic of Belarus)*

²*Research Institute of Electronic Computers (Minsk, Republic of Belarus)*

Submitted 25 March 2021

© Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2021

Abstract. In recent years, technical means of perimeter security are becoming more widespread, which is due to their increasing efficiency of protection from unauthorized access by intruders to protected facilities. The high competition of manufacturers of such means has led to the emergence of a variety of technical solutions for detection means (hereinafter referred to as DT) operating on different physical principles and designed to solve specific problems. The main purpose of the DT is to ensure the detection of the facts of intruders' penetration through the guarded obstacle. Considering that the methods of intruders' penetration are varied (destruction of fences, climbing over the fence, digging under the fence, etc.), the creation of an effective security system using only one type of DT is a problematic task. At the same time, the autonomous use of many types of DT leads to the fact that there will be a large number of technical means in the duty room, which increase not only the time and financial costs for their maintenance, but also increase the requirements for the competence of the duty personnel. Research Institute of Electronic Computers has developed the complex VM 8018, designed to automate the process of protecting extended perimeters of objects for various purposes, including sections of the state border, perimeters and premises of outposts, extended perimeters of industrial and military facilities, as well as controlling executive devices (electric drives for gates and gates, lighting etc.), video surveillance.

Keywords: detection tools, telemetric information, event logs, information collection and processing, voltage drop.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

For citation. Utin L.L., Pavlovsky A.V., Olkhovik A.A., Makatserchyk A.V. Analysis results of experimental operation of the protection complex of long perimeters VM 8018. Doklady BGUIR. 2021; 19(3): 96-103.

Введение

Исторически внедрение технических средств для охраны участков государственной границы начало осуществляться достаточно давно. Так, принятая в 1979 году сигнализационная система С-175 «Гардина» позволяла контролировать до 40 участков рубежа по 500 м, разделенных на два фланга общей протяженностью до 20 км. По мере развития технологий совершенствовались системы охраны периметра. В 1985 году был принят комплекс КС-185, который и в настоящее время используется для охраны государственной границы¹.

Повышение спроса на системы охраны, аналогичные рассмотренным выше, способствовало появлению определенной конкуренции у производителей соответствующего оборудования [1]. В настоящее время известно множество компаний, которые занимаются монтажом технических средств охраны, однако поставляемое ими оборудование, как правило, является разработкой иностранных компаний. Несмотря на кажущуюся низкую стоимость предлагаемого оборудования, допуск таких компаний для монтажа систем охраны государственной границы может иметь негативные последствия для государства [2].

¹Терещенко В.В. Деятельность советских государственных и военных органов по созданию и совершенствованию окружной системы пограничных войск (1918–1991 гг.): дис. ... доктора исторических наук. 2015. Tereshchenko V.V. The activities of the Soviet state and military bodies to create and improve the district system of border troops (1918–1991): dis. for the degree of Doctor of Historical Sciences. 2015.

Учитывая вышеизложенное, коллективом разработчиков, имеющих многолетний опыт в создании защищенных ЭВМ, было решено создать первую в Республике Беларусь систему охраны протяженных периметров. Основные усилия при разработке элементов комплекса были направлены на решение задач по обеспечению:

- технических характеристик, соответствующих аналогичным системам, производимым в других государствах;
- совместимости с элементами устаревших комплексов КС-175, КС-185, смонтированных на государственной границе (сигнализационные заграждения, кабельные линии связи, ворота и калитки, замковые устройства);
- возможности оповещения дежурного персонала в режиме реального времени при наступлении событий, связанных со срабатыванием средств обнаружения, пропаданием каналов связи с удаленными блоками, возникновением неисправности средств обнаружения и (или) соединительных линий, а также попытках несанкционированного доступа к оборудованию комплекса;
- защиты информации обо всех событиях, наступивших при функционировании комплекса, как от внешних, так и от внутренних нарушителей [3].

Методика проведения исследования

Для проверки возможностей разработанного комплекса ВМ 8018 была осуществлена его опытная эксплуатация. Учитывая, что эксплуатация осуществлялась за счет финансовых средств организации-изготовителя, испытанию подвергался один образец комплекса, комплектация и назначение элементов которого приведены в табл. 1.

Таблица 1. Состав и назначение элементов комплекса ВМ 8018, используемого на испытании
Table 1. The composition and purpose of the elements of the complex VM 8018 used for testing

Состав оборудования комплекса ВМ8018 Composition of the equipment of the complex VM 8018	Назначение Appointment	Кол-во, шт. Quantity, pc.
Блок обработки информации (БОИ) Information processing unit (IPU)	<ul style="list-style-type: none"> – формирование напряжения для электропитания БЛ; – получение от БЛ, обработка, отображение и передача на АРМ информации о состоянии СО; – получение, отображение и передача на АРМ телеметрической информации от БЛ; – формирование и передача БЛ команд управления исполнительными устройствами (ИУ); – конфигурирование БЛ; – передача информации о сработавших СО в блок световой индикации и блок звуковой сигнализации; – управление внешними звуковыми и световыми устройствами; – ведение и сохранение в энергонезависимой памяти журнала событий 	1
Блок линейный (БЛ) Linear block (LB)	<ul style="list-style-type: none"> – формирование напряжений электропитания СО; – сбор информации о состоянии СО; – выдача сигнала контроля исправности СО; – управление ИУ; – обмен информацией с БОИ 	5
Автоматизированное рабочее место (АРМ) Automated workplace (AWP)	<ul style="list-style-type: none"> – прием и отображение информации от БОИ о состоянии СО; – управление (через БОИ и БЛ) ИУ; – документирование произошедших событий; – диагностика составных частей комплекса; – составление отчетов о произошедших событиях; – сохранение видеoinформации, поступающей от СВН 	1
Система видеонаблюдения (СВН) CCTV system	<ul style="list-style-type: none"> – наблюдение и видеозапись событий (совместно с АРМ) на одном или нескольких охраняемых участках 	1

Окончание таблицы 1
End of table 1

Блок световой индикации (БСИ) Light indication unit (LIU)	– отображение номера охраняемого участка, откуда поступил сигнал тревоги (неисправности)	1
Блок звуковой сигнализации (БЗС) Sound alarm unit (SAU)	– звуковое дублирование сигнала тревоги (возникновения неисправности)	1
Средство обнаружения типа «СКАТ» Detection tool (DT) type “SKAT”	– охрана периметров объектов с использованием проволочного ограждения, при замыкании или обрыве которого выдается сигнал тревоги	4
Средство обнаружения типа «Разряд» Means for detecting the type of “Discharge”	– контроль состояния сигнализационного ограждения, представляющего собой полотно из двух нитей колючей проволоки, растянутых на двух изолированных флангах	2

Схема подключения элементов комплекса и нагрузки представлена на рис. 1.

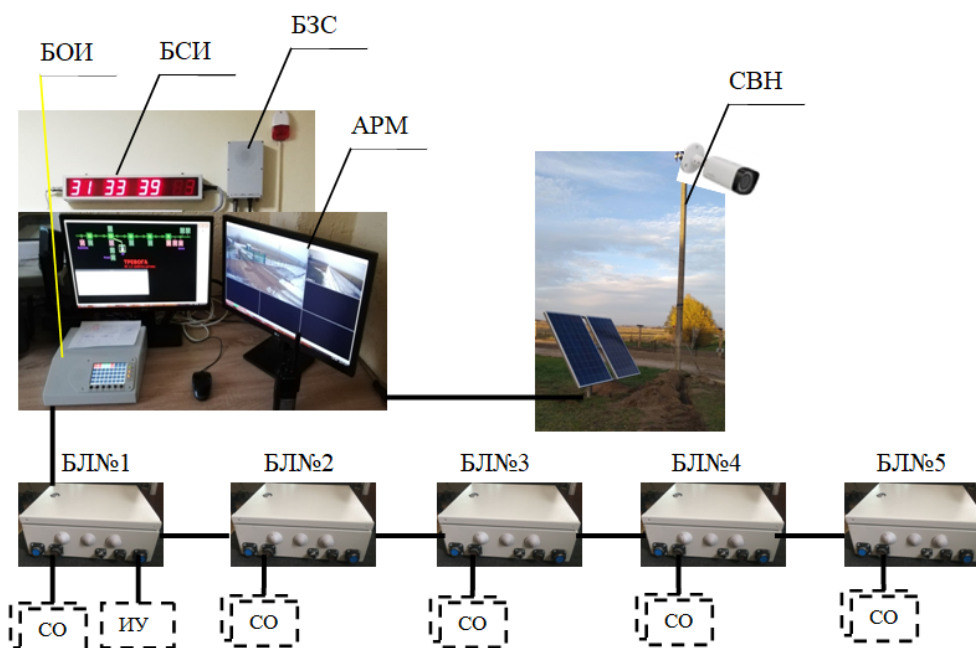


Рис. 1. Условия проведения испытания комплекса VM 8018
Fig. 1. Conditions for testing the complex VM 8018

Для проверки реальных характеристик комплекса VM 8018 в ходе опытной эксплуатации осуществлялось измерение напряжения на входах блоков линейных. При этом проводилось два эксперимента. Условия проведения экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Условия проведения опытной эксплуатации комплекса VM 8018
Table 2. Conditions for trial operation of the complex VM 8018

Условный номер блоков линейных Conditional line block number	Расстояние до БЛ при проведении эксперимента, м Distance to LB during the experiment, m		Тип СО, подключенного к БЛ при проведении эксперимента Type of DT connected to LB during the experiment		Напряжение на входе БЛ при проведении эксперимента, В Voltage at the input of LB during the experiment, V	
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
1	12000	2100	ИУ	«СКАТ»	105,1	86,5
2	350	800	«СКАТ»	«Разряд»	103,6	86,2
3	1000	800	«СКАТ»	«Разряд»	102,2	85,5
4	1000	800	«СКАТ»	«СКАТ»	101,2	83,3
5	1000	800	«СКАТ»	«СКАТ»	100,7	82,9

В ходе испытаний были проанализированы возможности оповещения дежурного персонала о наступлении событий, связанных со срабатыванием СО, пропаданием каналов связи с удаленными блоками, возникновением неисправности СО и (или) соединительных линий, а также попытках несанкционированного доступа к оборудованию комплекса [4].

В результате было установлено, что формирование сигнала «ТРЕВОГА» осуществляется за время:

- 3 с – при срабатывании датчика открытия корпуса БЛ;
- от 3,2 до 4 с – при поступлении на БЛ сигнала о срабатывании СО;
- 4 с – при отсутствии на БЛ сигнала от СО, характеризующего неисправность (повреждение) средства или соединительной линии;
- 4 с – при отсутствии на блоке обработки информации сигналов от БЛ.

Полученные данные подтверждают, что комплекс ВМ 8018 позволяет в реальном масштабе времени осуществлять контроль состояния средств обнаружения, исправность каналов связи и соединительных линий вдоль охраняемого участка границы.

В ходе опытной эксплуатации, из-за ограничений по количеству БЛ, не удалось натурным экспериментом подтвердить или опровергнуть заявленную возможность обработки информации, поступающей от СО, размещенных по периметру до 40 км².

С целью доказательства данной характеристики были разработаны математическая модель, алгоритмы ее реализации и компьютерная программа расчета падения напряжения на выходе блока обработки информации, учитывающая следующие факторы:

- удаление первого БЛ от БОИ;
- расстояния между БЛ;
- тип средств обнаружения, подключаемых к БЛ.

Проверка достоверности результатов, получаемых с использованием компьютерной программы, осуществлялась путем моделирования условий проведения двух экспериментов в ходе опытной эксплуатации комплекса (табл. 2). Результаты моделирования представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты тестирования комплекса
Table 3. The test results of a package

Условный номер БЛ Conditional LB number	Напряжение на входе БЛ при проведении эксперимента, В Voltage at the LB input during the experiment, V		Напряжение на входе БЛ, полученное в ходе моделирования, В Voltage at the LB input obtained during the simulation, V	
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
1	105,1	86,5	103,8	85,9
2	103,6	86,2	102,6	85,4
3	102,2	85,5	101,6	84,1
4	101,2	83,3	101	83,3
5	100,7	82,9	100,7	82,9

Из табл. 3 видно, что результаты расчетов падения напряжения на входе БЛ, полученные с помощью разработанной компьютерной программы, совпадают с реальными напряжениями, измеренными в ходе опытной эксплуатации комплекса ВМ 8018. Небольшие погрешности в получении результатов могут быть объяснены особенностями характеристик кабеля, проложенного между элементами комплекса (наличие скруток, окисление контактов и т. д.).

Учитывая полученные результаты, разработанную компьютерную программу можно применять для моделирования функционирования элементов комплекса ВМ 8018 для конкретных условий его эксплуатации [5].

Для определения возможностей комплекса ВМ 8018, с помощью компьютерной программы были просчитаны различные варианты его построения. Условия проведения моделирования:

- расстояние между БЛ – 1200 м;
- сопротивление кабеля при температуре 200 °С – 15,85 Ом/км.

В соответствии с характеристиками комплекса он сохраняет свою работоспособность в случае, если напряжение на выходе БОИ не превышает 112 В для питания БЛ, подключенных к одному флангу². Учитывая, что количество БЛ, подключаемых к одному флангу не превышает 20, цель моделирования состояла в определении рационального построения комплекса при заданных условиях эксплуатации. Результаты моделирования представлены в табл. 4².

Таблица 4. Результаты моделирования возможностей комплекса при подключении к блокам линейным различной нагрузки

Table 4. The results of the simulation of the complex when connecting different loads

Проверяемое устройство Testing device	Применение средств обнаружения типа сухой контакт Application of dry contact detectors	Использование СО типа «СКАТ», установленного на: Using of DT like “SKAT” installed on:		
		20 БЛ 20 LB	15 БЛ 15 LB	10 БЛ 10 LB
БОИ	110,90	163,17	111,56	111,02
БЛ 1	109,50	151,41	99,94	61,38
БЛ 2	101,55	140,13	91,16	55,33
БЛ 3	94,02	129,34	82,90	49,88
БЛ 4	86,91	119,04	75,17	45,04
БЛ 5	80,21	109,23	68,00	40,83
БЛ 6	73,94	99,94	61,38	37,27
БЛ 7	68,08	91,16	55,33	34,39
БЛ 8	62,64	82,90	49,88	32,21
БЛ 9	57,62	75,17	45,04	30,74
БЛ 10	53,01	68,00	40,83	30,00
БЛ 11	48,83	61,38	37,27	–
БЛ 12	45,06	55,33	34,39	–
БЛ 13	41,72	49,88	32,21	–
БЛ 14	38,79	45,04	30,74	–
БЛ 15	36,28	40,83	30,00	–
БЛ 16	34,18	37,27	–	–
БЛ 17	32,51	34,39	–	–
БЛ 18	31,26	32,21	–	–
БЛ 19	30,42	30,74	–	–
БЛ 20	30,00	30,00	–	–

Из табл. 4 видно, что при подключении 20 БЛ, удаленных друг от друга на расстояние 1200 м, комплекс ВМ 8018 сохраняет свою работоспособность (столбец 2 табл. 4). При этом расстояние до крайнего БЛ составляет 23 км, что соответствует заявленным параметрам. Однако при подключении к 20 БЛ нагрузки типа «СКАТ» комплекс функционировать не сможет из-за превышения допустимого уровня напряжения на выходе блока обработки информации (столбец 3 табл. 4). При моделировании было установлено, что при уменьшении расстояния между БЛ до 600 м комплекс обеспечит надежное функционирование на расстоянии 16,6 км.

В ходе дальнейшего моделирования было установлено, что при уменьшении количества подключаемых БЛ возможности комплекса улучшаются. Так, при подключении 15 БЛ возможно обеспечить надежное функционирование комплекса на расстоянии 18,3 км (столбец 4 табл. 4). При этом максимальное расстояние от БОИ до 1 БЛ, при котором сохраняется работоспособность комплекса, составляет 1500 м. В случае подключения 10 БЛ максимальное расстояние от БОИ до 1 БЛ, при котором сохраняется работоспособность комплекса, составляет 9 км. При этом расстояние до крайнего БЛ составит 19,9 км.

² Комплекс охраны протяженных периметров объектов различного назначения ВМ 8018. Руководство по эксплуатации: ЮИТС.465259.001РЭ Введ. 03.01.2020. 72 с. Complex of protection of extended perimeters of various objects ВМ8018 Operation manual: YUITS.465259.001RE Int. 03/01/2020. 72 p.

Результаты моделирования показали, что при использовании на одном охраняемом фланге от 10 до 15 БЛ, к каждому из которых будет подключены средства обнаружения типа «СКАТ», будет обеспечено устойчивое функционирование комплекса ВМ 8018. Следовательно, такие варианты комплектации комплекса являются рациональными.

Результаты и их обсуждение

В ходе проведенной опытной эксплуатации комплекса ВМ 8018 было выявлено, что по своим техническим характеристикам он не уступает лучшим российским аналогам. При этом технические решения, реализованные при разработке и создании комплекса ВМ 8018, позволяют обеспечить управление с одного помещения множеством исполнительных устройств, получать информацию от разнотипных средств обнаружения, размещенных вдоль периметра охраняемого объекта, а также осуществлять видеонаблюдение участков границы для выяснения причин срабатывания средств обнаружения при поступлении сигнала тревоги или по команде дежурного.

При изготовлении комплекса реализованы доступные для понимания интерфейсы взаимодействия между машиной и человеком, которые не требуют наличие высокой квалификации у дежурного персонала. Кроме того, в комплексе реализованы аппаратные и программные средства защиты информации от внешних и внутренних нарушителей [6].

Проведенное моделирование особенностей применения комплекса при различной конфигурации оборудования позволило выявить оптимальный состав количества блоков линейных, подключаемых к одному флангу.

Список литературы

1. Луцевич О.И., Виноградов А.Е., Гришко В.Д., Шумяко П.П. *Сигнализационный комплекс КС-185. Часть II. Средства обнаружения: учебно-методическое пособие.* – Минск: УО «ВА РБ»; 2009.
2. Утин Л.Л., Остромухов Е.Л. Анализ возможных способов активизации компьютерных закладок. *Управление защитой информации.* 2003;7(4):423-427.
3. Утин Л.Л., Касанин С.Н., Мацылевич А.Р., Федорцов А.В. Адаптивное управление средствами защиты информации от инсайдерских атак в информационных системах специального назначения. *Вестник связи.* 2016;3(137):41-46.
4. Утин Л.Л., Остромухов Е.Л., Солонович А.М. Перспективные направления совершенствования систем охраны протяженных периметров. *Материалы 25-й научно-практической конференции «Комплексная защита информации»,* Москва, 15-17 сентября 2020 г. Москва; 2020: 218-220.
5. Утин Л.Л., Павловский А.В., Солонович А.М. Обзор возможностей отечественного комплекса нового поколения для охраны протяженных периметров тезисы. *Материалы 12-й Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения общественной безопасности в Республике Беларусь: Теория и практика»,* Минск, 21 мая 2020 г. Минск: УО «ВА РБ»; 2020: 267-269.
6. Утин Л.Л., Остромухов Е.Л., Павловский А.В., Солонович А.М. К вопросу совершенствования систем охраны протяженных периметров. *Материалы 9-й Республиканской научно-практической конференции «Обеспечение пограничной безопасности и охрана государственной границы Республики Беларусь: Теория и практика»,* Минск, 19 февраля 2020 г. Минск: УО «ИПС»; 2020.

References

1. Lutsevich O.I., Vinogradov A.E., Grishko V.D., Shumyako P.P. [Signaling complex KS-185. Part II. Detection tools: Training manual]. Minsk: UO "VA RB"; 2009. (In Russ.)
2. Utin L.L., Ostromukhov E.L. [Analysis of possible ways to activate computer bookmarks]. *Information Security Management.* 2003;7(4):423-427. (In Russ.)
3. Utin L.L., Kasanin S.N., Matsylevich A.R., Fedortsov A.V. [Adaptive management of information protection means from insider attacks in special-purpose information systems]. *Vesnik Suvyazi.* 2016;3(137):41-46. (In Russ.)

4. Utin L.L., Ostromukhov E.L., Solonovich A.M. [Perspective directions of improvement of security systems of extended perimeter]s. *Materials of the 25 scientific and practical conference "Complex information protection"*, Moscow, September 15-17, 2020. Moscow; 2020: 218-220. (In Russ.)
5. Utin L.L., Pavlovsky A.V., Solonovich A.M. [Review of the capabilities of the domestic complex of a new generation for the protection of extended perimeters theses]. *Materials of the 12 Republican scientific and practical conference "Actual problems of ensuring public safety in the Republic of Belarus: Theory and Practice"*, Minsk, May 21, 2020. Minsk: UO "VA RB"; 2020: 267-269. (In Russ.)
6. Utin L.L., Ostromukhov E.L., Pavlovsky A.V., Solonovich A.M. [On the issue of improving the security systems of extended perimeters]. *Materials of the 9 Republican scientific and practical conference "Ensuring border security and protecting the state border of the Republic of Belarus: Theory and Practice"*, Minsk, February 19, 2020. Minsk: UO "IPS", 2020. (In Russ.)

Вклад авторов

Утин Л.Л. принимал участие в проведении экспериментов, подготовил рукопись статьи для опубликования.

Павловский А.В. разработал комплекс ВМ 8018, участвовал в обработке данных опытной эксплуатации.

Ольховик А.А. осуществил постановку задачи на проведение исследований, организовал опытную эксплуатацию комплекса ВМ 8018.

Макатерчик А.В. оказал помощь в оформлении статьи и теоретическом обосновании экспериментов.

Authors' contribution

Utin L.L. took a part in conducting experiments, prepared the manuscript of the article for publication.

Pavlovsky A.V. developed complex VM 8018, took a part in the processing of experimental data.

Olkhovik A.A. organized trial operation of the complex VM 8018, set a task for research.

Makatscherchyk A.V. helped in execution of the article and theoretical justification of experiments.

Сведения об авторах

Утин Л.Л., к.т.н., доцент, начальник кафедры связи военного факультета Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Павловский А.В., заместитель начальника управления ОАО «НИИ ЭВМ».

Ольховик А.А., заместитель директора – главный инженер ОАО «НИИ ЭВМ».

Макатерчик А.В., начальник цикла кафедры связи военного факультета Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Information about the authors

Utin L.L., PhD, Associate Professor, Head of the Communications Department of the Military Faculty of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Pavlovsky A.V., Deputy Head of Department of JSC "NIIEVM".

Olkhovik A.A. Deputy Director – Chief Engineer of OJSC "NIIEVM".

Makatscherchyk A.V., Head of the Cycle at the Department of Communications of the Military Faculty of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. П. Бровки, 6,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники;
тел. +375-17-293-88-04;
e-mail: utin@bsuir.by
Утин Леонид Львович

Address for correspondence

220013, Republic of Belarus,
Minsk, P. Brovki str., 6,
Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics;
tel. + 375-17-293-88-04;
e-mail: utin@bsuir.by
Utin Leanid Lvovich