



АЛЬМАНАХ

Пермского военного
института
войск национальной
гвардии
Выпуск 2 (6)

Пермь
2022

ПЕРМСКИЙ ВОЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**АЛЬМАНАХ
ПЕРМСКОГО ВОЕННОГО ИНСТИТУТА
ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ**

№ 2 (6)

Пермь
2022

ISSN 2782-6058
УДК 355/359
ББК 63.3 (0) 62
А 90

Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. Серия: вооружение и военная техника: научный журнал; Пермский военный институт войск национальной гвардии / Научно-исследовательский и редакционно-издательский отдел. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2022. – № 2 (6). – 154 с.

В журнале опубликованы научные статьи, освещающие актуальные вопросы в области технических наук и военного дела, имеющие научно-техническую направленность. Материалы статей могут быть использованы научным сообществом, а также военнослужащими и сотрудниками войск национальной гвардии в образовательной деятельности, а также курсантами военных институтов при подготовке научных докладов и проведении исследований.

Издание постатейно размещено в научной электронной библиотеке eLibrary.ru и зарегистрировано в наукометрической базе РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) по договору № 312-07/2020 от 27 июля 2020 г.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-83074 от 26 апреля 2022 года.

*Издаётся по решению редакционной коллегии
Пермского военного института войск национальной гвардии*

ISSN 2782-6058
УДК 355/359
ББК 63.3 (0) 62

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Русанов Евгений Михайлович генерал-майор

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Гладков Алексей Николаевич кандидат технических наук, доцент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кузьмицкий Геннадий Эдуардович	доктор технических наук
Бердников Алексей Анатольевич	доктор технических наук, доцент
Пушкарев Алескандр Михайлович	кандидат технических наук, профессор
Вольф Илья Григорьевич	кандидат технических наук, доцент
Тарутин Анатолий Владимирович	кандидат технических наук, доцент
Козлов Алексей Николаевич	кандидат технических наук, доцент
Зарубский Владимир Георгиевич	кандидат технических наук, доцент
Пензин Сергей Александрович	кандидат технических наук, доцент
Гараев Айвар Загирович	кандидат технических наук
Андруник Андрей Петрович	доктор педагогических наук, доцент
Плотникова Евгения Григорьевна	доктор педагогических наук, кандидат технических наук, профессор
Дубровский Александр Владимирович	доктор педагогических наук, профессор
Косолапова Лариса Александровна	доктор педагогических наук, профессор
Рогожникова Раиса Анатольевна	доктор педагогических наук, профессор
Долинина Ирина Геннадьевна	доктор педагогических наук, профессор
Уварина Наталья Викторовна	доктор педагогических наук, профессор
Курочкин Евгений Александрович	кандидат педагогических наук, доцент
Пузиков Олег Петрович	кандидат педагогических наук, доцент
Стрельцов Роман Вячеславович	кандидат педагогических наук, доцент
Помазной Роман Викторович	кандидат педагогических наук
Тукачева Татьяна Павловна	кандидат педагогических наук
Киевский Андрей Валерьевич	кандидат педагогических наук, доцент
Емельянов Олег Анатольевич	кандидат педагогических наук, доцент
Загоруйко Игорь Юрьевич	доктор экономических наук, доцент

ОГЛАВЛЕНИЕ

Баранов А.В.	6
ПРИМЕНЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ БОЕВЫХ БРОНИРОВАННЫХ МАШИН В ВОЙСКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Васильев В.Г., Васильев Д.В.	11
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ВОДИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (МАШИН ИНЖЕНЕРНОГО ВООРУЖЕНИЯ) И НАПРАВЛЕНИЙ ИХ УЛУЧШЕНИЯ	
Вольф И.Г., Ибрагимов Э.Н., Гарифов Д.Р., Собакинских А.Н.	17
РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ВЗРЫВЧАТОГО ВЕЩЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УТИЛИЗИРУЕМЫХ ПОРОХОВ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА	
Вишневков О.Ю.	23
КРИТЕРИИ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ УСЛОВИЙ ИХ УДАРНО-ВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ	
Генсон Е.М., Моргунов В.А.	28
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	
Гимашев В.И.	33
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ	
Горшков А.Д.	38
КИНЕМАТИКА ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКА	
Дорофеев В.С., Голдырев А.А.	44
ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЛУЖЕБНЫХ СОБАК В СОЧЕТАНИИ С ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ	
Дюнов В.А., Ладанов В.И.	49
ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА БРОНЕТРАНСПОРТЕРА БТР-3	
Ериков А.П.	55
ПРИМЕНЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ	
Загоруйко И.Ю.	61
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ IT-ПРОЕКТА	
Иванов И.В., Яшкин С.Ю.	68
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ СКРЫТЫХ УЯЗВИМОСТЕЙ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ АБСТРАКТНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ПАРАМЕТРОВ	
Ковалев С.В.	77
СТРАТЕГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ИНОСТРАННЫМИ ГОСУДАРСТВАМИ	
Ладанов В.И.	85
ПРИМЕНЕНИЕ НА ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ ВОЙСК БОРТОВЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ	

Лунев А.Н., Павлов С.С., Ситников А.И. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ СТВОЛОВ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ	92
Максименко Э.Г., Фаткиев И.Я. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОДВИЖНЫХ СРЕДСТВ ЭВАКУАЦИИ	98
Пугачев П.В., Неверов А.И. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕТА ОРУЖИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ SIMINTECH	104
Стрельцов Р.В. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ «ЭКСПОТЕХНОСТРАЖ»	109
Сурин Р.О. МЕТОДИКА ВЛИЯНИЯ БОРТОВОЙ ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БРОНЕТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ	119
Сьянов С.Л. АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛОВЫХ ОПЕРАТОРОВ В PYTHON, C++ и JAVA	125
Тарутин А.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ИГР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ	130
Ташков Д.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАПРЕЩЁННЫХ К ПРОНОСУ (ПРОВОЗУ) ПРЕДМЕТОВ (МАТЕРИАЛОВ) НА ОБЪЕКТАХ, ОХРАНЯЕМЫХ ВОЙСКАМИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ	135
Фаткиев И.Я., Аликин Р.М. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНОСТРАННЫХ БЫСТРОХОДНЫХ ШТУРМОВЫХ МАШИН	142
Чурсин А.А. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ ОТ КОРРОЗИИ	148

УДК 629.039.58

ПРИМЕНЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ БОЕВЫХ БРОНИРОВАННЫХ МАШИН В ВОЙСКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Баранов А.В., преподаватель кафедры тактики служебно-боевого применения.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: alextank8@yandex.ru

В статье представлен сравнительный анализ боевого применения и степени защищенности различных видов военной техники, находящейся на вооружении войск правопорядка. В целях повышения защищенности и живучести боевых машин и уменьшения потерь среди личного состава предлагается усилить бронезащиту боевой техники.

Ключевые слова: бронетанковое вооружение; военная техника; бронетранспортер; бронирование; кумулятивный боеприпас.

APPLICATION OF AUXILIARY MEANS OF PROTECTION FOR ARMORED COMBAT VEHICLES IN THE NATIONAL GUARD FORCES OF THE RUSSIAN FEDERATION

Baranov A.V., Instructor of Military Communication Department.

Perm Military Institute of the National Guard, Perm.

E-mail: alextank8@yandex.ru

The article presents a comparative analysis of different armored vehicles' combat application for law enforcement operations and their protection qualities. To increase protective characteristics of combat vehicles and their survivability as well as reduce losses among servicemen, it is suggested to enforce armor p.

Keywords: armored weaponry; military equipment; armored personnel carrier; armor plating; shaped charge projectile.

В ходе первой Чеченской кампании боевики вели совершенно не свойственные для внутреннего вооруженного конфликта действия, направленные на удержание территории. В этих условиях применение внутренними войсками стандартной армейской бронетехники – танков, БМП и БТР – было особенно эффективным.

На втором этапе боевых действий бандформирования кардинально изменили тактику действий, перейдя к нападениям из засад на транспортные колонны, обстрелу блокпостов и минной войне. В условиях информационной, продовольственной и моральной поддержки большей части местного населения такая партизанская война могла продолжаться продолжительное время.

Непосредственная борьба с бандгруппами в таких условиях должна вестись подразделениями специального назначения, так сказать «в логове», то есть в местах

базирования боевиков – в лесу и в горах. Задача же войск, удерживающих и контролирующую территорию, сводится в основном к охране и патрулированию населенных пунктов и коммуникаций, а также к сопровождению колонн с грузами.

Как показала практика, в ходе ведения боевых действий из имеющихся машин бронетанкового вооружения наибольшее число задач решалось с использованием БТР-80 и БМП-2.

Наиболее приспособленным для воинских частей оперативного, специального назначения и разведки был признан БТР-80, он превосходил по некоторым параметрам БМП:

1. Живучесть БТР с неоднократными поражениями оставалась в строю в 5 раз больше, чем БМП [1]. Если при попадании поражающего элемента в БМП, как правило, возникал пожар, и машина не подлежала восстановлению, то БТР, имея значительно меньшую поражаемую площадь топливных и масляных баков, магистралей (15 % против 75 %), расположенных в задней части машины, сохранял свою живучесть и продолжал выполнять задачи. При этом машина обычно не подлежала восстановлению только после 4–5 попаданий боеприпаса, пролома броневых листов, пожара или взрыва внутри машины [1].

2. Выживаемости экипажа – в 3 раза. Гибель экипажа БМП отмечалась чаще, чем БТР (43 % против 14 %).

3. Запасу хода по гусеницам (колесам) – в 3 раза.

4. Запасу ресурса до капитального ремонта – в 4 раза.

5. Стоимости изготовления – в 2 раза.

6. Эксплуатационным затратам – в 3 раза.

7. Средней скорости движения на дорогах с твердым покрытием – в 1,5–2 раза [1].

Основная часть БТР ВВ МВД России (и не только) в ходе первой и второй Чеченских кампаний была уничтожена с помощью противотанковых гранат и гранатометов. Бронетранспортеры мало приспособлены для боя в городских условиях из-за слабого бронирования, а также возможности поражать их в наименее защищенные места – в корму, крышу, борта (рисунок 1).



Рисунок 1 – Уничтоженный БТР выстрелом из РПГ

Излюбленными мишенями боевиков были топливные баки и двигатели. Плотность ведения огня из противотанковых средств при ведении уличных боев в Грозном составляла 6–7 единиц (выстрелов к РПГ) на каждый бронееквивалент. В результате в корпусе почти всех подбитых машин имелось в среднем 3–6 поражающих попаданий, каждого из которых было бы вполне достаточно для вывода из строя [2].

Хотелось бы отметить живучесть БТР при попадании кумулятивных гранат вне моторного отделения, даже при отсутствии какой-либо защиты. Это обеспечивалось сравнительно большим, как правило, не герметичным объемом внутреннего пространства БТР — отделений: десантного и управления, отсутствием в десантном отделении запасов детонирующих боеприпасов и баков с горючим. Таким образом, в БТР не происходит резкого повышения воздушного давления от воздействия кумулятивной струи кумулятивной гранаты, за счет которого и происходит поражение личного состава в танках

и БМП. Поражению во внутреннем пространстве БТР подвергается лишь то, куда попадает кумулятивная струя [3].

Также острой проблемой стала низкая пожарозащищенность БТР после попадания в них кумулятивных гранат и снарядов. Системы пожаротушения отечественной бронетехники показали недопустимо большое время реакции и низкую эффективность средств борьбы с огнем. В итоге более 87 % попаданий выстрелов из РПГ и 95 % ПТУР в БТР привели к их поражению и пожару [4].

Учитывая это, в боевых действиях на бронетранспортерах устанавливались отдельные экраны от пуль и гранат, мешки с песком, ящики из-под боеприпасов с песком, между колесами навешивались экраны из прорезиненного материала, использовались и другие подручные средства защиты: автомобильные колеса, емкости с водой, маслом, песком или камнями и т. д. Кустарно применяемые устройства защиты широкого внедрения не получили. Основной причиной явилось увеличение массы БТР, что отрицательно сказалось на его эксплуатационно-технических характеристиках. Даже необорудованный такими средствами противодействия БТР-80 был тяжелее своих предшественников примерно на 2 тонны.

В настоящее время на основе опыта применения бронетранспортеров и путем проведения экспериментально-теоретических исследований был разработан комплекс мероприятий по повышению противопулевой стойкости машин. Среди них:

установка многослойных панелей из ткани СВМ (сверхвысокомолекулярной) на тыльной поверхности верхних наклонных бортовых листов от командира (водителя) до топливных баков отделения силовой установки и листов из органопластика без разнесения по всей поверхности ниш подвесок первых и вторых колес и люков скрытого десантирования (рисунок 2);

использование в качестве второй преграды (без разнесения за верхними боковыми листами носовой части корпуса для защиты командира и водителя, за броневыми деталями башни для защиты стрелка) дополнительных экранов из органопластика;

использование за тыльной поверхностью верхнего и нижнего кормовых листов с разнесением 150-мм многослойных экранов из ткани СВМ (сверхвысокомолекулярной);

установка в качестве изолирующего экрана по контуру каждого топливного бака листа из органопластика.



Рисунок 2 – Оборудование БТР дополнительной броней из сверхвысокомолекулярной (СВМ) ткани

Расчеты показали, что при реализации этих мероприятий прирост математического ожидания числа непораженного личного состава после обстрела из крупнокалиберного пулемета с дистанции 200 м может достигнуть 37 % при незначительном (около 3 %) росте массы боевой машины [5].

Результаты исследований свидетельствуют, что данные панели имеют минимальные весовые характеристики. Данное техническое решение применялось на многих известных образцах бронетанкового вооружения и техники и использовалось при защите машин семейств «Медведь» и «Тайфун». Вес бронепанелей ба класса, собранных на основе из сверхвысокомолекулярной (СВМ) ткани плоскопараллельных пластин отечественного производства (детали кабины автомобиля «Медведь»), составил 72 килограмм-силы на квадратный метр, что значительно легче монолитной стальной брони (126 килограмм-сил на квадратный метр) и несколько легче лучших разнесенных стальных бронеконструкций.

При этом выяснилось, что эффект от установки данной дополнительной брони может быть достигнут при наличии больших площадей бронирования.

При обеспечении живучести в полевых условиях и отсутствия заводских средств бронезащиты предлагается следующий вариант оборудования БТР-80.

Защита от воздействия кумулятивных боеприпасов обеспечивается тремя разнесёнными преградами: решетчатыми экранами, установленными снаружи БТР броневыми листами, и непосредственно броней корпуса машины (рисунок 3).



Рисунок 3 – БТР оборудованный решётчатыми экранами

Принцип действия: при попадании реактивной противотанковой гранаты в решётчатый экран происходит подрыв боеприпаса. Кумулятивная струя, не имея плотной среды прохождения, начинает расширяться и, теряя плотность, продавлиывает промежуточный (наружный) броневой лист, но уже на большей площади. И лишь потеряв значительную часть энергии и ещё более «распыляясь», вместе с элементами пробитой брони наносит удар непосредственно по бронекорпусу. Такого рода защитой прикрыта большая часть верхней части корпуса. Ходовая часть (нижняя часть бронекорпуса) может прикрываться откидывающимися вниз решётчатыми экранами и бронепластинами в верхней части межколёсного пространства.

Опыт применения БТР с такой защитой оказался в целом положительным. Такого рода конструкция обеспечивает защиту от реактивных противотанковых гранат РПГ (кумулятивная БЧ). В то же время, не обладая значительным весом, такая защита не снижает подвижности БТР.

На решётчатых экранах, достаточно удалённых от основной брони корпуса и прикрытых промежуточными бронелистами, существует возможность установления блоков динамической защиты (применяются на отечественных танках моделей Т-72 и Т-80). Тем самым:

обеспечивается надёжность защиты БТР от всех видов кумулятивных боеприпасов и безопасность для тонкой брони корпуса;

уменьшается утяжеление машины в связи с размещением на ней ящиков (мешков) с песком, колеса на крыше башни.

Для очистки поверхностей и полостей изделий существует много методов [6].

Для защиты техники на стоянках в автопарках и др. местах используются технические системы охраны [7].

Таким образом, выполнение мероприятий по усилению бронезащиты БТВТ как в заводских условиях с учётом применения разработанных средств защиты, так и в полевых условиях, используя подручные средства, способствует успешному выполнению задач и значительному предотвращению потерь личного состава, вооружения и военной техники в ходе выполнения ими служебно-боевых задач.

Библиографический список

1. Живучесть боевой техники [Электронный ресурс]. - <http://www.li.ru/interface/pda/>.
2. Эксплуатация и боевое применения Т-80 [Электронный ресурс]. - <https://topwar.ru/10122-ekspluatacii-i-boevoe-primenenie-t-80.html>.
3. Опубликовано 5 лет назад. За победу платим мы [Электронный ресурс]. - <https://shurigin.livejournal.com/47449.html>.
4. Афганистан. Почему ездили на «броню» БМП и БТР [Электронный ресурс]. - <https://post1-su.turbopages.org/turbo/post1.su/s/tanki-i-btr/v-afganistane-2.html>.
5. Колесные бронетранспортеры. «Рабочие лошадки» локальных войн [Электронный ресурс]. - <http://otvaga2004.ru/boeyevoe-primenenie/boeyevoe-primeneniye>.
6. Трофименко, А.А. Методы очистки поверхностей и полостей изделий / А.А. Трофименко, С.М. Белобородов // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. – 2021. – № 4 (59). – С. 70-75.
7. Здоровцов, А. Г. К вопросу оптимального синтеза систем физической защиты / А.М. Пушкарев, А.Г. Здоровцов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 11. – С. 62-66.

УДК 629.039.58

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ВОДИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (МАШИН ИНЖЕНЕРНОГО ВООРУЖЕНИЯ) И НАПРАВЛЕНИЙ ИХ УЛУЧШЕНИЯ

Васильев В.Г., доцент кафедры инженерно-технических средств охраны, факультета (инженерного обеспечения), (кандидат технических наук, доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Васильев Д.В., начальник учебно-опытной мастерской (по ремонту средств инженерного вооружения) кафедры инженерного обеспечения служебно боевой деятельности, факультета (инженерного обеспечения).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье авторы рассматривают вопросы психологических условий работы водителя транспортных средств специального назначения (машин инженерного вооружения) и направления их улучшения.

Ключевые слова: транспортное средство; машина инженерного вооружения; водитель; управление; гидравлический привод; анализ условия труда.

ANALYSIS OF THE WORKING CONDITIONS OF THE DRIVER OF SPECIAL PURPOSE VEHICLES (ENGINEERING ARMAMENT VEHICLES) AND DIRECTIONS THEIR IMPROVEMENTS

Vasiliev V.G., Associate Professor of the Department of Engineering and Technical Means of Protection, Faculty of Engineering Support, (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor).

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

Vasiliev D.V., Head of the training and experimental workshop (for the repair of engineering weapons) of the Department of Engineering Support of service and Combat Activities, Faculty of Engineering Support.

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

In the article, the authors consider the issues of psychological working conditions of the driver of special purpose vehicles (engineering armament vehicles) and the directions of their improvement.

Keywords: vehicle; engineering armament machine; driver; control; hydraulic drive; analysis of working conditions.

Известно, что большое количество дорожно-транспортных происшествий происходит из-за переутомления водителя, которое снижает его работоспособность, что приводит к совершению им ошибок в управляющих воздействиях. Это обуславливается тем, что, помимо психологических ошибок, он несет большие физические нагрузки, связанные

непосредственно с управлением транспортного средства.

Водитель при управлении транспортного средства (машины инженерного вооружения) решает, как минимум, следующие задачи:

оценивает ситуацию на дороге и формирует желаемый вектор скорости, то есть устанавливает ее величину;

выбирает направление движения;

учитывает текущее положение машины и формирует вектор ее состояния;

сравнивает желаемое и текущее состояния автомобиля и вырабатывает управляющее воздействие на органы управления;

осуществляет постоянный контроль за техническим состоянием транспортного средства.

Например, допустимое усилие на рулевом колесе составляет 250 Н (25 кгс) при отсутствии усилителя и 120 Н (12 кгс) при наличии усилителя, а усилие на педали сцепления, если его привод не оснащен усилителем, может достигать 250 Н (25 кгс) и 150 Н (15 кгс) при наличии усилителя.

Отмеченные обстоятельства позволяют сделать вывод - все средства, направленные на уменьшение риска ошибок при решении всех вышеперечисленных задач, относятся к средствам обеспечения активной безопасности автомобиля. Водителя можно разгрузить, придав автомобилю, как объекту управления, адаптивные свойства.

Для этого число функций, связанных с оценкой состояния автомобиля и его управлением, необходимо свести к минимуму, тогда, соответственно, сократится количество упомянутых ошибок, снизится степень риска и уменьшится тяжесть последствий.

Поэтому облегчение и упрощение процесса управления автомобилем постоянно находится в центре внимания конструкторов - автомобилестроителей всех промышленно развитых стран. Основными направлениями в решении этой проблемы можно принять следующие:

создание благоприятных условий труда водителя на рабочем месте;

модернизация существующих способов управления двигателем и трансмиссией. К этому направлению можно отнести применение электронной системы впрыска топлива, применение различного рода усилителей в управлении трансмиссией автомобиля;

внедрение автоматизированных систем управления автомобилем.

Последнее направление является более перспективным, ввиду того, что два первых лишь частично уменьшают психологические и физические затраты водителя. Создание и применение устройства, которое позволило бы полностью или хотя бы частично освободить водителя от непосредственного управления трансмиссией, существенно улучшает условия труда водителя и повышает безопасность движения.

Анализ условий труда водителя показывает, что значительная часть времени движения автомобиля приходится на неустановившиеся режимы: трогание с места, разгон и замедление, сопровождающиеся переключением передач в основном трансформаторе крутящего момента. При этом необходимость частого использования педали сцепления усложняет работу водителя, отвлекает его внимание от ситуаций, складывающихся в среде движения. При решении этой проблемы в настоящее время предпринимается все больше попыток по изысканию способов уменьшения усилия, требуемого для выключения и включения сцепления. В системах управления прямого действия для легковых автомобилей проектируются, чаще всего, механические и гидравлические приводы с увеличенными передаточными числами, а в большегрузных автомобилях (автопоездах, городских и междугородних автобусах), имеющих в составе силового агрегата фрикционное сцепление, передающее значительный крутящий момент, приводы сцеплений оснащаются усилителями, использующими бортовые (пневматические, электрические др.) источники энергии [1].

Однако упомянутые технические решения не освобождают водителя от непосредственного силового управления сцеплением. Более перспективными тенденциями в решении отмеченной проблемы следует признать поиски в области создания

полуавтоматических систем управления, которые выключают и включают сцепление приложением и снятием усилия с рычага управления коробки передач. В полуавтоматических системах управления сохраняется педаль сцепления, но использует ее водитель, как правило, лишь при отказе основного привода [1].

Представляют особый интерес автоматизированные системы, в которых автоматизированы процессы как управления сцеплением, так и переключения передач, поскольку в случае их применения водитель практически полностью освобождается от привлечения внимания, физических и сенсомоторных воздействий по управлению трансмиссией машины.

В связи с этим на автомобилях начали устанавливать автоматизированные трансмиссии с применением механических коробок передач и фрикционного сцепления. Преимуществами данного привода перед гидромеханическими трансмиссиями являются: низкая себестоимость и трудозатраты при изготовлении, простота эксплуатации и ремонта, низкие потери мощности и др.

В данный момент большое распространение получили пневматические, гидравлические автоматические приводы.

Автоматический гидравлический привод сцепления.

В схему автоматического гидравлического привода (рисунок 1) входит сцепление 1 нормально разомкнутого типа, управляемое при помощи сдвоенного гидроцилиндра 6, содержащего последовательно установленные поршни 3 и 5. Поршень 3 связан с толкателем 2 сцепления, а поршень 5 прижат к корпусу гидроцилиндра конической пружиной 4. Рабочая полость гидроцилиндра расположена между поршнями 3 и 5 и соединена трубопроводом 7 с корпусом 9 золотника гидромеханического регулятора. Этот регулятор содержит центробежный регулятор с грузами 15, приводимый в движение от коленчатого вала двигателя. Грузы действуют на золотники 18 через стакан 16 и толкатель 17. Внутри стакана находится предварительно сжатая пружина 12 [1].

Между центробежным регулятором и корпусом золотника расположен электромагнит, имеющий обмотку 11 и якорь 10. Обмотка электромагнита соединена с выключателем 13, размещенным в рукоятке рычага переключения передач и электрической аккумуляторной батареей 14.

Контакты выключателя 13 автоматически замыкаются при приложении усилия к рукоятке рычага переключения передач.

Гидравлическая полость, в которой расположена пружина 19, соединена каналом 8 обратной связи с рабочим гидроцилиндром 6. Масляный бачок 2 соединен трубопроводом с корпусом золотника и насосом 20, приводимым в действие от коленчатого вала двигателя. Из насоса масло под давлением поступает к корпусу золотника и ограничительному клапану 22, поддерживающему давление в напорных магистралях на уровне 1,3... 1,4 МПа (13... 14 кгс/см²).

Работает автоматический гидропривод сцепления следующим образом. При включении передачи замыкаются контакты выключателя 13, и через электрическую обмотку 9 проходит электрический ток. Под действием магнитного поля в обмотке 9 якорь 10 перемещается влево, сжимая пружину 12 и отводя толкатель 1 от золотника 18. Пружина 19 перемещает золотник влево, и масло свободно перетекает из-под поршня 3 в бачок 21. Сцепление 1 при этом быстро выключается.

По окончании процесса включения, например, первой передачи контакты выключателя размыкаются. При нажатии на педаль управления дроссельной заслонкой по мере увеличения угловой скорости вала двигателя, благодаря каналу обратной связи, происходит увеличение давления масла в полости гидроцилиндра, расположенной между поршнями 3 и 5, и сцепление включается.

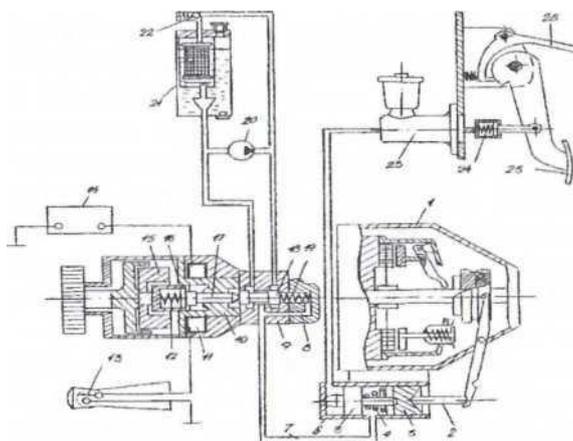


Рисунок 1 - Автоматический гидравлический привод

С целью обеспечения режимов длительного торможения двигателем на стоянках автомобиля, пуска двигателя буксированием автомобиля, а также ее хранения возможности временного управления сцеплением при отказах гидропривода, в конструкции имеется дублер. Им обычно бывает серийный педальный гидропривод [2].

В приведенной схеме, благодаря совмещению в одном узле центробежного регулятора, электромагнита и следящего золотника, удалось все необходимые режимы управления сцеплением осуществлять всего одним золотником. Это привело к значительному упрощению конструкции автоматического гидропривода, уменьшению его стоимости и увеличению надежности работы.

В результате совместной работы центробежного регулятора и следящего гидравлического золотника получается очень чувствительная, быстродействующая и устойчивая следящая система, инвариантная к изменению температуры окружающей среды, обеспечивающая высокие динамические показатели автоматическому гидроприводу сцепления.

В процессе испытаний отмечалось, что гидравлическая система обладает хорошим следящим действием, в результате чего упрощается управление автомобилем, как на режимах трогания с места и разгона, так и на режимах маневрирования в стесненных условиях. Благодаря использованию фрикционного сцепления нормально разомкнутого типа автоматический гидропривод сцепления стабилен в работе и не требует в эксплуатации проведения систематических регулировок независимо от пробега автомобиля.

Автоматический гидропривод, освобождая водителя от управления сцеплением, облегчает процесс переключения передач, исключая промежутки времени между отдельными операциями по управлению трансмиссией.

Однако есть и ряд недостатков, присущих всем гидравлическим системам, которые, в первую очередь, связаны с повышенными требованиями к герметизации системы, потребностью в специальных жидкостях (как правило, ядовитых) и автономной дополнительной энергоустановке. [3]

Автоматический пневматический привод сцепления.

В схему автоматического пневматического привода сцепления (рисунок 2) входит фрикционный механизм 1, управление которым осуществляется с помощью пневмоцилиндра 2, соединенного трубопроводом с электромеханическим регулятором, содержащим центробежный регулятор с грузами 16 и сдвоенный электромагнит с обмотками 7 и 10. На валу центробежного регулятора находится шкив 15. Привод центробежного регулятора осуществляется от коленчатого вала двигателя с помощью клинового ремня.

Сцепление включается и выключается при изменении давления в пневмоцилиндре 2 с помощью клапана 11. Клапан расположен в штоке 5, проходящем внутри якорей 9 и 6 электромагнитов и соединенном гибким трубопроводом с пневморесивером. Толкатель 14,

поджимаемый к корпусу пружиной 17, может воздействовать на клапан 11 со стороны центробежного регулятора. С другой стороны на толкателе 14 установлена гибкая диафрагма 12 обратной связи. Электрические обмотки 10 и 7 электромагнита подключены к аккумуляторной батарее 3.

В рычаге 13 переключения передач установлен выключатель *K3*. Выключатели *K1* и *K2* расположены в коробке передач 8.

Принцип действия устройства следующий. При переключении передач контакты выключателя *K3* замыкаются, и через левую обмотку 10 электромагнита начинает проходить электрический ток. Якорь 9 перемещает шток 5 влево, при этом конец толкателя 14 надавливает на клапан 11. Воздух из ресивера свободно проходит в пневмоцилиндр 2, сцепление включается.

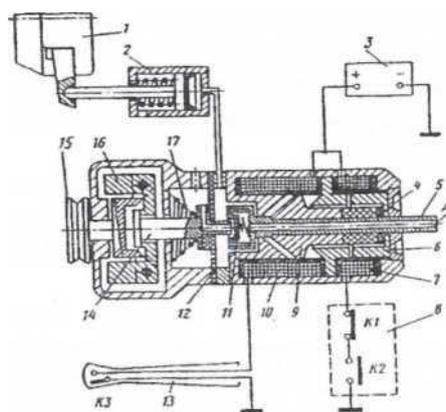


Рисунок 2 - Схема автоматического пневматического привода сцепления

После включения низшей передачи замыкаются контакты выключателя *K2*, и якорь 6 перемещается влево до упора. При опускании рукоятки рычага переключения передач контакты выключателя *K3* размыкаются, и ток по обмотке 10 не протекает. В связи с тем, что ход левого якоря электромагнита больше хода якоря 6, при отключении обмотки 10 шток 5 отходит назад на величину, равную разности ходов якорей 9 и 6. Давление в сервоцилиндре 2 падает до величины, при которой ведомый и нажимной диски сцепления близки к соприкосновению. Если теперь нажать на педаль управления дроссельной заслонкой, то по мере увеличения частоты вращения коленчатого вала двигателя грузы 16 центробежного регулятора, пружина 17 и диафрагма 12, работая совместно, будут уменьшать давление воздуха в пневмоцилиндре, плавно включая сцепление [2].

При включении высших передач контакты выключателя *K1* размыкаются, при отпуске рукоятки переключения передач размыкаются контакты выключателя *K3*, и независимо от угловой скорости коленчатого вала двигателя происходит включение сцепления. При нейтральном положении рукоятки переключения передач контакты выключателя *K2* всегда разомкнуты, и сцепление находится во включенном состоянии.

Если автомобиль движется на одной из высших передач, то контакты выключателя разомкнуты, и поэтому сцепление полностью включено. Это предотвращает повышенный износ подшипника выключения сцепления и ликвидирует возможность буксования сцепления при движении с малой скоростью на высших передачах. Такой режим движения часто характерен для автомобилей, эксплуатируемых в условиях города [4].

В качестве дублера используется серийный привод.

Несмотря на отмеченные выше преимущества, пневматический привод имеет ряд недостатков, связанных с утечкой воздуха через зазоры в золотниковых клапанах, а также наличием электрической цепи.

Таким образом, применение вышеизложенных автоматизированных систем,

улучшают работу водителя при управлении специальным и инженерным транспортным средством.

Библиографический список

1. Электронные системы автоматического управления приводом сцепления / под ред. Д.Г. Поляка, В.Б. Клейменова. - Автомобильная промышленность, 1993.
2. ГОСТ 23000-78. Система «Человек - машина». Пульты управления. Общие эргономические требования.
3. Особенности эксплуатации и вождения бронетанковой и автомобильной техники в горных условиях: учебное пособие / под ред. В.В. Шеянова и др. - Владикавказ, 2007.
4. Гидравлические машины, используемые в конструкции вооружения, военной и специальной техники: учебное пособие / под ред. Р.В. Стрельцов.- Пермь, 2018.

УДК 662.2, 662.35

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ВЗРЫВЧАТОГО ВЕЩЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УТИЛИЗИРУЕМЫХ ПОРОХОВ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Вольф И.Г., начальник кафедры эксплуатации артиллерийского вооружения (кандидат технических наук, доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Ибрагимов Э.Н., профессор кафедры эксплуатации артиллерийского вооружения (доктор технических наук).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Гарифов Д.Р., преподаватель кафедры эксплуатации артиллерийского вооружения.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Собакинских А.Н., преподаватель кафедры эксплуатации артиллерийского вооружения.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье приведены исследования по разработке нового дешевого промышленного взрывчатого вещества (ВВ), включающего в себя утилизируемые пороха и топлива, отходы пороховых заводов, а также циркониево-карбонатный кек – отходы магниевого производства. Полученное промышленное ВВ, обладая необходимым комплексом эксплуатационных свойств, экономично и способствует решению проблем утилизации промышленных предприятий Пермского края.

Ключевые слова: промышленное взрывчатое вещество; циркониево-карбонатный кек; утилизируемые баллиститные пороха и топлива; взрывчатые характеристики.

DEVELOPMENT OF AN ECONOMICAL INDUSTRIAL EXPLOSIVES WITH THE USE OF RECYCLABLE GUNPOWDER AND INDUSTRIAL WASTE

Volf I.G., Head of the Department of Artillery Weapons Operation (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor).

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

Ibragimov E.N., Professor of the Department of Artillery Armament Operation (Doctor of Technical Sciences).

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

Garifov D.R., lecturer of the Department of operation of artillery weapons.

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

Sobakinskih A.N., lecturer of the Department of operation of artillery weapons.

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

The article presents research on the development of a new cheap industrial explosive, including recyclable gunpowder and fuel, waste from powder factories, as well as zirconium-carbonate cake – waste from magnesium production. The resulting prom. BB, having the necessary complex of operational properties, is economical and contributes to solving the problems of utilization of industrial enterprises of the Perm Region.

Keywords: industrial explosive; zirconium-carbonate cake; recyclable ballistic powder and fuel; explosive characteristics.

Промышленные взрывчатые вещества (ВВ) находят широкое применение в народном хозяйстве как в Российской Федерации, так и за рубежом. Наибольшее распространение они получили в горнодобывающей, нефтяной и газовой промышленности в качестве скважинных зарядов, предназначенных для производства взрывных работ на открытых горных разработках. Данные изделия можно использовать при резке металлов путем взрыва с образованием теплового газового потока в виде кумулятивной струи. Для этого проектируется специальная коническая выемка, действующая аналогично кумулятивному снаряду. Наиболее удобно использование подобных зарядов при резке крупногабаритных изделий: кораблей, железнодорожных мостов, самолетов, особенно находящихся в труднодоступных местах. Интересное действие оказывает ВВ при сосредоточении волны давления на металлы. Происходит резкое увеличение плотности металла (причем как объемное, так и поверхностное в зависимости от условий нагружения) за счет перестройки кристаллической решетки.

Среди наиболее используемых нашей промышленностью ВВ можно отметить Граммониты (на основе тротила), Альгетолы (на основе гексогена), Эмульсены (на основе аммиачной и натриевой селитры), Дибазит, Гранипор и др. У каждого вида ВВ есть свои недостатки: высокая стоимость, трудность и опасность технологического цикла, отсутствие отечественного сырья и др. Наиболее доступные аммиачноселитровые ВВ неприемлемы для обводненных скважин, особенно с проточной водой. Поэтому требуются водоустойчивые термостойкие ВВ, выдерживающие жесткие условия эксплуатации достаточно длительное время. Такие же требования выдвигаются и к другим видам зарядов как сейсмические, кумулятивные, промежуточные детонаторы и др. Безусловно особые требования выдвигаются к доступности сырья и экономических показателей их производства.

Использование в гражданской продукции уникального и мощного источника энергии - утилизируемых и устаревших порохов и топлив, позволяет решить сразу несколько проблем военно-промышленного комплекса. Во-первых, само изготовление изделий помогает сохранить уникальную технологию и квалифицированные кадры промышленных предприятий. Во-вторых, выгодно экономически: уменьшает стоимость самих изделий и снижает расходы на утилизацию порохов. В-третьих, помогает решить экологические проблемы, возникающие при сжигании боеприпасов. И наконец, использовать тот огромный накопленный опыт и научный потенциал ученых, занятых в пороховой отрасли.

Активно вводить в рецептуру утилизируемые пороха начали с 90-х годов XX века [1-4]. В взрывчатом составе по патенту РФ № 2096396 [5] содержатся куски твердого ракетного топлива с размерами, больше его критического диаметра детонации. Однако такие топлива выпускаются в небольших объемах, содержат достаточно большое количество токсичных компонентов, их характеристики трудно воспроизводимы и требуют регулярного контроля взрывчатых свойств. Более технологичен взрывчатый состав по патенту РФ № 2074160 [6], содержащий гранулы топлива в количестве 99,7-98,5 %, обработанные приборным или индустриальным маслом. Однако такие топлива имеют недостаточные

характеристики по чувствительности к ударной волне, малое расстояние по передаче детонации и, как следствие, не надежны в эксплуатации. Сложная рецептура у взрывчатого состава по патенту 2217401 [7], содержащий измельченный порох, твердое ракетное топливо, технологические отходы нитратцеллюлозного производства в количестве 40...60 %, нитрат аммония - 10...30 %, смесь неорганических солей щелочных металлов с органическими многоатомными спиртами — 7...15 %, водорастворимые линейные полимеры, соли поливалентных металлов и др. Минусом данных составов является нетехнологичность многокомпонентной рецептуры и нестабильные детонационные характеристики из-за трудности равномерного распределения измельченного пороха и нитрата аммония с остальными компонентами ВВ.

В рецептуре по патенту РФ № 2281275 [8] наряду с порохом содержится сенсibilизатор - белила цинковые или окись цинка в количестве 0,5...10 %. Данный состав, хотя и обладает определенными преимуществами, имеет ряд недостатков:

- дорогостоящее сырье, используемое в лакокрасочной и других отраслях промышленности, в виде цинковых белил или окиси цинка;

- недостаточная адгезия сенсibilизатора к основе пороха и топлива при их переработке и эксплуатации. Это приводит к высыпанию порошка при производстве и транспортировке, приводя тем самым к нестабильности химического состава и, соответственно, выходных детонационных и эксплуатационных характеристик. Неоднократные отказы в скважинах при использовании изделий из указанного состава подтверждают достоверность таких утверждений.

Задачей данного исследования являлась разработка экономичного взрывчатого вещества на основе нового сенсibilизатора, утилизируемых порохов и топлив, отходов порохового производства и полимерного связующего, обеспечивающего качественную адгезию сенсibilизатора к пороховой матрице. Тем самым достигнуто равномерное распределение сенсibilизатора по пороховой массе и стабильные выходные технические и эксплуатационные характеристики ВВ, соответствующие данному классу продукции.

С экологической и экономической точек зрения наиболее актуально использование порохов и топлив с просроченным гарантийным сроком их хранения или забракованных в ходе изготовления и эксплуатации как безвозвратные технологические отходы (БТО), которые в последующем уничтожаются в огромных количествах на полях сжигания промышленных предприятий или на базах и арсеналах Вооружённых Сил.

С точки зрения использования сенсibilизаторов, ответственных за обеспечение требуемых взрывчатых и детонационных характеристик, предполагается использование отходов производства предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности, которые в виде горных отвалов расположены по всей территории Российской Федерации.

Предлагаемый новый сенсibilизатор представляет собой циркониево-карбонатный кек (ЦКК), выпускаемый титано-магниевым комбинатом в виде сопутствующей продукции наряду с основной в виде титана, магния или их соединений. К настоящему времени ввиду огромного его избытка и практического отсутствия крупномасштабных потребителей накапливается на территории предприятия в виде отвалов.

При этом продукт уникальный, мелкодисперсный и обладает несомненным преимуществом перед цинковыми белилами – крайне низкой стоимостью наряду с решением экологической проблемы – утилизацией промышленных отходов. Важным преимуществом вещества является отсутствие пыления и хорошая гидрофильность. Так как изготовление промышленного ВВ происходит в водной среде, то данные показатели значительно облегчают технологию, устраняя необходимость введения поверхностно-активных веществ. В таблице 1 приведены сравнительная стоимость сенсibilизаторов на 1 апреля 2022 года и изменение стоимости конечной продукции при введении 2, 5 и 10 процентов компонента в пересчете на 1 тонну конечной продукции.

Таблица 1 – Экономический эффект замены сенсбилизатора

Используемый сенсбилизатор	Стоимость за кг, руб.	Уменьшение стоимости тонны продукции (руб.) при содержании сенсбилизатора в составе, %		
		2	5	10
Окись цинка или белила цинковые	378	7160	17900	35800
ЦКК	20			

Из таблицы 1 очевидно следует, что только использование нового сенсбилизатора без учета экономического эффекта от ввода БТО (вместо порохов и топлив) позволит значительно снизить стоимость выпускаемого пром. ВВ и увеличить его конкурентоспособность на рынке.

Для обеспечения достаточной адгезии порошкообразного компонента к основе пром. ВВ ввели композитное полимерное связующее в виде полиакриламида (ПАА), выпускаемое отечественной промышленностью для очистки воды от взвешенных частиц. Гранулы ПАА под воздействием воды разбухают и превращаются в желеобразное состояние (аналогично желатину), при этом обеспечивается адгезионное распределение мелкодисперсного кека и практическое исключение его потерь в процессе производства. При этом одновременно повышается водостойкость всей композиции в целом. Специфика водного раствора полиакриламида в том, что он, являясь органическим флокулянт, легко распределяется по влажной массе баллиститных составов в процессе переработки. ПАА обладает свободной водородной связью, через которую легко образуется мостик между сенсбилизатором и нитратцеллюлозной основой промышленного ВВ. При этом связь не разрушается на всех фазах переработки ВВ, что позволяет обеспечить равномерное распределение кека и обеспечить его максимальную функциональную эффективность.

В качестве пороховой основы, наряду с утилизируемыми составами можно использовать производственные безвозвратные технологические отходы (БТО), которые в достаточно больших количествах (~200 тн/год только с одного действующего порохового завода) уничтожаются на полях сжигания предприятий-изготовителей и потребителей порохов и топлив, а также на базах и арсеналах Министерства обороны. Кроме того, затрачиваются большие средства на организацию хранения и перевозки отходов, а периодические пожары на пороховых заводах подтверждают опасность долгого хранения БТО.

Основные преимущества разработанного состава перед аналогами:

- высокая водостойкость для любых видов скважин;
- низкая стоимость сырья;
- доступность сырья;
- независимость от импортных поставок;
- решение экологических проблем путём утилизации используемой основы и входящих в состав ингредиентов;
- возможность обеспечения производства ВВ в гранулированном виде как наиболее удобного в транспортировке и эксплуатации (отсутствие пыления для исключения возможности образования взрывоопасных пылевоздушных смесей, возможность механического заряжания скважин). При этом для обеспечения требуемых взрывчатых и детонационных характеристик размеры изготавливаемых гранул должны быть больше критического диаметра их детонации.

Важными особенностями данного ВВ является простота рецептуры и возможность применения технологии изготовления на существующем производстве баллиститных порохов. Чем меньше компонентов в составе, тем проще переработка и выше стабильность выходных характеристик. Простое компоновочное решение позволяет упростить

технологические режимы, уменьшить количество технической и технологической документации, точек контроля и повысить обучаемость персонала. Все это приводит к уменьшению затрат и снижению себестоимости продукции.

Особенность применяемых в составе компонентов — их хорошая изученность. Накоплен достаточно большой опыт переработки, определены ключевые точки как входного контроля материалов, так и их поведения в процессе переработки, что практически исключает нештатные ситуации, периодически возникающие на наших предприятиях. Данные преимущества были доказаны при изготовлении опытной партии зарядов в условиях пермских предприятий, причем на оборудовании производства баллиститных порохов разной производительности.

Наряду с вышеперечисленным, разработанный взрывчатый состав обеспечивает надежность и безотказность детонации от штатных средств инициирования, безопасность изготовления, транспортировки и эксплуатации скважинных зарядов и других видов изделий, способных эксплуатироваться в сухих и обводненных условиях. Основные характеристики разработанного взрывчатого вещества приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные характеристики образцов промышленного ВВ

Характеристика	Технические требования	Образец пром. ВВ		
		1	2	3
1. Состав, % мас.				
двух- или трехосновные пороха и топлива или безвозвратные технологические отходы или их смесь в любом соотношении		98,0	94,9	90,0
Циркониево-карбонатный кек		2,00	5,0	10,0
Полиакриламид (сверх 100 %)		0,05	0,1	0,05
2. Чувствительность к ударной волне по ГОСТ РВ 50872-96, МПа, 10^2	менее 40	14	26	37
3. Восприимчивость к детонационному импульсу по ГОСТ РВ 50871-96, % срабатывания	100	100	100	100
4. Критический диаметр детонации, мм	не более 2	менее 2		
5. Полнота детонации по ГОСТ 14839.19	полная	полная		
6. Теплота взрывчатого превращения, кДж/кг	-	4870	3620	3570
7. Водоустойчивость, при $3,0 < \text{pH} < 10,5$, сутки, не менее	не менее 7	40	более 40	40
8. Чувствительность к удару по ОСТ В 84-892-74, груз массой 2 кг, мм	более 120	270	200	130
9. Чувствительность к трению при ударном сдвиге по ОСТ В 84-894-74, кгс/см ²	более 1000	более 3000	2700	2000

Из результатов, представленных в таблице 2, убедительно следует, что предлагаемый состав, полностью удовлетворяя техническим требованиям к взрывчатым составам, имеет хорошие показатели по водостойкости, обладает расширенной недефицитной сырьевой базой и экономическим эффектом (таблица 1).

Предлагаемый взрывчатый состав был опробован в натуральных испытаниях в условиях Пермского края с положительным эффектом. Отмечено, что производство взрывных работ с использованием данного промышленного взрывчатого вещества позволило применить современные средства инициирования, удобный монтаж зарядов и необходимую эффективность взрывчатого применения.

Библиографический список

1. Ибрагимов, Э.Н. Утилизация устаревших артиллерийских порохов в изделия гражданской продукции / И.Г. Вольф, Э.Н. Ибрагимов, Г.Э. Кузьмицкий // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. - 2021.- № 4 (4). - С. 155-160.
2. Франтов, А.Е. Составы промышленных ВВ из утилизируемых порохов и топлив на основе нитроцеллюлозы и возможность их использования при механизированном зарядании скважин / А.Е. Франтов, Н.Г. Демченко и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007. - № 55. - С. 309-315.
3. Афиатулло, Э.Х. Разработка продукции гражданского назначения с использованием утилизируемых порохов и топлив баллистического типа / Э.Х. Афиатулло, Н.Г. Ибрагимов и др. // Взрывное дело. - 2019. - № 123-80. - С. 216-228.
4. Лебедева, Е.А. Полиакриламид в технологиях утилизации отходов нитратцеллюлозных производств / Е.А. Лебедева, С.А. Астафьева и др. // Российский химический журнал. - 2013. - Т. 57. - № 1. - С. 36-41.
5. Патент № 2096396 Российская Федерация, С06В 25/00, 21/00. Пороховой взрывчатый состав / И.Я. Петровский - Заявка № 94035526/02, заявлено 22.09.94 г., опубликовано 20.11.97 г.
6. Патент № 2074160 Российская Федерация, С06В 25/18, 25/20. Взрывчатое вещество и способ его изготовления / Е.Ф. Жегров, Н.А. Кривошеев и др. - Заявка № 93000525, заявлено 05.01.93 г., опубликовано 27.02.97 г.
7. Патент № 2217401 Российская Федерация, С06В 25/00, 31/32. Водосодержащее взрывчатое вещество / А.П. Талалаев, Н.Г. Ибрагимов и др. - Заявка № 2002123825/02, заявлено 06.09.02 г., опубликовано 27.11.03 г.
8. Патент № 2281275 Российская Федерация, С06В 25/24, С06В 21/00, С06D 5/06. Взрывчатый состав и способ его изготовления / А.П. Талалаев, Н.Г. Ибрагимов и др. - Заявка № 2004115874/02, заявлено 25.05.04 г., опубликовано 10.08.06 г.

УДК 539.4+620.1

КРИТЕРИИ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ УСЛОВИЙ ИХ УДАРНО-ВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ

Вшивков О.Ю., доцент кафедры математики и физики (кандидат технических наук).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: olyv206@yandex.ru

Предложен новый критерий определения пробивной способности поражающих элементов и вида разрушения конструкционных материалов в условиях импульсных ударно-волновых нагрузок.

Ключевые слова: ударно-волновой импульс; откольное разрушение; удельный механический импульс.

CRITERIA FOR THE DEPENDENCE OF DESTRUCTION PARAMETERS STRUCTURAL MATERIALS ON THEIR SHOCK-WAVE LOADING CONDITIONS

Vshivkov O.Y., Associate Professor of the Department of Mathematics and Physics (Ph.D. (Engineering)).

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm.

E-mail: olyv206@yandex.ru.

A new criterion for determining the penetrating ability of striking elements and the type of structural materials destruction under conditions of pulsed shock-wave loads is proposed.

Key words: shock wave impulse; spall fracture; specific mechanical impulse.

Поведение конденсированных тел и, в частности, их разрушение имеет свои особенности при импульсном нагружении, т. е. под воздействием импульсов нагрузки длительностью в доли микросекунды. В этом случае в материале преграды происходят процессы и массовые течения, имеющие волновой характер. В результате при определенных условиях возможно проявление такого вида динамического разрушения, как откол. При этом происходит полное или частичное расслаивание материала, и от нагружаемого тела отделяется откольный слой материала или даже несколько откольных слоев. Импульсы малой длительности (10^{-1} — 10^{-3} мкс) с начальными значениями амплитуды в сотни Мпа или несколько Гпа возможно осуществить при различных способах нагружения: удар пластиной [10], подрыв блока ВВ на поверхности преграды [9; 11], взрыв листового заряда взрывчатого вещества (ВВ) [8], интенсивный поток электромагнитного излучения оптического квантового генератора [2], ударное воздействие поражающим элементом (пулей, снарядом, осколком), имеющим высокую удельную энергию [1]. Существующий разброс значений начальных параметров ударно-волновых импульсов нагрузки при различных способах ударно-волнового нагружения является незначительным.

Представленные значения ударно-волновой нагрузки позволяют не рассматривать досконально природу возникновения ударно-волнового импульса. Доступным способом его генерирования является обстрел пластин ударными элементами с учетом эффекта масштабирования эксперимента, что позволяет выполнять статистическое исследование процессов изменения параметров ударника и поведения материала нагружаемой пластины. Включение удельного количества движения ударно-волнового импульса (удельного механического импульса) в состав критерия откольного разрушения позволит компенсировать в значительной мере существующий разброс в параметрах ударно-волнового импульса, в частности, значениях его начальной амплитуды и длительности:

$$J = \int_0^{\tau} P(t) \partial t. \quad (1)$$

Здесь: P – давление,

τ – длительность ударно-волнового импульса.

Характерное значение удельного механического импульса при начальных его параметрах, указанных выше, равно 10^3 кг/(м·с).

Автор в своей работе [4] определил критерии зависимости кинематических параметров откола от условий нагружения, параметров состояния материала и преграды:

$$\begin{aligned} \frac{\delta}{H} &= a + b\eta, \\ \frac{\bar{W}}{C_0} &= a + b\eta. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь: H – толщина пластины,

δ – толщина откола,

\bar{W} – скорость свободной поверхности пластины,

C_0 – местная скорость звука,

$\eta = \left(\frac{J_H}{\rho_0 H C_0} \right)^{12}$ – комплексный параметр условий нагрузки,

ρ_0 – плотность материала пластины,

J_H – удельный импульс нагрузки.

Для группы металлов значения коэффициентов a и b в (2) вместе со среднеквадратическими ошибками приведены в таблице 1 [4]. В работе [4] расчёты проводились для случая подрыва листового заряда ВВ на поверхности нагружаемой пластины, реализуя тем самым импульсную нагрузку материала действием косой ударной волны.

Таблица 1 — Значения числовых характеристик коэффициентов a и b в составе формул (2) для критериев откольного разрушения металлических пластин [4]

a	σ_a	b	σ_b
$\delta/H=f(\eta)$			
0,01	0,035	1,050	0,146
$\bar{W}/C_0=f(\eta)$			
0,025	0,021	0,288	0,088

Механизм откола наблюдается также и при ударно-волновом нагружении пластин в условиях пробивного действия различных поражающих элементов, имеющих высокую удельную энергию [1; 10].

Как правило, пробивное действие ударного элемента характеризуют глубиной его проникания в преграду, имеющей определённую плотность и толщину. Глубина проникания зависит от следующих факторов [3; 5-7]: удельная энергия ударного элемента в момент встречи с пластиной, угол встречи ударного элемента с пластиной, форма ударного элемента, характеристики материала и толщина пластины. В качестве универсальной характеристики пробивного действия был использован удельный механический импульс нагрузки J_H —

удельное количество движения, сообщаемое ударным элементом материалу нагружаемой пластины [3; 6]:

$$J_H = \frac{qV_c}{S}, \quad (3)$$

где q – масса ударника,

V_c – скорость ударника при встрече с преградой,

S – площадь поперечного сечения ударника.

Нами проводились испытания пластин из алюминиевых и стальных сплавов путем их обстрела пулями из стрелкового оружия и стальными шариками. Результатами испытаний стали следующие измерения: значения удельного механического импульса нагрузки J_H , толщины нагружаемых пластин и откольных слоев. К механизму откольного разрушения пластин были отнесены следующие случаи:

- 1) образование откольного слоя;
- 2) появление магистральной трещины внутри пластины без явного отделения откольного слоя;
- 3) образование «вздутия» пластины, рассматриваемого как относительное увеличение ее толщины $\frac{\Delta H}{H} = \frac{\delta}{H}$, без сквозного пробития или отделения откольного слоя.

Для каждого эксперимента были установлены по формуле (3) значения удельного импульса J_H и комплексного параметра условий ударно-волновой нагрузки $\eta = \left(\frac{J_H}{\rho_0 HC_0}\right)^{1/2}$. На рисунке 1 указаны линейные зависимости (2) толщины откольного слоя от импульса нагрузки для металлов и экспериментальные точки безразмерных координат $(\delta/H, \eta)$. Как видно из рисунка 1, результаты ударно-волнового нагружения пластин ударными элементами экспериментально подтверждают полученные в [4] закономерности в случае нагрузки скользящей детонацией. При импульсном нагружении пластины ударным элементом откольное разрушение происходит при значениях параметра $\eta \approx 0,1 \dots 0,5$.

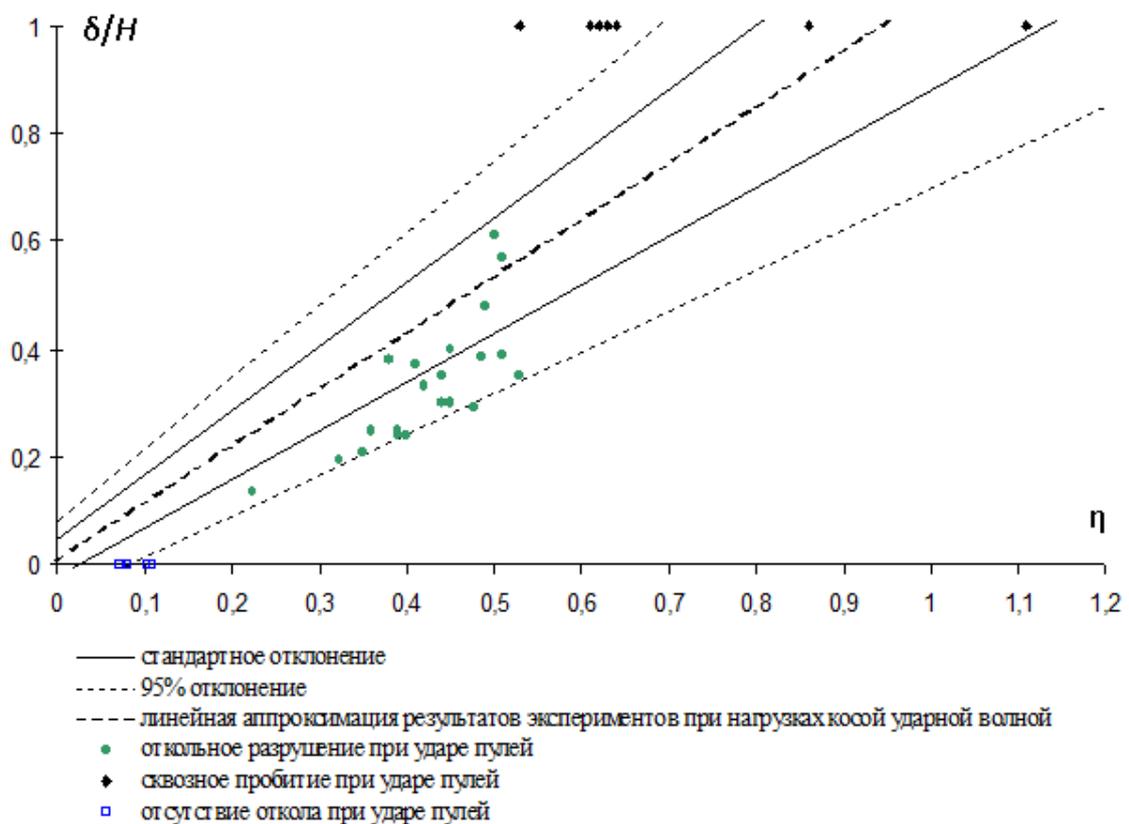


Рисунок 1 – Зависимость толщины откола от импульса нагрузки косой ударной волной в безразмерных координатах и результаты пробивного действия ударных элементов

На рисунке 2 представлены обобщенные результаты полученных экспериментов, связанных с подрывами листовых зарядов на поверхности пластин из различных материалов, а также их пробитием боеприпасами при обстреле из стрелкового оружия. По оси ординат отложены значения относительной толщины откола δ/H , по оси абсцисс — значения интегрального критерия нагрузки η . Аппроксимация на основе линейной регрессии позволила выделить явно три области разрушения, различающиеся характером разрушения.

I – область отсутствия разрушения пластины ($0 < \eta < 0,1$);

II – область откола ($0,1 < \eta < 0,5$). В этом случае фиксировалось также и увеличение толщины пластины за счет действия внутри неё растягивающих напряжений. Данная область откола соответствует совокупности результатов, полученных на основе статистических зависимостей (2).

III – область разрушения за счет действия сдвигающих напряжений по механизму выбивания пробки или по механизму «прокола» пластины (в случае остrokонечной формы ударного элемента) ($0,5 < \eta$).

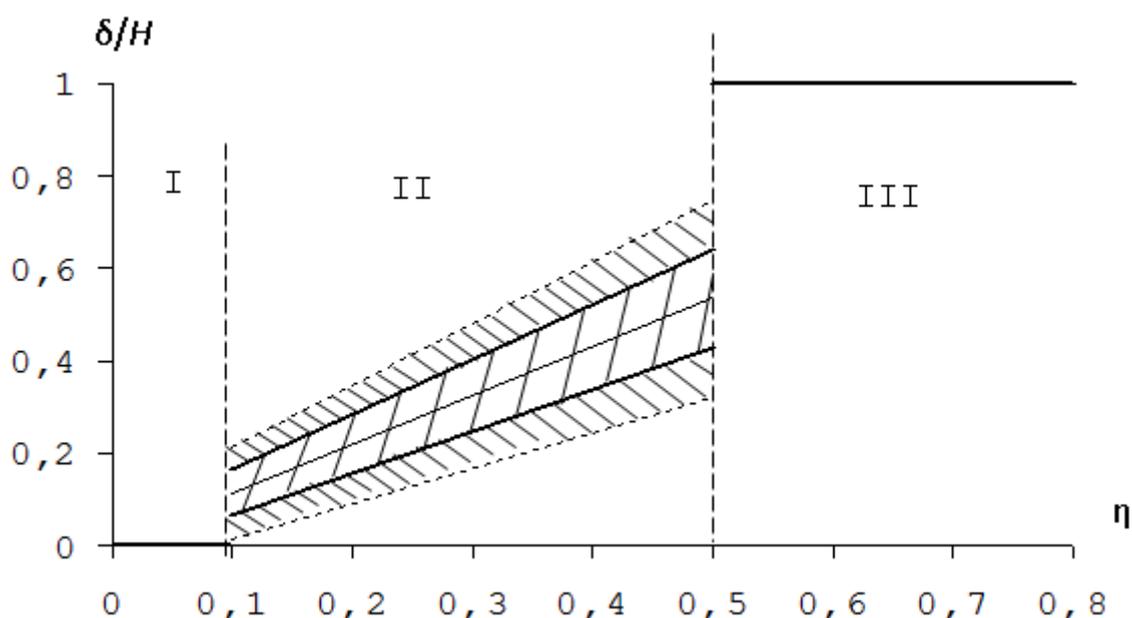


Рисунок 2 — Области разрушения металлических пластин ударными элементами и скользящей детонацией листового заряда ВВ. Заштрихованные области соответствуют стандарту и 95 % отклонений

Во всех трех представленных областях разрушения результаты, полученные при различных видах ударно-волнового нагружения, оказались высоко коррелированными.

Полученные результаты (рисунок 2) можно использовать при проектировании новых видов брони путем задания (варьирования) комплексного параметра условий нагрузки с использованием линейной регрессии (2) со значениями коэффициентов регрессии из таблицы 1. При этом необходимо учитывать, что в I области ($\eta < 0,1$) отсутствуют внешние сколько-нибудь значимые разрушения, во II области разрушения имеют характер вторичных осколков и откольных элементов защиты, в области III допускается пробитие защиты, а также в механизме «пробки» увеличение массы и размеров проникших поражающих элементов при одновременном снижении их кинематических параметров.

Библиографический список

1. Андрианкин, Э.И. О затухании волны при высокоскоростном ударе / Э.И. Андрианкин, М.М. Кононенко // Физика горения и взрыва. – 1973. – Т. 9. - № 4. – С. 562-566.

2. Анисимов, С.И. Действие излучения большой мощности на металлы / С.И. Анисимов, Я.И. Имас, Г.С. Романов, Ю.В. Ходыкр / под ред. Бонч-Бруевича А.М. и Ельяшевича М.А. – Москва: Наука, 1970.
3. Бабак, Ф.К. Основы стрелкового оружия / Ф.К. Бабак. – Санкт-Петербург: Полигон, 2003. – С. 76-81.
4. Вшивков, О.Ю. Удельный импульс как физический критерий определения параметров откола / О.Ю. Вшивков, А.П. Рыбаков, В.В. Ильин, В.В. Козлов // Вестник ПГТУ. Прикладная математика и механика. – Пермь, 2006. – № 1. – С. 159-163.
5. Григорян, В.А. Некоторые вопросы конечной баллистики / В.А. Григорян. – Москва: МГТУ им. Баумана, 2006.
6. Дорофеев, А.Н. Авиационные боеприпасы / А.Н. Дорофеев, А.П. Морозов, Р.С. Саркисян. – Москва: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1978.
7. Поражающее действие боеприпасов: учебник / под ред. А.Н. Семёнова. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2001.
8. Райнхарт, Дж.С. Взрывная обработка металлов / Дж.С. Райнхарт, Дж. Пирсон. – Москва: Мир, 1966. – 392 с.
9. Романова, В.И. О затухании плоской ударной волны в конденсированной неоднородной среде / В.И. Романова // Физика горения и взрыва. – 1974. – Т. 18. - № 5. – С. 732-737.
10. Рыбаков, А.П. Затухание ударной волны при соударении пластин / А.П. Рыбаков // ЖПМТФ. – 1976. – № 5. – С. 147-149.
11. Черноземцев, А.В. Потенциал и сила взрывчатых веществ / А.В. Черноземцев // Перспективные направления развития артиллерийского вооружения, методов его эксплуатации и ремонта: сб. трудов XV Всерос. науч-практ. конф. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2021. – С. 95-99.

УДК 656.09

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Генсон Е.М., профессор кафедры эксплуатации автобронетанковой техники (кандидат технических наук, доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Моргунов В.А., начальник кафедры эксплуатации автобронетанковой техники, полковник (кандидат военных наук, доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье приведен анализ проблем организации технического обслуживания и ремонта автомобильной техники при эксплуатации в суровых природно-климатических условиях Арктики. Арктическая зона РФ имеет стратегическое значение для страны как источник больших запасов полезных ископаемых, так и обеспечения безопасности границ. В статье рассмотрены проблемы эксплуатации разных видов транспорта в Арктике. Сделаны выводы о целесообразности совершенствования автомобильной техники и оборудования для организации бесперебойной работы предприятий и воинских частей в условиях Арктики.

Ключевые слова: организация технического обслуживания; ремонт автомобильной техники; Арктика; транспортная доступность.

ANALYSIS OF PROBLEMS OF ORGANIZATION OF MAINTENANCE AND REPAIR OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT

Genson E.M. professor of the operation of armored vehicles chair.

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm.

Morgunov V.A. head of the Department of operation of the faculty of technical support, candidate of military Sciences, Colonel.

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm.

The article presents an analysis of the problems of the organization of maintenance and repair of automotive equipment during operation in the harsh climatic conditions of the Arctic. The Arctic zone of the Russian Federation is of strategic importance for the country as a source of large mineral reserves and ensuring border security. The article deals with the problems of operation of different types of transport in the Arctic. Conclusions are drawn about the expediency of improving automotive equipment and equipment for the organization of uninterrupted operation of enterprises and military units in the Arctic.

Keywords: organization of maintenance; repair of military vehicles; Arctic; transport accessibility.

Автомобильная техника (АТ) является основой обеспечения подвижности войск, оказывает определяющее влияние на боевую готовность и боевые возможности частей и соединений любого государства, широко используется в качестве базовых шасси под монтаж ракетных и зенитно-ракетных комплексов, артиллерийских установок и систем залпового огня, средств управления и связи, а также для выполнения различных видов воинских автомобильных перевозок. В Вооруженных Силах нашей страны на автомобильном шасси смонтировано и эффективно используется до 83 % всего вооружения и различного специального оборудования. Сфера применения автомобильной техники непрерывно расширяется. Это объясняется рядом специфических свойств. Военная автомобильная техника менее связана с дорогами, чем, например, железнодорожный транспорт, более мобильный и оперативный способ передвижения, представляет возможность перемещения личного состава, вооружения и боеприпасов, медикаментов, различного груза по обходным дорогам, колонным путям и, в случае необходимости, преодолевать водные преграды [1].

Целью строительства и развития войск на период до 2030 года является создание в системе войск национальной гвардии Российской Федерации мобильных, профессионально подготовленных, оснащенных современным вооружением, военной и специальной техникой войск постоянной готовности, способных эффективно участвовать в обеспечении национальной обороны, государственной и общественной безопасности Российской Федерации.

Развитие и структурные изменения всех компонентов войск осуществляется на научной основе, с учетом решаемых ими задач, принципов их строительства и служебно-боевого применения.

Одним из основных направлений развития соединений и воинских частей войск национальной гвардии является оптимизация их организационно-штатных структур, определение порядка их оснащения вооружением, военной и специальной техникой в рамках государственной программы вооружения.

В данной программе значительное внимание уделяется системам бронетанкового вооружения и техники и военной автомобильной техники.

Появление новых видов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) оказывает влияние на содержание и формы вооруженной борьбы, а через них — на организационную структуру, принципы комплектования и боевую подготовку в целом. В свою очередь, изменение и развитие системы комплектования, организационная штатная структура оказывают своё воздействие на формирование требований к современным образцам АТ, наиболее значимыми из которых являются: постоянная готовность к использованию по назначению; обеспечение малозаметности; повышение надежности; подвижности и защищенности при условии снижения затрат на эксплуатацию. Реализация данных требований неразрывно связана с необходимостью самого серьезного преобразования принципов и процессов её эксплуатации, поддержания и обеспечения работоспособного состояния.

Основные проблемы при организации технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) автомобильной техники возникают при ее эксплуатации в суровых климатических условиях, например, в Арктической зоне Российской Федерации [2]. Арктика имеет огромные запасы природных, биологических и углеводородных ресурсов, поэтому к данному региону наблюдается значительный интерес мировых держав. Начиная с 30-х годов XX века, идет освоение Арктического региона России. В первую очередь был освоен Северный морской путь, который в разы сократил фактическое расстояние доставки грузов из Европы в Азию.

На сегодняшний день, Арктика является приоритетным направлением присутствия многих стран мира, даже не граничащих территориально с данным регионом. Основные национальные интересы этих стран сводятся к геополитическому влиянию в регионе, участию в разработке месторождений полезных ископаемых, формированию транспортных коридоров и др. Транспортный вопрос имеет приоритетное значение для развития в регионе, т. к. кроме связующей функции между месторождениями полезных ископаемых и

потребителями, отсутствует нормативное регулирование развития территории, что приводит к лидирующим позициям в Арктике межконтинентальные транспортные компании, которые определяют экологическую, экономическую политику в регионе и вопросы безопасности. В настоящее время 25 стран имеют арктические стратегии, в которых транспортному строительству отводится одно из центральных мест [3]. Только наличие должной транспортной инфраструктуры, позволяющей осуществить связь между добычей и потребителями полезных ископаемых приведет к экономической целесообразности разработки региона. Большинство современных стратегий развития Арктики – краткосрочные, тем самым уже в ближайшие 3-5 лет в регионе появятся новые транспортно-логистические узлы, аэропорты, автомобильная, железнодорожная и морская инфраструктура.

В ходе проведенного анализа установлено, что развитие транспортной отрасли Арктики не финансируется в должном объеме, несмотря на реализацию национальных стратегических приоритетов в Арктической зоне РФ и ряд положительных изменений в работе отдельных видов транспорта. В последние годы также обозначилась и тенденция сокращения инфраструктурных инвестиций в Арктику. Решение этих проблем возможно только комплексными методами в связке с развитием территории Арктики в целом [4].

Кроме того, для повышения надежности и эффективности функционирования транспортно-технологической системы Севера России, с целью снижения рисков, возникающих в процессе организации перевозок грузов северного завоза необходим комплексный подход к решению вопросов управления такими перевозками. Необходимым условием совершенствования управления производственно-хозяйственной деятельностью транспортных компаний, участвующих в доставке грузов в районы севера России, является использование современных средств мобильной связи, спутниковой навигации, геоинформатики, вычислительной техники. Филипповой Н.А. на основе разработанного математического аппарата и оценки влияния рисков на устойчивость и эффективность процесса перевозок грузов для севера России предложено внедрение в технологическую цепочку поставки грузов мультимодальных транспортно-логистических центров (ТЛЦ) [5]. ТЛЦ предлагается внедрять с использованием цифровой инфраструктуры (средств телекоммуникаций, мобильной связи и др.), которая является необходимым элементом и основой функционирования современной мультимодальной транспортной системы управления перевозками. Кроме того, для снижения аварийности в экстремальных условиях движения автомобилей по территории крайнего севера России автором предложено использование высокоавтоматизированных транспортных средств, оборудованных системой адаптивного круиз-контроля во всем диапазоне скоростей, которая позволит безопасно и эффективно следовать транспортным средствам в колонне.

Кроме развития транспортных магистралей в Арктике, исследователи решают задачи совершенствования транспортных и транспортно-технологических машин, работающих в регионе. Для освоения Арктических регионов используются транспортные средства с дизель-гидравлическими, дизель-генераторными приводами. Несмотря на низкий КПД (9 %) таких двигателей, они обладают рядом преимуществ: простота конструкции, высокая надежность, высокий ресурс двигателей. Поэтому в исследовании авторов [6] рассматриваются способы повышения эффективности использования данных типов двигателей. Предложено использовать более экологичное топливо – смесь традиционного топлива (бензин, спирт и т. д.) в соотношении 30:70 с дешевыми энергоносителями (мазут, газ, уголь, дерево). Для улучшения механических свойств трущихся деталей предлагается нанесение гальванического покрытия сплавом Fe-Ni-Cr.

Проблема изношенности основных фондов транспорта [7] остается актуальной для арктических регионов на протяжении многих лет и является серьезной угрозой, как для хозяйственной эксплуатации месторождений полезных ископаемых, так и для социально-экономического развития Арктической зоны РФ в целом. На сегодняшний день износ основных фондов транспорта арктических регионов составляет 47,0 %. Если в начале 2000-х

гг. инвестиции в транспорт региона превышали 20 %, а в 2011-2013 гг. почти достигли 30 %, то после введения антироссийских санкций, когда многие арктические проекты, в том числе инфраструктурные, были приостановлены или их реализации перенесена на более поздний срок, доля транспорта в структуре инвестиций в основной капитал Арктики начала стремительно сокращаться составив в 2018 г. всего 13,5 % [8].

В освоении территорий и охране границ в Арктической зоне Российской Федерации активное участие принимают Вооруженные Силы РФ и Росгвардия. На основании Распоряжения Правительства РФ от 15 апреля 2021 г. № 996-р утвержден «Единый план мероприятий по реализации основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года и Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». Кроме прочего, документом акцентируется внимание на проведении научных исследований в сфере обеспечения национальной безопасности Российской Федерации в Арктике в целях совершенствования структуры и штатного обеспечения войск национальной гвардии Российской Федерации, дислоцированных в Арктической зоне, и обоснования их оснащения современными видами оружия, материально-техническими средствами и техникой, адаптированными к арктическим условиям на период I квартал 2023 г. – IV квартал 2028 г. Таким образом, проблемы обеспечения безотказного функционирования техники в условиях крайнего севера России является актуальной.

Для выполнения поставленных задач в указанном регионе используются транспортные средства специального назначения (ТССН). Ввиду отсутствия производственно-технических баз и специализированных автосервисных предприятий в регионе, основной проблемой при эксплуатации подвижного состава является организация его технического обслуживания и ремонта для обеспечения бесперебойной работы техники. Для повышения эффективности проведения ТО и Р ТССН в сложных арктических условиях предлагается применять технологии, позволяющие производить тепловую подготовку мест хранения и обслуживания техники. Применение технологии «тепловая труба», которая основана на испарительно-конденсационном принципе работы, видится наиболее перспективной для укомплектования укрытий для ТССН [9].

Для реализации Стратегии развития Арктической зоны РФ необходима разработка и внедрение научно-обоснованных методик по организации системы планово-предупредительного ремонта ТССН. В связи с эксплуатацией техники в суровых природно-климатических условиях наблюдается повышенный износ элементов и систем автомобильной техники. При этом нормативные значения межсервисного интервала с учетом поправок на условия эксплуатации не всегда отражают действительный характер износа узлов и механизмов транспортных средств. Ряд производителей автомобильной техники уже тестируют на территории Крайнего севера РФ альтернативные электронным компонентам системы, в том числе с применением оптических каналов связи и фотоники. Установлено, что электронные компоненты, построенные на оптических связях, более надежные в зимних условиях эксплуатации и имеют более высокую скорость передачи данных. Однако усложнение конструкции и внедрение высокоточных электронных и оптических систем видится менее перспективным для использования на новых видах ВВСТ, в связи с повышенным риском вывода их из строя внешним воздействием во время выполнения боевой задачи.

Организация перемещений ВВСТ данным способом необходимо организовывать с применением отечественных систем спутникового мониторинга ГЛОНАСС и средств навигации. При движении транспортных средств «след в след» по ледовым дорогам и зимним переправам, снижаются риски повреждения техники, снижается сопротивление движению автомобильной техники, и, как следствие, уменьшается износ шин и расход горючего и смазочных материалов. Систему технического обслуживания и ремонта в Арктической зоне РФ необходимо планировать с учетом перемещения техники «в колонне» для организации выполнения работ по ТО и Р и между местами временного хранения.

Таким образом, на основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1) Арктика имеет стратегическое значение для России как для увеличения объемов добычи полезных ископаемых, так и с точки зрения национальной безопасности страны. В течение ближайших пяти лет войскам национальной гвардии Российской Федерации, дислоцированным в Арктической зоне РФ, поставлена задача обеспечить бесперебойное функционирование всех систем жизнеобеспечения, в том числе, наладить систему технического обслуживания и ремонта ВВСТ.

2) Важнейшую роль в бесперебойном функционировании производственных процессов арктических предприятий и частей Вооруженных Сил РФ играет транспортная доступность и обеспеченность. Основное внимание в современных исследованиях ученых уделяется транспортной инфраструктуре в Арктике.

3) Исследования, направленные на модернизацию подвижного состава, используемого в Арктической зоне РФ, и разработку систем, позволяющих обеспечить его бесперебойную работу, практически не проводятся и требуют дополнительной проработки.

Библиографический список

1. Игнатьев, С.В., Нечаев, В.В. Оценка эффективности функционирования и направления совершенствования процессов поддержания и обеспечения работоспособного состояния военной автомобильной техники // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2020. – № 1-2 (139-140). – С. 36-42.

2. Савин, Л.О., М.В. Оптимизация параметров контроля и технического обслуживания критичных агрегатов автомобильной техники при эксплуатации в особых условиях // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2019. – № 1 (56). – С. 24-35.

3. Карапетянц, И.В. Международное сотрудничество и национальные стратегии развития транспорта в Арктике // Научно-аналитический журнал Обозреватель - Observer. 2019. - № 3 (350). - С. 78-95.

4. Серова, Н.А., Серова, В.А. Системные проблемы развития транспорта в российской Арктике // Азимут научных исследований: экономика и управление. - 2021. - Т. 10. - № 1 (34). - С. 295-297.

5. Филиппова, Н.А. Повышение эффективности доставки грузов для севера России на основе управления рисками // автореферат дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10. – Москва, 2019. – 42 с.

6. Шмидт, В.В., Мартюк, Д.Р. Повышение эффективности двигателей внешнего сгорания с помощью гальванического покрытия в условиях Арктики // В сборнике: Вопросы науки и образования: теоретические и практические аспекты. Материалы Междунар. (заочной) научно-практич. конф. / под общей ред. А.И. Вострецова. - 2019. - С. 18-21.

7. Гончаренко, Г.М. Основные факторы, влияющие на ухудшение надежности машин с течением времени их эксплуатации // Межвуз. сборник научно-практич. мат. Выпуск 5 / под ред. Г.М. Гончаренко, В.В. Армяншина. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2021.

8. Серова, В.А. Системные проблемы развития транспорта в российской Арктике // Научный электронный журнал Меридиан. - 2019. - № 14 (32). - С. 351-353.

9. Глотов, М.С., Баглаев, А.А. Применение инновационных технологий при проведении технического обслуживания и ремонта транспортных средств специального назначения в условиях Арктики // Материалы национальной научно-практич. конф. Воронежского гос. аграрного ун-та им. императора Петра. - 2019. - С. 254-259.

УДК 004.9

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ

Гимашев В.И., доцент кафедры математики и физики.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье проводится анализ современного состояния теории построения систем информационного обеспечения физической защиты объектов, рассматриваются особенности системы физической защиты как объекта исследований. Представлена модель взаимодействия системы физической защиты объекта с нарушителем и внешней средой. Приведен краткий качественный анализ всех возможных отношений между элементами системы для выявления тех, которые имеют существенное влияние на достижение результата ее функционирования.

Ключевые слова: системный анализ; система физической защиты; информационное обеспечение; нарушитель; внешняя среда; структурная схема.

ANALYSIS OF THE PROBLEM OF INFORMATION SUPPORT OF OBJECTS PHYSICAL PROTECTION

Gimashev V.I., Associate Professor of the Department of Mathematics and Physics.

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

The article analyzes the current state of the theory of building information systems for physical protection of objects, discusses the features of the physical protection system as an object of research. The model of interaction of the object's physical protection system with the intruder and the external environment is presented. A brief qualitative analysis of all possible relationships between the elements of the system is given to identify those that have a significant impact on achieving the result of its functioning.

Keywords: system analysis; physical protection system; information support; violator; external environment; block diagram.

Противоречивость и неоднозначность трактовки проблемы информационного обеспечения физической защиты (ФЗ) объектов исключают непосредственный перенос хорошо разработанных методов исследований из других областей науки и техники и определяют специфику развития теоретических представлений систем информационного обеспечения ФЗ объектов. Как область науки, вопросы их создания и использования находятся на начальной стадии развития, для которой характерна крайняя сосредоточенность и изолированность научных школ и усилий разработчиков по различным министерствам и ведомствам. Исследования в данной области проводятся применительно к решению задач ФЗ отдельных уникальных объектов, причем эти исследования осуществляются без достаточного учета мероприятий, проводимых в государственном масштабе по защите

стратегических объектов от действий нарушителей. Кроме этого, имеющиеся данные по результатам проводимых исследований, по соображениям обеспечения секретности сведений о тактико-технических характеристиках и принципах построения систем и их элементов, носят фрагментарный характер и распределены по большому числу источников, что затрудняет анализ и координацию исследований в масштабе страны. Это приводит к тому, что для построения систем одного и того же назначения используются различные, а иногда и противоположные по смыслу концепции, которые не учитывают ни особенностей объектов, ни взаимодействия систем защиты с другими системами аналогичного назначения, ни ряда других факторов, существенно влияющих на эффективность функционирования систем информационного обеспечения ФЗ. В результате этого теоретические и практические аспекты исследований в данной предметной области развиваются в определенной мере независимо. В сущности, речь идет о хорошо известном разрыве между теорией и практикой. Большинство достигнутых здесь результатов получены на эмпирической и эвристической основах.

Как отрасль техники, системы ФЗ объектов вообще и системы их информационного обеспечения, в частности, развиваются на базе значительных достижений электронной и вычислительной техники, автоматики, телемеханики и радиотехники, что неизмеримо увеличивает количество возможных принципов построения элементов и вариантов исполнения систем. Однако реализовать эти достижения из смежных областей науки и техники при разработке данных систем не всегда удается из-за отсутствия общего подхода к их проектированию. Это, в свою очередь, вызывает отсутствие четкой формулировки задач, решаемых системами ФЗ, и обоснованных требований к техническим средствам их информационного обеспечения.

Разобщенность разработчиков систем защиты по различным ведомствам и министерствам приводит к тому, что технические средства информационного обеспечения разрабатываются от случая к случаю для защиты отдельных типов или вообще уникальных объектов. Это приводит к необоснованному увеличению номенклатуры технических средств ограниченного применения, потребность в которых невелика. Промышленные и проектные организации, используя при разработке систем информационного обеспечения существующие технические средства, вынуждены приспособлять их для функционирования в условиях, отличных от расчетных, что не позволяет обеспечить требуемый уровень защиты.

Все вышесказанное подтверждает необходимость проведения специальных исследований, направленных на создание единой теоретической и экспериментальной базы для успешного решения вопросов информационного обеспечения ФЗ объектов.

Особое значение в решении сформулированной проблемы придается системному анализу. Это обусловлено тем, что он позволяет выявлять те факторы и взаимосвязи, которые впоследствии могут оказаться весьма существенными, и освещает слабые места гипотез и допущений. Современное состояние теории построения систем информационного обеспечения ФЗ объектов как науки, с ее разрозненностью научных усилий, настоятельно требует введения некой объединяющей концепции, позволяющей устранять очевидную несовместимость многих существующих в данной области теорий. Системный анализ может служить фильтром существующих идей и базой их объединения в одно целое.

Первым этапом системного анализа является постановка задачи исследований в контексте системы более высокой иерархии. Поэтому, прежде всего, необходимо определить общие понятия, характеризующие проблему информационного обеспечения в организации ФЗ объектов в целом. При формулировке общих понятий учитываются требования диалектического подхода к исследуемой проблеме: рассматривать свойства предмета изучения в конкретной обстановке, во всеобщей связи, взаимозависимости и обусловленности. Главная цель такого рассмотрения – выделить внутренние связи, являющиеся главным источником для развития объекта исследований, и внешние связи, связывающие изучаемый объект с окружающей средой.

Как объект исследований система ФЗ объектов представляет собой объединенную организационно и структурно совокупность сил и комплексов технических средств, предназначенных для выполнения заданных функций, которые обладают следующими особенностями:

- многочисленностью и разнотипностью входящих в состав системы элементов;
- сложным характером связей между элементами;
- неопределенностью цели;
- неопределенностью условий применения;
- неопределенностью действий нарушителей.

Такая совокупность избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимодействия компонентов на получение фиксированного полезного результата, требует для управления принятия решений в условиях, когда выбор альтернативных вариантов связан с анализом сложной и разноплановой информации. Поэтому для описания и изучения систем ФЗ объектов с общих позиций необходимо использовать теоретико-множественный подход исследования сложных систем, основанный на совокупности формализованных и эвристических методов.

Чтобы определенная система являлась именно системой, необходим системообразующий фактор, который бы упорядочивал «беспорядочное множество» подсистем и делал это последнее функционирующей системой. Для систем ФЗ таким фактором является создание для объекта внешней безопасности, этому требованию подчинено функционирование всех ее подсистем.

В качестве результата функционирования системы, являющегося системообразующим фактором [1], сформулируем следующее определение: результатом функционирования системы ФЗ объектов является предотвращение нанесения им какого-либо ущерба со стороны внешних, по отношению к системе, нарушителей, проникших в контролируемое ею пространство, при любых внешних условиях.

Рассмотрим сложную систему, элементами которой являются объект, система его ФЗ, нарушитель и внешняя среда. Конкретным механизмом взаимодействия компонентов является освобождение их от избыточных степеней свободы, ненужных для получения данного конкретного результата, и наоборот, сохранение всех степеней свободы, которые способствуют получению результата. В соответствии с определением на рисунке 1 указаны также связи необходимые для получения заданного конечного результата.

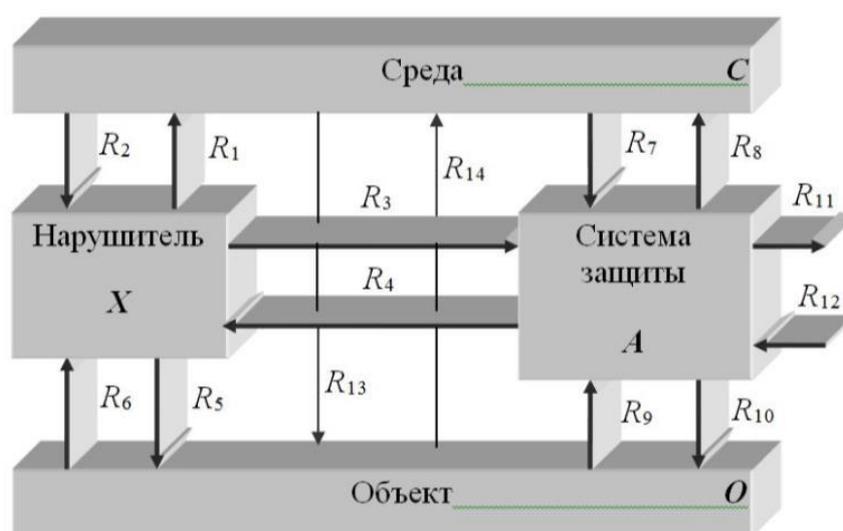


Рисунок 1 – Схема взаимодействия элементов системы физической защиты с внешней средой, объектом и нарушителем

Результат имеет центральное организующее влияние на все этапы формирования функциональной системы. Под ним понимаются значения интересующих нас параметров объекта управления. Наиболее важным результатом для системы ФЗ является заданный уровень обеспечения внешней безопасности, который зависит от оснащенности нарушителя и степени защищенности самого объекта, определяемой его конструктивным исполнением. Вполне очевидно, что задача системы ФЗ – не допустить нарушителя к объекту на расстояния, с которых возможно нанесение ему ущерба. Поэтому объектом управления для системы является нарушитель, а результатом – обеспечение внешней безопасности.

Однако для того, чтобы управлять объектом, необходимо иметь адекватные связи и соотношения органов управления с объектом управления. Объект управления не может быть вне системы и без него она не может функционировать, а конкретные значения измеренного результата функционирования, как правило, определяют все дальнейшее поведение системы.

Приведем анализ свойств указанных элементов и отношений между ними, оказывающих влияние на достижение результата функционирования системы ФЗ. Выделим семейство множеств C, X, O, A, Y , каждое из которых характеризует свойства одного из элементов рассматриваемой системы.

$C = \{c_i\}, i = \overline{1, n}$ – определяет внешнюю среду;

$X = \{x_j\}, j = \overline{1, m}$ – определяет нарушителя;

$O = \{o_k\}, k = \overline{1, p}$ – определяет объект;

$A = \{a_e\}, e = \overline{1, r}$ – определяет систему защиты;

$Y = \{y_l\}, l = \overline{1, p}$ – определяет вышестоящие звенья управления.

В соответствии с [2] образуем прямое произведение Z семейства множеств C, X, O, A, Y :

$$Z = O \times X \times C \times A \times Y. \quad (1)$$

Для описания сложной системы, представленной на рисунке 1, необходимо задать множество отношений $R: R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ между элементами системы. Приведем краткий качественный анализ всех возможных отношений между элементами системы для выявления тех, которые имеют существенное влияние на достижение результата функционирования системы.

1. XR_1C – характеризует изменение свойств внешней среды при появлении в данной точке пространства нарушителя. Существенно влияет на эффективность его обнаружения.

2. CR_2X – характеризует воздействие внешней среды на нарушителя. Незначительно влияет на его тактику действий.

3. XR_3A – характеризует воздействие нарушителя на элементы системы ФЗ. Существенно влияет на надежность и другие свойства функционирования системы.

4. AR_4X – характеризует воздействие элементов системы ФЗ на нарушителя. Существенно влияет на результат функционирования системы.

5. XR_5O – характеризует воздействие нарушителя на объект. Существенно влияет на результат функционирования системы.

6. OR_6X – характеризует воздействие объекта на нарушителя. Неопределенная степень влияния на достижения результата функционирования системы.

7. CR_7A – характеризует воздействия среды на элементы системы ФЗ. Существенно влияет на результат ее функционирования.

8. AR_8C – характеризует воздействие системы ФЗ на среду. Неопределенная степень влияния на результат ее функционирования.

9. OR_9A – характеризует воздействие объекта на систему ФЗ. Неопределенная степень влияния на результат ее функционирования.

10. $AR_{10}O$ – характеризует воздействие системы ФЗ на объект. Незначительно влияет на результат функционирования системы.

11. $AR_{11}Y$ – характеризует воздействие системы ФЗ на вышестоящие звенья управления. Незначительно влияет на результат ее функционирования.

12. $YR_{12}A$ – характеризует воздействие вышестоящих звеньев управления на систему

ФЗ. Неопределенная степень влияния на результат функционирования системы.

Взаимодействие нарушителя и системы физической защиты ФЗ объектов заключается в непосредственном взаимодействии нарушителя, прежде всего, с элементами комплексов технических средств [2]. Их основу составляют подсистемы обнаружения, состоящие из технических средств обнаружения (ТСО) и наблюдения (ТСН), и подсистемы воздействия, включающие в свой состав технические средства воздействия (ТСВ). Их объединение в комплекс осуществляется посредством аппаратуры управления и контроля (АУК), которая предназначена также для представления информации в виде, приемлемом для принятия решений личным составом на организацию противодействия нарушителям. Структурная схема системы физической защиты представлена на рисунке 2.

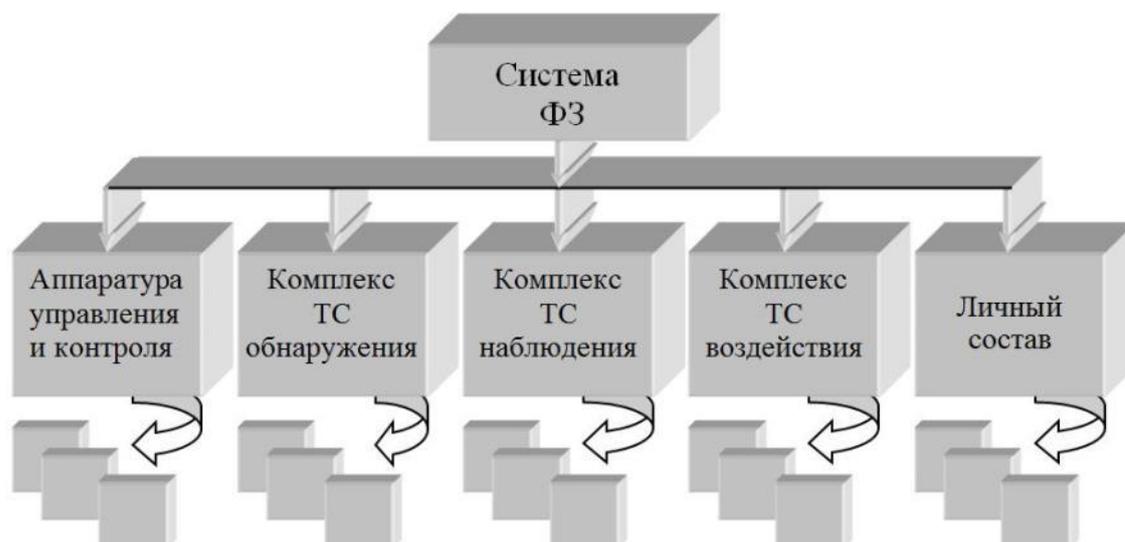


Рисунок 2 – Структурная схема системы физической защиты объектов

Из свойства бесконечности [3] следует иерархичность описания системы, которая означает, что каждый компонент этой системы рассматривается как отдельная система с элементами наименьшего звена. Выбор этих элементов определяется степенью обобщения в описании системы. Каждый элемент наименьшего звена обладает своими техническими и тактическими характеристиками, а значит и своими возможностями по выполнению поставленных перед ними задач. При этом они находятся в тесном взаимодействии, дополняя и обуславливая друг друга. Конкретный состав системы и характеристики ее элементов во многом зависят от объекта, для защиты которого она предназначена.

Библиографический список

1. Бусленко, Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 402 с.
2. Здоровцов, А.Г. К вопросу оптимального синтеза систем физической защиты / А. М. Пушкарев, А.Г. Здоровцов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 11. – С. 62-66. – EDN VJSBVE
3. Бусленко, Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. – М.: Советское радио, 1973. – 440 с.

УДК 531.8

КИНЕМАТИКА ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКА

Горшков А.Д., доцент кафедры общинженерных дисциплин (кандидат технических наук).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье автор предлагает методику расчета кинематических параметров шарнирного четырехзвенника с использованием графоаналитического метода и программы, написанной в математической среде MATHCAD. В качестве примера рассмотрено определение кинематических параметров центра масс шатуна шарнирного четырехзвенника. Результаты расчетов приведены в графическом и табличном вариантах.

Ключевые слова: шарнирный четырехзвенник; кинематический анализ; кинематическая схема; звено; кинематическая пара; скорость; ускорение; центр масс.

KINEMATICS OF A FOUR-LINK HINGED

Gorshkov A.D., Associate Professor of chair of engineering disciplines (Ph.D.in engineering)

Perm Military Institute of National Guard's Forces, Perm.

In the article, the author proposes a method for calculating the kinematic parameters of an articulated four-bar linkage using a graphical-analytical method and a program written in the MATHCAD mathematical environment. As an example, the determination of the kinematic parameters of the center of mass of a connecting rod of a four-link connecting rod is considered. The results of the calculations are given in graphical and tabular versions.

Keywords: articulated four-link; kinematic analysis; kinematic scheme; link; kinematic pair; speed; acceleration; center of mass.

Одной из задач при проектировании механизмов является снижение динамических нагрузок, вызванных ускоренным движением их звеньев. Снижение динамических нагрузок позволяет снизить напряжения в звеньях механизмов и величину реакций в кинематических парах, снизить затраты энергии на привод машины и повысить ее КПД. Способ статического уравновешивания рычажного механизма приводит к неконструктивным размерам и конфигурации звеньев, увеличению габаритов и металлоемкости механизма.

Рассматриваемый способ снижения величины реакций и, как следствие, уменьшения сил трения в кинематических парах, заключается в определении оптимального положения центра масс на шатуне шарнирного четырехзвенника. При этом также возможно определить оптимальное положение центра масс на кривошипе и коромысле.

Целью данной статьи является изложение методики вычисления линейного ускорения центра масс в зависимости от угла поворота кривошипа и положения центра масс на шатуне, что в дальнейшем позволит определить инерционные характеристики шатуна. Векторные

уравнения решены аналитическим и графоаналитическим способом [1-3].

1. Вычисление углов четырехзвенника.

Для определенности зададим исходные данные для рассматриваемого механизма:

$$l_{AB}=4.5 \text{ м}, l_{BC}=6 \text{ м}, l_{CD}=7 \text{ м}, l_{AD}=7.5 \text{ м}, \omega_1=10 \text{ 1/с},$$

при этом выберем величину масштабного коэффициента плана положения:

$$\mu_l = \frac{l_{AB}}{AB} = \frac{4,5}{45} = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{мм}} \quad (\text{рисунок 1}).$$

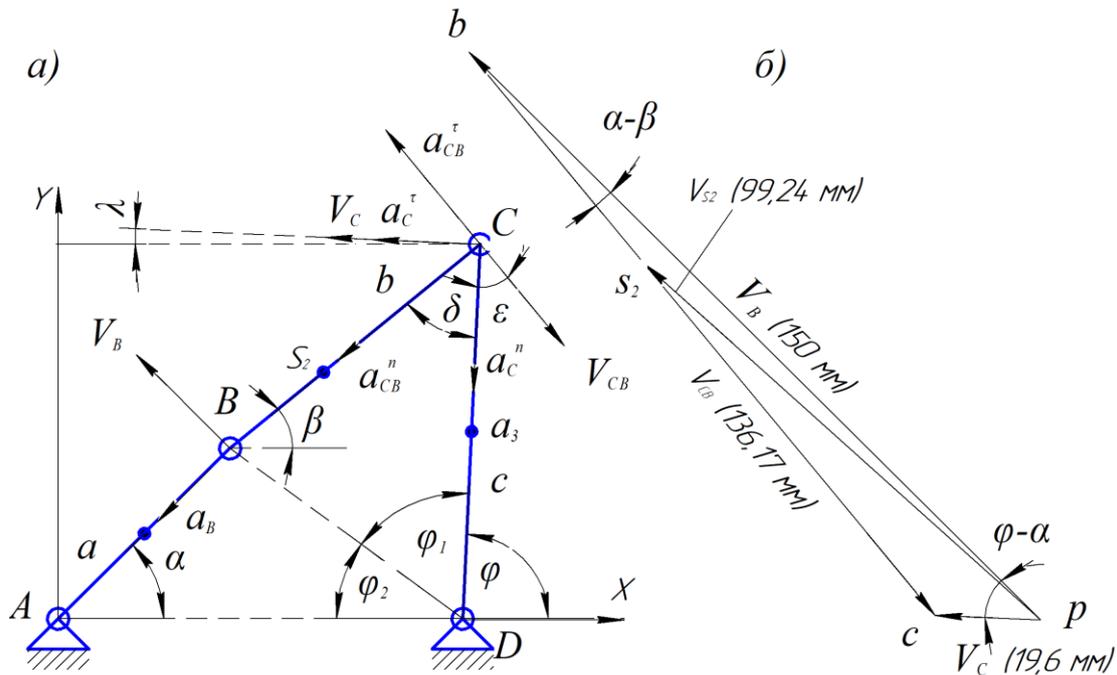


Рисунок 1 – а) кинематическая схема механизма; б) план скоростей

Из треугольника ABD

- по теореме косинусов

$$e = \sqrt{a^2 + d^2 - 2ad\cos\alpha},$$

- по теореме синусов

$$\frac{a}{\sin \varphi_2} = \frac{e}{\sin \alpha} \Rightarrow \sin \varphi_2 = \frac{a}{e} \sin \alpha.$$

Из треугольника BCD

- площадь треугольника

$$S = \sqrt{p(p-b)(p-c)(p-e)},$$

где p – полупериметр, тогда

$$\sin \delta = \frac{2S}{bc},$$

- по теореме синусов

$$\frac{b}{\sin \varphi_1} = \frac{e}{\sin \delta} \Rightarrow \sin \varphi_1 = \frac{b}{e} \sin \delta.$$

Из рисунка 1 получим:

$$\varphi = \pi - \varphi_1 - \varphi_2$$

$$\beta = \varphi - \delta$$

Вычисленные значения сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Значения длин и углов четырехзвенника.

	α (град)	e (мм)	δ (град)	φ_1 (град)	φ_2 (град)	β (град)
1	35	46,051	40,585	57,956	34,089	47,37
2	45	53,638	47,979	56,207	36,378	39,431
3	55	61,468	55,799	53,834	36,848	33,519
4	65	69,263	63,845	51,038	36,074	29,042
5	75	76,831	71,991	47,96	34,454	25,595
6	85	84,034	80,141	44,705	32,24	22,915

2. Вычисление скоростей четырехзвенника.

Скорость кинематической пары B равна $V_b = AB \cdot \omega_1$. План скоростей представлен на рисунке 1, б. Выберем на шатуне BC пять точек с координатами 10 мм, 20 мм, ..., 50 мм, которые условно будем считать центрами масс шатуна, и вычислим скорости в этих точках и их направления.

По принципу подобия вычислим координаты центров масс на плане скоростей. Результаты вычислений сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Координаты центров масс bs_2 на плане скоростей.

α (град)	BS_2 (мм)				
	10	20	30	40	50
35	30.671	61.343	92.041	122.685	153.356
45	22.696	45.392	68.087	90.783	113.479
55	17.042	34.084	51.125	68.167	85.209
65	13.027	26.055	39.082	52.11	65.137
75	10.096	20.193	30.289	40.386	50.482
85	7.865	15.729	23.594	31.459	39.324

Скорость кинематической пары C определим по теореме синусов

$$V_C = \frac{\sin(\alpha - \beta)V_B}{\sin \delta}$$

Относительную скорость V_{cb} определим по теореме косинусов

$$V_{cb} = \sqrt{V_B^2 + V_C^2 - 2 \cdot V_B \cdot V_C \cdot \cos(\alpha - \beta)}$$

Скорость центров масс V_{S2} определим по теореме косинусов

$$ps_2 = \sqrt{(bs_2)^2 + (pb)^2 - 2 \cdot bs_2 \cdot pb \cdot \cos(\alpha - \beta)}$$

$$V_{S2} = ps_2 \cdot \mu V$$

Угол ψ между осью X и вектором V_{S2} определим из соотношений

$$S = \sqrt{p(p - cs_2)(p - pc)(p - ps_2)},$$

$$p = (cs_2 + ps_2 + pc) / 2,$$

$$\sin \psi_1 = 2S / ((ps_2) \cdot pc),$$

$$\psi = \pi / 2 - \varphi - \psi_1.$$

Вычисленные значения скоростей сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Скорости кинематических пар четырехзвенника

α (град)	V_C (м/с)	V_{CB} (м/с)
35	-2.964	11.042
45	1.176	8.17
55	3.985	6.135
65	5.888	4.69
75	7.186	3.635
85	8.072	2.831

Таблица 4 – Скорости центров масс (м/с)

α (град)	BS_2 (мм)				
	10	20	30	40	50
35	7.213	5.462	3.796	2.4	1.971
45	7.646	6.295	4.95	3.618	2.32
55	8.057	7.136	6.247	5.406	4.637
65	8.38	7.789	7.243	6.725	6.271
75	8.618	8.263	7.938	7.648	7.396
85	8.789	8.599	8.431	8.286	8.166

Таблица 5 – Угол наклона скоростей центров масс (град)

α (град)	BS_2 (мм)				
	10	20	30	40	50
35	-56.088	-61.255	-71.107	-85.978	-37.4
45	41.419	40.003	37.816	34.007	25.858
55	31.655	28.295	23.96	18.233	10.508
65	24.748	21.119	16.915	12.044	6.423
75	19.526	16.194	12.575	8.665	4.468
85	15.336	12.49	9.523	6.443	3.264

3. Вычисление ускорений четырехзвенника.

Кинематическая схема и план ускорений приведены на рисунке 2 ($\mu_a=0,18$ м/(мм·с²)).

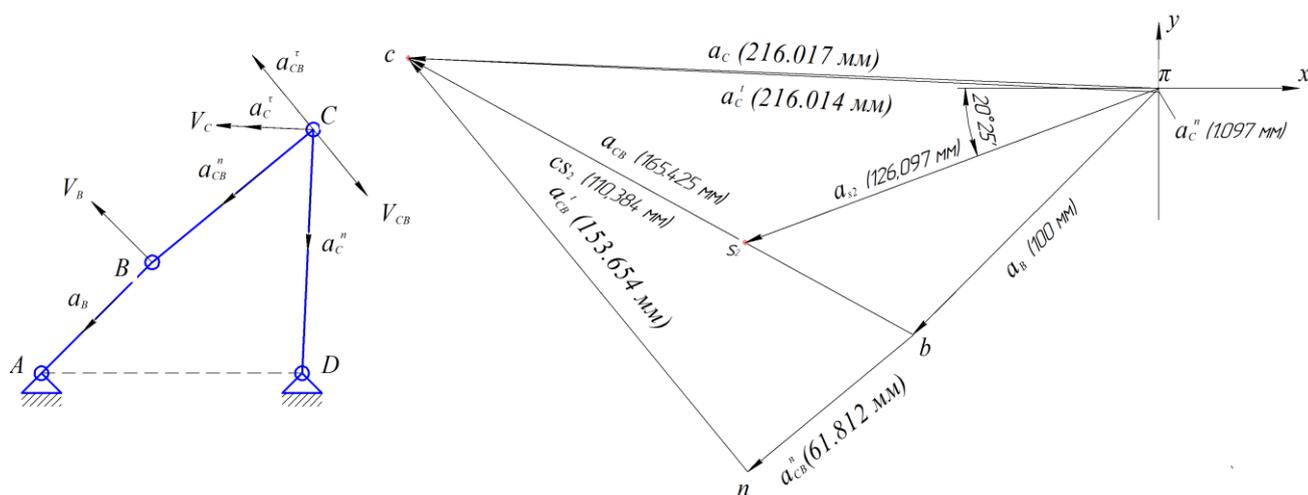


Рисунок 2 – а) кинематическая схема; б) план ускорений

Вычислим нормальные составляющие ускорений по формулам:

$$a_B = \frac{V_B^2}{AB},$$

$$a_C^n = \frac{V_C^2}{CD},$$

$$a_{CB}^n = \frac{(V_{CB})^2}{CB}.$$

Неизвестные a_C , γ , a_C^τ , a_{CB}^τ определим из решения системы уравнений:

$$a_C \cos \gamma = a_B \cos \alpha + a_{CB}^n \cos \theta + a_{CB}^\tau \cos \varepsilon$$

$$-a_C \sin \gamma = -a_B \sin \alpha - a_{CB}^n \cos \theta + a_{CB}^\tau \sin \varepsilon$$

$$a_C \cos \gamma = -a_C^n \sin \lambda + a_C^\tau \cos \lambda$$

$$a_C \sin \gamma = -a_C^n \cos \lambda + a_C^\tau \sin \lambda$$

Решение системы запишем в виде:

$$a_{CB}^\tau = \frac{a_C^n \cos(2\lambda) - a_B \sin(\lambda - \alpha) + a_{CB}^n \sin(\theta - \lambda)}{\cos(\varepsilon - \lambda)},$$

$$a_C^\tau = \frac{a_B \cos \alpha + a_{CB}^n \cos \theta + a_{CB}^\tau \cos \varepsilon - a_C^n \sin \lambda}{\cos \lambda},$$

$$\gamma = \arctg \frac{a_C^n}{a_C^\tau},$$

$$a_C = \sqrt{(a_C^n)^2 + (a_C^\tau)^2}.$$

Вычисленные значения сведем в таблицу 6.

Таблица 6 – Длины векторов ускорений кинематических пар (мм)

α (град)	a_C^n	a_{CB}^n	a_{CB}^τ	a_C^τ	a_C
35	6.97	112.887	213.663	315.522	315.559
45	1.097	61.812	153.606	216.187	216.19
55	12.602	34.851	108.31	146.084	146.626
65	27.51	20.366	77.822	99.358	103.096
75	40.983	12.233	57.97	67.963	79.363
85	51.712	7.422	45.303	46.064	69.254

Ускорения центров масс и углы наклона векторов получены аналогичным способом, как и векторы, и углы скоростей центров масс. Результаты расчетов этих ускорений сведем в таблицу 7.

Таблица 7 – Длины векторов ускорений центров масс (мм)

α (град)	BS_2 (мм)				
	10	20	30	40	50
35	129.705	163.984	200.506	238.24	276.692
45	110.974	127.097	146.68	168.522	191.852
55	100.591	104.672	111.863	121.612	133.359
65	95.948	93.657	93.256	94.769	98.108
75	94.316	89.365	85.274	82.173	80.174
85	94.021	88.301	82.892	77.861	73.285

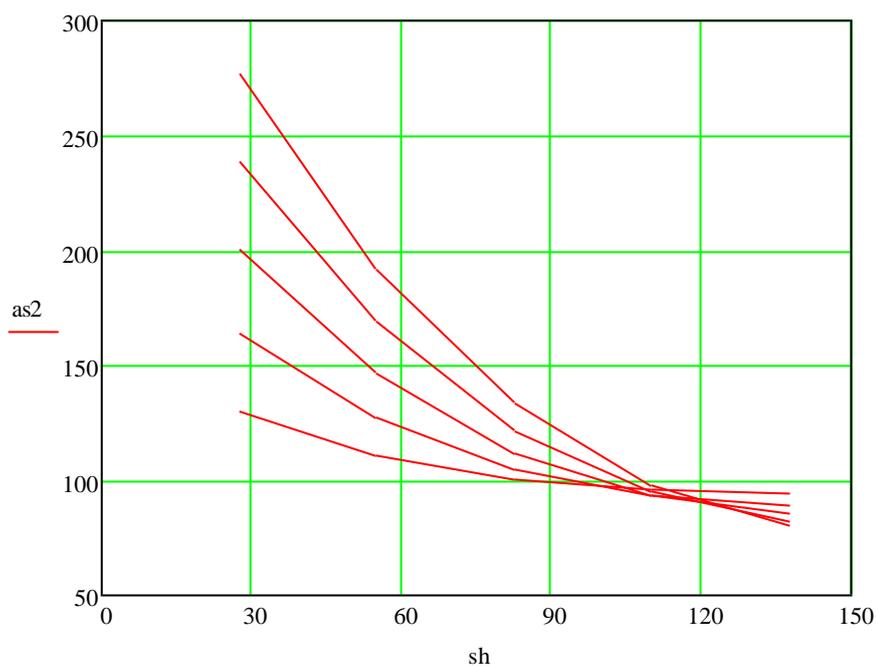


Рисунок 3 – График ускорений центра масс

Библиографический список

1. Горшков, А.Д. Анализ скоростей звеньев пространственного четырехзвенного механизма. Сборник научных трудов: Военное образование: вчера, сегодня, завтра. - Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2016.
2. Горшков, А.Д. Кинематический анализ пространственного рычажного механизма аналитическим методом. Europeanresearch № 4 (15) / Сб. ст. по мат.: XV межд. науч.-практ. конф. (UnitedKingdom, London, 28-29 April 2016). - С. 38-45.
3. Горшков, А.Д. Кинематическое исследование кривошипно-шатунного механизма Europeanresearch № 4 (15) / Сб. ст. по мат.: XV межд. науч.-практ. конф. (United Kingdom, London, 28-29 April 2016). –С. 45-50.

УДК 355.51

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЛУЖЕБНЫХ СОБАК В СОЧЕТАНИИ С ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Дорофеев В.С., начальник кафедры кинологии факультета (кинологического) (кандидат педагогических наук, доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: v.s.dorofeev@yandex.ru

Голдырев А.А., начальник кафедры кинологии (кандидат сельскохозяйственных наук).

Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Пермь.

Электронный адрес: goldyrev@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы применения специалистами-кинологами служебных собак в сочетании с телекоммуникационным оборудованием размещенного на служебной собаке при выполнении служебно-боевых задач. Показано, что применение служебных собак в сочетании с телекоммуникационным оборудованием обеспечит скрытность при управлении служебной собакой, оперативность получения информации и своевременного принятия решения, повышение темпа ведения операций с сохранением жизни и здоровья военнослужащим.

Ключевые слова: подготовка специалистов кинологической службы; дрессировка служебных собак; кинологическая деятельность; специалист кинологической службы; телекоммуникационное оборудование.

ISSUES OF USING SERVICE DOGS IN COMBINATION WITH TELECOMMUNICATION EQUIPMENT

Dorofeev V.S. Head of the Department of Cynology of the Faculty (Cynological) (Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor)

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm.

E-mail: v.s.dorofeev@yandex.ru

Goldyrev A.A. Head of the Department of Cynology at the Perm Institut of Federal Penitentiary Service of the Russian Federation

Perm Institut of Federal Penitentiary Service of the Russian Federation, Perm.

E-mail: goldyrev@yandex.ru

The article discusses the use of service dog specialists in combination with telecommunication equipment placed on a service dog when performing service and combat tasks. It is shown that the use of service dogs in combination with telecommunication equipment will ensure secrecy in managing a service dog, the

efficiency of obtaining information and timely decision -making, increasing the pace of introduction of operations while maintaining life and health for military personnel.

Key words: training of specialists of the cynological service; training of service dogs; cynological activity; specialist of the cynological service; telecommunication equipment.

Организация применения кинологических подразделений является одной из основных задач кинологической службы войск национальной гвардии Российской Федерации. Сегодня специалисты-кинологи со служебными собаками в войсках национальной гвардии Российской Федерации занимают особое место, несмотря на интенсивное развитие инновационных технологий. Профессиональный кинолог и подготовленная служебная собака являются одним из эффективных и востребованных расчетов в системе сил и средств войск.

С началом специальной операции на Украине деятельность войск национальной гвардии Российской Федерации зачастую связана с проведением мероприятий по поиску и задержанию вооруженных преступников, членов объединений праворадикальных организаций.

В таких ситуациях особенно актуальным становится применение специалистами-кинологами служебных собак в сочетании с телекоммуникационным оборудованием и требует активного внедрения в служебно-боевую деятельность войск национальной гвардии Российской Федерации.

Данное применение служебных собак в сочетании с телекоммуникационным оборудованием позволило бы:

- обеспечить скрытность при управлении служебной собакой специалистом-кинологом в любых условиях обстановки в любой момент времени;
- повысить оперативность получения информации о противнике и его действиях;
- своевременно и синхронно принятия решения;
- повысить боевую готовность и живучесть подразделения;
- повысить темп ведения операций с высокой вероятностью поражения противника;
- обеспечить безопасность специалиста-кинолога.

Как показывает практика и опыт боевых действий кинологических подразделений войск национальной гвардии Российской Федерации, необходимость применения служебной собаки в сочетании с телекоммуникационным оборудованием (портативные видеокамеры, радиостанции) в ходе выполнения служебно-боевых задач позволит специалисту-кинологу дистанционно осматривать участки местности и объекты (подвалы), находящиеся на пути следования поисковых групп.

Все это ведет пересмотру многих теоретических и практических взглядов на методы дрессировки и тактику применения служебных собак.

Подготовленная к такой работе служебная собака в случае необходимости должна высылается вперед на расстояние, определенное специалистом-кинологом. При помощи портативной видеокамеры размещенной на холке собаки или голове осуществляется передача видеосигнала в онлайн режиме на принимающее устройство, которое находится у специалиста-кинолога, командира группы или специалиста автоматизированных систем управления.

На основе проведенного обзора литературы и изучения отечественной и зарубежной практики использования телекоммуникационных систем в служебном собаководстве позволяет сделать вывод, что в современной кинологии накоплен значительный багаж инновационных разработок и предложений, опираясь на который можно успешно решить вопросы использования телекоммуникационного оборудования для кинологического обеспечения служебно-боевой деятельности войск национальной гвардии Российской Федерации.

Таким образом, многовариантность целей и задач, решаемых кинологическими подразделениями войск национальной гвардии Российской Федерации, требуют активного использования телекоммуникационных систем для выполнения служебно-боевых задач.

Опытно-экспериментальная работа, проводимая 2021 году на кафедре кинологии Пермского военного института, еще убедительно свидетельствует о целесообразности и состоятельности применения служебных собак в сочетании с телекоммуникационным оборудованием.

В своих исследованиях научно-педагогический состав в целях обеспечения оптимизации использовал гражданские телекоммуникационное оборудование (видеокамера, усилитель Wi-Fi, внешний аккумулятор, направляющая антенна, радиостанции), которые приспособили по своему назначению. Используемая беспроводная мини камера имела встроенный модуль Wi-Fi, что позволяло подключаться к ней напрямую и способность транслировать онлайн-видео на персональный компьютер, планшет, а также записывать его в случае необходимости (рисунок 1).

Преимущественно данной видеокамеры состоит в том, что она способна работать около полутора часов автономно от сменной батарейки стандарта CR 2. Явным преимуществом данной видеокамеры является ее миниатюрный размер (30 мм в диаметре и 35 мм в длину) и незначительную массу - всего около 100 г вместе с батареей.

По мнению коллектива кафедры кинологии, такое использование телекоммуникационных систем двойного назначения позволит сократить расходы на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и их сроки, уменьшить общую стоимость систем связи и автоматизированных телекоммуникационных систем, обеспечить их современный научно-технический уровень [10].



Рисунок 1 — Телекоммуникационное оборудование

Конечно ориентация лишь на технологии двойного назначения на серийные закупки, полный отказ от проведения научно-исследовательских работ в интересах совершенствования телекоммуникационных технологий для войск национальной гвардии Российской Федерации недостаточно рационально. Но эта работа должна быть направлена на достижение конкретной цели в возможно короткие сроки. Для этого необязательно разрабатывать системы «с нуля», а проектировать их из готовых компонентов, реализовывать специфические «военные» требования, обеспечивать техническую и информационную совместимость изделий.

Особое внимание научно-педагогическим составом кафедры кинологии уделено размещению и фиксации телекоммуникационных систем (видеокамеры, радиостанции) на служебной собаке. В целях обеспечения эффективного использования технических средств, установка видеокамеры на собаке производилось с учетом выполняемых специалистом-кинологом служебно-боевых задач и включало два варианта.

Первый вариант, видеокамера размещалась на голове собаки в специальном защитном корпусе, при проведении поисковых и разведывательно-поисковых мероприятий в лесистой или в горно-лесистой местности, данное размещение обеспечивало большую сохранность и работоспособность камеры при работе собаки в таких условиях (рисунок 2).

Второй вариант, видеокамера размещалась на специальной телескопической подставке, установленной на холке собаки, при проведении поисковых и разведывательно-поисковых мероприятий на открытой местности, при досмотре и проверке зданий, комнат, подвальных помещений (рисунок 3).



Рисунок 2 — Размещение видеокамеры на голове собаки

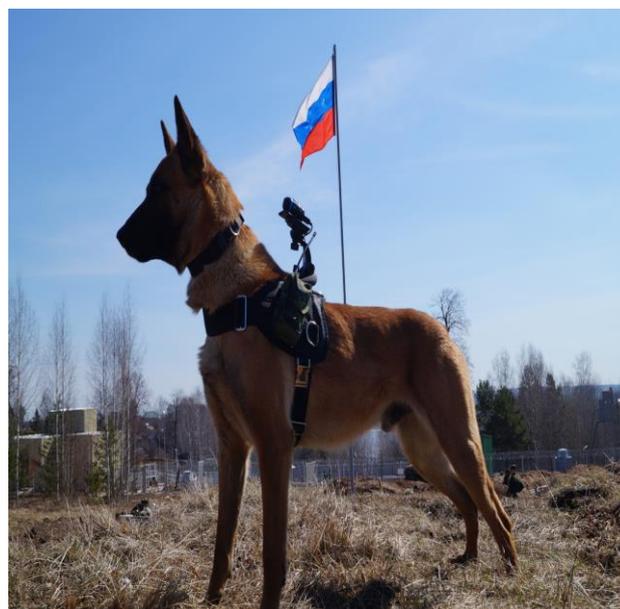


Рисунок 3 — Размещение видеокамеры на спине собаки

Этот вариант размещения видеокамеры на собаке явился оптимальным, обеспечивает большой обзор, работоспособность и сохранность камеры при использовании в таких условиях.

Обеспечение стабильности, четкости и приема онлайн-видео на принимающее устройство коллектив кафедры кинологии предложил использовать усилитель Wi-Fi с направляющей антенной, который мог работать автономно от универсального портативного зарядного устройства. Данное приспособление размещалось у специалиста-кинолога в разгрузке или вещевом мешке, обеспечив четкий прием онлайн-видео на удалении от собаки более 100 метров (рисунок 4).



Рисунок 4 — Принимающее устройство

Для решения четвертой задачи, учитывая практику войск, современные инновации в дрессировке собак коллективом кафедры кинологии были разработаны рекомендации по подготовке и применению служебных собак с использованием телекоммуникационного оборудования (видеокамер, радиостанций), позволяющие специалисту-кинологу за короткие сроки (30 дней) подготовить служебную собаку и сформировать у неё необходимые устойчивые навыки.

Для патрульно-розыскных собак рекомендации: по подготовке и применения служебных собак при обыске местности и помещений с использованием телекоммуникационного оборудования [10].

Для минно-розыскных собак рекомендации: по подготовке и применения собак при поиске взрывчатых веществ в транспорте, на дороге, в помещении.

Данные рекомендации были все экспериментально апробированы и позволяют специалисту-кинологу по полученному онлайн-видео управлять служебной собакой по радиостанции находясь на удалении от нее более 100 метров.

Таким образом, проводимая работа в кинологических подразделениях, в частности в Пермском военном институте еще раз подтверждает, что практическое использование телекоммуникационного оборудования для в служебно-боевой деятельности войск национальной гвардии Российской Федерации предлагает новый вид подготовки и тактики применения служебных собак специалистами-кинологами, результатом которой является обеспечение скрытности при управлении служебной собакой, оперативности получения информации и своевременного принятия решения, повышение темпа ведения операций с сохранением жизни и здоровья военнослужащим, что будет способствовать более эффективному выполнению служебно-боевых задач войсками национальной гвардии Российской Федерации.

Библиографический список

1. Наставление по дрессировке и применению военных собак / под ред. Г.П. Медведева, А.М. Старцева. - М.: Военное изд-во Министерства обороны СССР, 1981. - 384 с.
2. Гриценко, В.В. Современная дрессировка. Навыки послушания. - М.: Компания Дельта М, 2002. - 288 с.
3. Служебная собака: учебное пособие / под ред. В.Н. Зубко. М.: Изд-во ДОСААФ, 1972. - 351 с.
4. Арасланов, Ф.С., Алексеев, А.А., Шигорин, В.И. Дрессировка служебных собак. - Алма-Ата: Кайнар, 1987. - 304 с.
5. Все о собаке. Сборник / под ред. В.Н. Зубко. - М.: Эра, 1992. - 528 с.
6. Служебное собаководство / под ред. В.Н. Зубко. - Хабаровск, 1993. - 429 с.
7. Учебник по подготовке младших специалистов-кинологов в органах и войсках Пограничной службы ФСБ России. - Вязьма: Пограничный кинологический учебный центр, 2004. - 435 с.
8. Сикерин, В.Г. и др. Кинологическое обеспечение деятельности органов и войск МВД РФ. - Пермь: Стиль-МГ, 1999. - 232 с.
9. Подготовка собак для работы по запаховому следу человека в условиях города: учебное пособие. - Ростов-на-Дону: Ростовская школа служебно-розыскного собаководства МВД РФ, 1991. - 15 с.
10. Ходак, В.Н. Методика подготовки фигуранта в кинологических подразделениях войск национальной гвардии Российской Федерации: учебное пособие / В.Н. Ходак и др. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2018. - 164 с.

УДК 623.438.1

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА БРОНЕТРАНСПОРТЕРА БТР-3

Дюнов В.А., начальник кафедры конструкций автобронетанковой техники факультета (технического обеспечения), кандидат технических наук, доцент.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Ладанов В.И., доцент кафедры конструкций автобронетанковой техники факультета (технического обеспечения), доцент.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье описывается история создания семейства бронетранспортеров БТР-3 Вооруженных Сил Украины и отличия основных модификаций. Изложенные краткие сведения будут полезны в качестве справочного материала для специалистов служб технического обеспечения, соответствующих командиров и начальников при выполнении служебно-боевых задач, а также при ведении образовательного процесса в войсках и высших образовательных учреждениях профессионального обучения.

Ключевые слова: бронетранспортер; БТР-3; боевой модуль; модернизация; Украина.

FEATURES OF THE BTR-3 ARMORED PERSONNEL CARRIER

Dionov V.A., Deputy Head of the Department of Automotive Armature Engineering at the Faculty of Technical Support, candidate of Technical Sciences, professor assistance.

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

Ladanov V.I., Associate Professor of designs of armored equipment of the Armor Maintenance Department (Associate Professor).

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

The article describes the history of the creation of the family of armored personnel carriers BTR-3 of the Armed Forces of Ukraine and the differences between the main modifications. The brief information presented will be useful as a reference material for technical support specialists, relevant commanders and chiefs in the performance of combat missions, as well as in the conduct of the educational process in the troops and higher educational institutions of vocational training.

Key words: armored personell carrier; BTR-3; combat module; modernisation; Ukraine.

Локальные войны и конфликты в разных уголках мира, и особенно специальная военная операция на территории Украины, активные боевые действия Вооруженных Сил Сирийской Арабской Республики убеждают: наземные операции требуют массированного применения всех видов бронетанкового вооружения и техники [1].

Бронетранспортеры являются высококомобильными бронированными средствами для ведения активных, маневренных и скоротечных боевых действий, имеющих мощное вооружение, бронезащищенность, мобильность и высокоэффективную энергетическую установку [2]. Исходя из этих требований, все ведущие мировые державы оперативно работают с программами модернизации бронетранспортеров и боевых машин пехоты, которые предусматривают повышение не только отдельных показателей (таких, как защищенность), но и всего комплекса характеристик бронемашин. К основным направлениям повышения защищенности легких бронемашин можно отнести комбинированное наращивание толщины брони, установку активных систем защиты, современных средств связи и навигационного оборудования с одновременным увеличением огневой мощи.

Все новинки зарубежного производства боевых машин вызывают широкий интерес и внимание на выявление у них достоинств, недостатков и слабых мест для всех специалистов служб технического обеспечения, соответствующих командиров и начальников в целях успешного и качественного выполнения всего спектра служебно-боевых задач, а также для преподавателей и обучаемых при ведении образовательного процесса высших образовательных учреждениях профессионального обучения. Одним из данных новинок является бронетранспортер БТР-3 и его модификации, производимый в Украине.

В 2000 году в Харьковском конструкторском бюро машиностроения (ХКБМ) была введена новая система обозначений бронетранспортеров, находящихся на вооружении Украины. Машины получили следующие обозначения:

- бронетранспортеры на базе БТР-60 – БТР-1;
- бронетранспортеры на базе БТР-70 – БТР-2;
- бронетранспортеры на базе БТР-80 – БТР-3;
- бронетранспортер разработки ХКБМ и машины на его базе – БТР-4.

Большое распространение в настоящее время имеют бронетранспортеры семейства БТР-3, созданные с сохранением максимальной унификации по узлам и агрегатам с бронетранспортерами БТР-80, оставшимися со времен развала СССР.

Основой для создания БТР-3 стал бронетранспортер БТР-94, разработанный на Харьковском заводе транспортного машиностроения имени В.А. Малышева (ХЗТМ) по заказу Иордании. При создании этой машины учитывались не только требования заказчика, но и возможности предприятий оборонной промышленности Украины, а также требования по унификации с БТР-80.

Пятьдесят бронетранспортеров БТР-94 были собраны на ХЗТМ в 2000 году и переданы Иордании. В 2004 году все машины были проданы Ираку.

В целом сохранив облик БТР-80, машина первых модификаций получила целый ряд существенных отличий [3; 4]:

- установка двигателя УТД-20, обеспечивающая унификацию с боевыми машинами пехоты БМП-1 и БМП-2;

- дополнительная защита обитаемых отделений боевой машины противоосколочным подбоем из композитного материала типа кевлар;

- демонтаж водометного движителя и волноотражательного щитка;

- установка башенного боевого модуля БАУ 23х2, вооруженного двумя 23-мм автоматическими орудиями 2А7М со спаренным с ними 7,62 мм пулеметом ПКТ.

Работы по созданию БТР-3 начались в 2000 году с совместным участием ГП «ХКБМ» и компании ADCOM (Объединенные Арабские Эмираты), осуществлявшей финансирование работ.

Основными требованиями при создании машины стали установка дизельного двигателя Deutz BF6M1015 мощностью 326 л.с. и автоматическая трансмиссия Allison MD 3066. Вследствие этих требований бронетранспортер получил индекс БТР-3ДА, обозначение ДА расшифровывается как Deutz + Allison. Установка нового боевого модуля, двигателя и

трансмиссии заставила увеличить высоту корпуса боевой машины над боевым, десантным и отделением силовой установки.

Первый вариант бронетранспортера оснащался боевым модулем (БМ) КБА-105 «Шквал». Комплекс вооружения модуля включал 30-мм орудие 2А72, спаренного пулемета ПКТ, 30-мм гранатомета АГС-17. Также машина получила комплекса ПТУР «Конкурс».

Машина была показана на международной выставке IDEX, проходившей в Абу-Даби весной 2001 года.

После устранения выявленных в ходе проведенных испытаний замечаний для морской пехоты Объединенных Арабских Эмиратов было поставлено 25 шасси БТР, получивших наименование «Guardian».

В дальнейшем была разработана модификация БТР-3УН, представлявшая собой шасси БТР «Guardian» (изделие БТР-ДА), показано на рисунке 1, на которое устанавливалась башенная пулеметная установка (БПУ) бронетранспортера БТР-70 со спаренной установкой пулеметов НСВТ калибра 12,7, и ПКТ калибра 7,62 мм. Машины производились в интересах государства Нигерии.



Рисунок 1 – Шасси БТР «Guardian», изделие БТР-ДА

С февраля 2002 года велись работы по созданию бронетранспортера с силовой установкой на базе дизельного двигателя УТД-20 с эжекционной системой охлаждения. Машина получила пятиступенчатую механическую коробку передач. В остальном существенных изменений по сравнению с БТР-ДА машина не получила. Данная модификация была выпущена в количестве 130 единиц и получила индекс БТР-3Е («Е» - export).

Следующей модификацией стал бронетранспортер БТР-3Е1, получивший дистанционно-управляемый боевой модуль с вынесенным вооружением и с дублированным управлением с места командира - БМ-3 «Штурм», показано на рисунке 2.



Рисунок 2 – Бронетранспортер БТР-3Е1

Шасси бронетранспортера четырехосная, восьмиколесная, со всеми ведущими колесами, позволяет с ходу преодолевать траншеи, окопы и водные преграды, оборудовано посадочными местами для размещения и работы экипажа боевой машины, включающая командира машины (отделения), механика-водителя, наводчика комплекса вооружения, а также десантного отделения.

Для ведения боевым расчетом прицельного огня из личного оружия корпус машины оборудован специальными амбразурами с шаровыми опорами, а также лючками в крышках верхних люков боевого отделения.

В дальнейшем машина получила модернизированный модуль БМ-3М, который включает 30-мм автоматическую пушку ЗТМ-1 (2А72), пулемет КТ-7,62 (ПКТ), гранатомет АГ-17, а также противотанковый ракетный комплекс 212 («Барьер») с полуавтоматической системой наведения по лазерному лучу и бронепробиваемостью до 800 мм за динамической защитой, показана на рисунке 3.

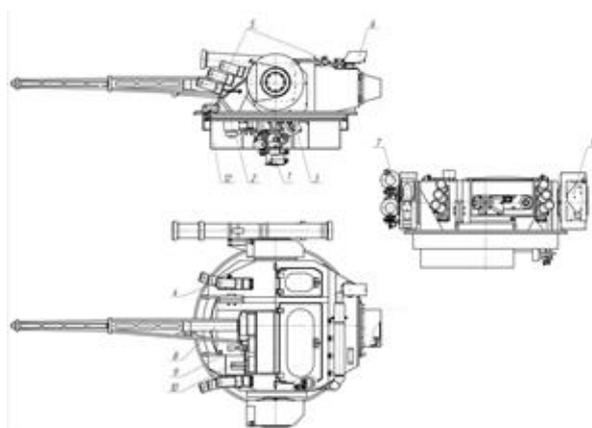


Рисунок 3 – Боевой модуль БМ-3М:

- 1 – вращающееся контактное устройство; 2 – привод горизонтального наведения; 3 – привод вертикального наведения; 4 – пусковая установка системы постановки завесы; 5 – кронштейн; 6 – прибор панорамного обзора командира «Панорама-2П»; 7 – ПТУР; 8 – автоматическая пушка; 9 – автоматический гранатомет АГ-17; 10 – пулемет ПКТ; 11 – оптико-электронный модуль; 12 – магазин пушки

Боевой расчет бронетранспортера был увеличен с 9 до 13 человек. На машине устанавливается дизельный двигатель MTU 6R106TD21 немецкого производства с американской автоматической коробкой передач Allison Transmission 3200SP, показано на рисунке 4. При этом индекс изделия БТР-3Е1 не изменился. Была разработана конструкторская документация на командирскую машину БТР-3К с боевым расчетом из 9 человек (3+6), установка дополнительного энергоагрегата HATZ (Германия) и дополнительных средств связи.

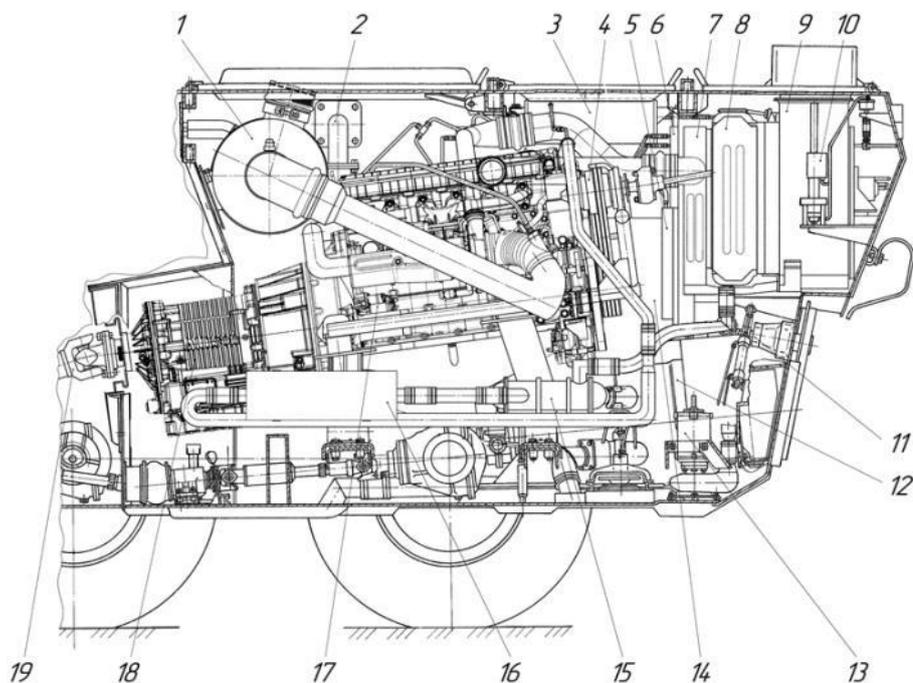


Рисунок 4 – Отделение силовой установки БТР-3Е1:

1 – воздухоочиститель; 2 – выпускная труба; 3 – бачок компенсационный; 4 – привод вентиляторов; 5 – радиатор кондиционера; 6 – радиатор промежуточного охлаждения воздуха; 7 – радиатор охлаждения топлива; 8 – радиаторы системы охлаждения; 9 – вентиляторы; 10 – привода крышек воздухоотвода; 11 – привод заслонки; 12 – водоходный движитель; 13 – водооткачивающий насос; 14 –топливные баки; 15 – теплообменник системы охлаждения; 16 –теплообменник трансмиссии; 17 – двигатель; 18 – автоматическая трансмиссия; 19 – карданный вал на раздаточную коробку

С лета 2015 года для Вооруженных Сил Украины была разработана конструкторская документация на бронетранспортеры, получившие обозначение БТР-3ДА и БТР-3ДА/70 (с использованием корпуса серийного бронетранспортера БТР-70). В отличие от ранее выпускавшихся машин имеют следующие отличия [5]:

- установка дополнительного энергоагрегата;
- установка двигателя Deutz BF6M1015C и трансмиссии Allison MD 3200SP;
- установка пуленепробиваемых стекол перед местами механика-водителя и командира машины;
- установка средств обеспечения пуска двигателя в условиях низких температур и обогревателей;
- установка дополнительных противокумулятивных решетчатых экранов.

На сегодняшний день производство бронетранспортера версии БТР-3Е1 осуществляется на украинских заводах: государственное предприятие «Киевский бронетанковый завод»; государственное предприятие «Житомирский бронетанковый завод»; государственное предприятие «Харьковский завод специальных машин». Производство

корпусов БТР-3Е1 находился на заводе Азовзагальмаш г. Мариуполь, Донецкая область; ООО «Лозовской кузнечно-механический завод» г. Лозовой, Харьковская область и на государственном предприятии «Киевский бронетанковый завод».

Бронетранспортёры БТР-3Е1 оснащены средствами радионавигационного комплекса, которые обеспечивают непрерывное определение координат места, времени и вектора абсолютной путевой скорости машины по радиосигналам при помощи систем ГЛОНАСС и GPS NAVSTAR в любой точке земного шара, независимо от момента времени и метеоусловий, решение задач по индикации навигационных параметров, с возможностью их передачи на пункты управления. На серийных машинах предусмотрены установка устройства защиты от воздействия ударной волны и проникающей радиации при взрывах ядерных боеприпасов, для защиты от отравляющих веществ, бактериальных средств и от радиоактивной пыли при движении машины по зараженной местности. Для тушения пожара имеется противопожарное оборудование.

На базе БТР-3 были разработаны БТР-3Е1К - бронетранспортёр командирский; БТР-3РК - комплекс противотанковый самоходный, имеющий на вооружении четыре пусковые установки ПТУР «Барьер» и 12,7-мм пулемёт КТ-12,7; БТР-3М1 - миномет самоходный, имеющий на вооружении 81/82-мм миномет и 12,7-мм пулемёт КТ-12,7; БТР-3М2 - миномет самоходный, имеющий на вооружении 120-мм миномет и 12,7-мм пулемёт КТ-12,7, а также БТР-3БР - машина разведывательно-эвакуационная, оборудованная кран-стрелой и бульдозерным отвалом; БТР-3С - машина медицинская.

Библиографический список

1. Ладанов, В.И., Митрофанов Д.А. Новый «старый» бронетранспортер БТР-82 и его модификации: проблемы бронезащищенности. Актуальные вопросы совершенствования военной и специальной техники: Сборник научных материалов. Вып. 2 / под общ. ред. А.А. Бердникова. – Пермь: ПВИ ВВ МВД России, 2016. – С 65-70.
2. Дюнов, В.А., Ладанов, В.И. Опыт повышения уровня защищенности боевой техники в ходе Великой Отечественной войны. Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. - 2021. - № 4 (4). - С. 97-103.
3. Руководство по эксплуатации БТР-3К. В1333 РЭ. – Харьков: ХКБМ, 2015. – 201 с.
4. Украинские бронированные машины. Корни советские, облик иной. Сидоров Константин. 07 августа 2012 г. – [Электронный адрес]. - <http://vprk-news.ru> (дата обращения: 08.04.2022).
5. Бронетранспортеры серии БТР-3. - [Электронный адрес]. - <http://btvt.info> (дата обращения: 07.04.2022).

УДК 623.4.017

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ериков А.П., доцент кафедры эксплуатации автобронетанковой техники (доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: yerikov@andex.ru

В статье проведен анализ исследований износостойкости и механических свойств плазменных покрытий с включениями твердой смазки. На основе анализа предлагается применение этих покрытий для восстановления узлов и механизмов вооружения и военной техники с целью повышения качества ремонта и дальнейшей эксплуатационной надежности.

Ключевые слова: плазменные покрытия; антифрикционные свойства; механические свойства; эксплуатационная надежность; контактные нагрузки; прочность сцепления; работоспособность.

APPLICATION OF WEAR-RESISTANT PLASMA COATINGS FOR THE RESTORATION OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMEN

Erikov A.P., Associate Professor of the Department of Operation of Armored Vehicles (Associate Professor).

Perm Military Institute of National Guard Forces, Perm.

E-mail: yerikov@yandex.ru

The article analyzes the studies of wear resistance and mechanical properties of plasma coatings with inclusions of solid lubricant. Based on the analysis, the use of these coatings is proposed for the restoration of components and mechanisms of weapons and military equipment in order to improve the quality of repair and further operational reliability.

Keywords: plasma coatings; antifriction properties; mechanical properties; operational reliability; contact loads; adhesion strength; operability.

Для восстановления изношенных узлов и механизмов вооружения и военной техники применяются различные методы нанесения покрытий на ремонтируемую поверхность. При этом необходимо учитывать, что свойства наносимого слоя должны быть близки к свойствам основной поверхности. В последнее время уделяется большое внимание восстановлению поверхностей методом плазменных металлических покрытий [9]. С использованием плазменного метода появляется возможность нанесения разнообразных по механическим свойствам покрытий, в том числе антифрикционных и износостойких. Если рассматривать данный метод для восстановления металлических покрытий узлов и механизмов вооружения и военной техники, то в отличие от методов наплавки восстанавливаемая поверхность нагревается незначительно, а наличие в слое некоторой пористости способствует более надежному удержанию смазки при жидкостном трении. При использовании плазменных

покрытий с включением твердой смазки износостойкость восстанавливаемой поверхности становится в разы выше.

С целью определения работоспособности плазменных покрытий с включениями твердой смазки на базе Пермского научно-исследовательского политехнического университета проводились исследования износостойкости, антифрикционных и механических свойств этих покрытий в сравнении с составами других покрытий [1; 3; 5; 7].

Для получения плазменных покрытий коллектив университета, задействованный в исследовании, использовал следующие материалы:

проволоку из углеродистой инструментальной стали У8 диаметром 1,0 мм;

порошковый никелевый сплав марки СНГН;

порошковую смесь марок ВМ-30 и ВН-30 на основе карбида вольфрама и никеля;

порошковую смесь на основе железа марки ПЖ2М с добавлением графита, хрома, молибдена, никеля и фтористого кальция.

Выбор пал именно на эти материалы потому, что стальные плазменные покрытия обладают хорошими антифрикционными свойствами при жидкостном трении. Задача исследования заключалась в том, чтобы исследовать плазменные покрытия в жестких условиях трения в сравнении с другими покрытиями, так как эксплуатацию вооружения и военной техники приходится осуществлять в сложных условиях обстановки.

Сплав марки СНГН широко применяется для получения износостойких покрытий. В связи с тем, что после напыления слой имеет большую пористость, покрытие подвергали оплавлению в следующей последовательности: нагрев в вакууме, выдержка при температуре 1050 °С в течение 2-3 минут и охлаждение в печи до 150-200 °С. После такой термообработки покрытие принимает литую структуру, высокую твердость и высокую прочность сцепления с подложкой.

Сплавы ВМ-30 и ВН-30 также используются в качестве износостойких покрытий. Для увеличения прочности сцепления слоя с основой в состав этих смесей вводят никель и молибден. Окислы молибдена при повышенной температуре обладают большой летучестью, поэтому частицы молибдена в плазменной струе постоянно находятся в активном состоянии, улучшая адгезию слоя.

В качестве твердой смазки в состав порошковой смеси, которая использовалась для напыления, вводили фтористый кальций. Ранее проведенные исследования показали, что применение фторида кальция в качестве твердой смазки в антифрикционных спеченных материалах на основе железа способствует повышению износостойкости, устраняет схватывание при сухом трении скольжения за счет образования на поверхности трения разделительной пленки с высокими адгезионными и антифрикционными свойствами. Значит, в состав шихты для получения покрытий при плазменном напылении целесообразно вводить фтористый кальций. Повышение прочности и твердости слоя при напылении состава с фтористым кальцием может быть достигнуто путем легирования. В процессе проведения исследований в состав порошковой смеси вводили углерод и такие легирующие элементы как хром, никель, молибден, в результате чего получили легированные твердые растворы на основе железа и сложных карбидов, имеющих высокую твердость.

В процессе исследования в качестве плазмообразующего газа использовали смесь аргона с водородом. Предварительная подготовка образцов заключалась в обдувке поверхности, подлежащей напылению крошкой электрокорунда. Проволоку перед напылением обезжиривали специальным составом, а порошки сушили в термостате в течение 2 часов при температуре около 200 °С. Напыление выполняли с наддувом в камеру, с установленными напыляемыми образцами, защитного газа аргона. Порошковые смеси приготавливали путем смешивания в механических смесителях, где двухкомпонентные смеси смешивали в течение 7 часов, а многокомпонентные – в течение 14 часов.

Для оценки прочности напыленного слоя проводили испытание образцов на статический изгиб. Образцы размером 15x15x2 мм получали из слоя покрытия, где на полированные пластины проводили напыление, а потом покрытие отделяли от пластин.

Прочность сцепления напыленного слоя с основным металлом определяли при растяжении двух цилиндрических образцов, склеенных торцевыми поверхностями, на которые предварительно наносили покрытие. Склеивание поверхностей осуществляли компаундным составом с прочностью после отверждения не менее 700 кг/см^2 . Прочность сцепления покрытия после оплавления определяли методом нормального отрыва штифта, а относительную плотность напыленных образцов – гидростатическим методом.

Фазовый состав определяли рентгеноструктурным методом с фотографической регистрацией интерференционных линий в стандартной камере на медном K_{α} - излучении. Параметр решетки железа, легированного хромом, никелем и молибденом, измерялся по линии (211) Fe_{α} . Съемка производилась в стандартной камере на хромовом K_{α} - излучении с параметрами фокусировки: $g = 110 \text{ мм}$, $\gamma = 63^{\circ}$. Процент перехода компонентов исходной порошковой смеси в слой определялся методом химического анализа. Микроструктура исследовалась с помощью металлографического микроскопа.

Износостойкость и антифрикционные свойства покрытий исследовали на специальной машине трения, где испытывалась пара трения – кольцо из легированной стали X12M, закаленное на твердость HRC 60-65 и колодочка сегментного типа, на рабочую поверхность которой наносили покрытие площадью $1,5 \text{ см}^2$. Каждая пара предварительно притиралась, а затем испытывалась непрерывно в течение 4 часов при сухом трении скольжения с удельной нагрузкой 10 кг/см^2 и скоростью скольжения – $0,9 \text{ м/с}$. В процессе испытания регистрировался момент трения, суммарный линейный износ пары трения, а после окончания испытаний отдельно измерялся износ кольца.

Испытание поверхностей на стойкость против схватывания также проводили всухую, при этом образцы с покрытием предварительно пропитывались в масле при 80°C в течение 20 часов, а удельная нагрузка увеличивалась постепенно через каждые 10 минут на 15 кг/см^2 .

Напыление проволоки и порошковых смесей проводили по режиму: $I = 450 \text{ А}$, $U = 40 \text{ В}$, расход плазмообразующего газа 25 л/мин. , расстояние напыления $80\text{-}100 \text{ мм}$. Данные параметры режима считаются оптимальными на основании ранее проводимых исследований. Свойства напыленного слоя, полученные при исследовании приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Механические свойства напыленного слоя

Материал покрытия	Средняя микротвердость	Прочность сцепления слоя с основой, кг/мм^2	Прочность слоя на изгиб	Относительная плотность, %
Стальное (проволока 45)	520	3,4	21,3	92,3
СНГН (оплавленное)	690	30	-	100
ВМ-30	390	4,6	19,6	95,6
ВН-30	291	4,1	22,1	94,2

Проблема использования твердых смазок при напылении на данный момент изучена недостаточно. Известно, что в интервале температур от 100 до 1000°C фтористый кальций имеет сравнительно высокую термическую стабильность среди фторидов, применяемых в качестве смазки [6]. Каких-либо данных о характере изменения этого соединения при плазменной обработке в научной литературе нет.

При проведении исследований было осуществлено плазменное напыление порошковой смеси, которая состояла из железа и фтористого кальция, при этом содержание фтористого кальция изменялось от 1 до 20 весовых процентов, а мощность плазмы изменялась в интервале от 10 до 3 Квт. Проведенный фазовый анализ показал наличие

соединения фторида кальция (CaF_2) в ныпленном слое при всех вариантах состава исходной смеси. Исследованиями было установлено, что с увеличением содержания CaF_2 уменьшается коэффициент трения, но также уменьшается и прочность слоя, а пористость увеличивается (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние исходного содержания фтористого кальция на свойства слоя

Исходный состав смеси	Процент CaF_2 в слое	Прочность слоя на изгиб	Прочность сцепления слоя с основой, кг/мм ²	Средняя микротвердость	Относительная плотность, %	Коэффициент трения
Fe	-	18,3	210	225	87,2	0,54
Fe + 5 % CaF_2	2,6	16,8	190	180	86,0	0,36
Fe + 8 % CaF_2	4,3	16,1	187	180	86,0	0,32
Fe + 10 % CaF_2	6,1	13,4	114	170	84,3	0,28
Fe + 15 % CaF_2	8,2	12,1	102	170	82,1	0,27
Fe + 20 % CaF_2	11,0	10,8	50	160	78,7	0,26

Если проанализировать таблицу 2, то наиболее рациональным будет состав, содержащий 8 % фтористого кальция в исходной смеси.

Углерод и легирующие элементы (хром, никель, молибден) вводят в состав порошковой смеси для повышения твердости и прочности слоя [2]. Для определения необходимого количественного состава легирующих элементов в процессе исследования, количество углерода и легирующих элементов (каждого в отдельности) в исходной смеси изменяли в пределах 15 %. При определении процента перехода компонентов исходной смеси в слой исследовали:

- фазовый состав, степень растворения легирующих элементов;
- прочность сцепления слоя с основным металлом;
- прочность слоя на изгиб;
- относительную плотность;
- микроструктуру и изменение микротвердости.

Все результаты, полученные в ходе проведения исследований, были обобщены и приведены в таблицы 3 и 4.

Таблица 3 – Количество компонентов, перешедших в слой, %

Содержание в исходной смеси	Содержание в слое			
	графит	хром	никель	молибден
2	0,65	0,76	0,97	1,2
5	1,23	2,8	3,2	3,7
10	2,8	5,1	8,1	7,6
15	3,1	7,8	10,0	10,8

Проанализировав результаты, отраженные в таблицах 3 и 4 можно сделать вывод, что оптимальное сочетание механических свойств получается при определенном содержании углерода и легирующих элементов в слое. С увеличением содержания углерода в исходной смеси основное его количество, перешедшее в покрытие, выделяется в виде свободного графита, что приводит к разупрочнению слоя. С увеличением содержания углерода в смеси, легированной хромом, никелем и молибденом его количество в связанном виде почти не изменяется, а свободного – резко возрастает.

Таблица 4 – Зависимость свойств напыленного слоя от исходного состава смеси

Исходный состав смеси	Прочность слоя на изгиб	Прочность сцепления слоя с основой, кг/см ²	Средняя микротвердость	Относительная плотность
ЖГр2	16,2	210	251	88,4
ЖГр5	19,1	180	264	91,8
ЖГр10	13,2	110	211	81,2
ЖГр15	9,6	90	202	77,8
ЖГр5Cr2	16,8	202	278	93,1
ЖГр5Cr5	20,2	160	294	94,2
ЖГр5Cr10	18,3	113	234	87,8
ЖГр5Cr15	14,7	97	216	84,2
ЖГр5Mo2	20,1	208	259	92,6
ЖГр5Mo5	29,6	260	309	94,4
ЖГр5Mo10	30,6	301	286	95,1
ЖГр5Mo15	17,3	315	271	91,8

Содержание хрома в слое более 2,5 % приводит к образованию большого количества карбидов, что вызывает охрупчивание слоя и снижает прочность его сцепления с основой.

Увеличение содержания никеля и молибдена способствует повышению прочности сцепления слоя, но при исходном содержании этих элементов более 8 % уменьшается прочность слоя и увеличивается пористость.

Для получения износостойких антифрикционных покрытий наиболее рациональным будет состав ЖГр5Cr5Mo8Ni5CaF₂8. При большем или меньшем содержании углерода и легирующих элементов механические свойства начинают ухудшаться.

Оптимальные значения механических свойств могут быть получены при следующем режиме напыления:

I = 500 А;

U = 45 В;

расход плазмообразующего газа – 25 л/мин.;

расстояние напыления – 80-100 мм.

Микроструктура такого слоя состоит из участков троосто-мартенсита с твердостью 412-509 HV, остаточного аустенита, легированного феррита твердостью 180-320 HV, карбидных включений высокой твердости, мелко распределенного фтористого кальция, а также окислов железа и хрома.

Результаты испытаний покрытий на износ (таблица 5) говорят о том, что наличие твердой смазки увеличивает износостойкость слоя.

Таблица 5 – Влияние состава покрытия на износостойкость слоя

Вид покрытия	Износ за 4 часа сухого трения, мм		
	кольцо	колодочка	суммарный
Стальное (проволока 48)	0,1	0,15	0,25
СНГН (оплавленное)	0,15	0,17	0,32
ВМ-30	0,12	0,27	0,39
ВН-30	0,1	0,26	0,36
ЖГр5Cr5Mo8Ni5CaF ₂ 8	0,02	0,08	0,1

Покрытия с включениями твердой смазки при увеличении испытания обеспечивают снижение момента и коэффициента трения. Качественный фазовый анализ показывает наличие на поверхности трения характерного натертого слоя фтористого кальция, который

способствует улучшению антифрикционных свойств [4; 8].

Доказано, что пористые плазменные покрытия (неоплавленные) выдерживают без схватывания более высокую контактную нагрузку, а наличие твердой смазки улучшает антифрикционные свойства (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние состава покрытия на антифрикционные свойства слоя

Удельная нагрузка, кг/см ²	Коэффициент трения на покрытиях					Эталон (сталь 45)
	стальное	СНГН (оплавленное)	ВМ-30	ВН-30	Жгp5Cr5Mo8Ni5CaF ₂ 8	
10	0,33	0,60	0,35	0,35	0,36	0,58
20	0,35	0,80	0,45	0,35	0,31	0,82
40	0,46	Схватывание	0,63	0,46	0,28	Схватывание
60	0,58		0,70	0,58	0,25	

Таким образом, пористые плазменные покрытия с использованием фторида кальция в качестве твердой смазки по сравнению с литыми покрытиями имеют лучшие антифрикционные свойства в условиях тяжелого контактного нагружения и ограниченной возможности жидкостной смазки, что является неоспоримым преимуществом при их использовании для восстановления вооружения и военной техники.

Библиографический список

1. Анциферов, В.Н., Каменева, А.Л. и др. Способ нанесения многослойного износостойкого покрытия / Патент на изобретение RU 2346078 С2, 10.02.2009. Заявка № 2007110580/02 от 22.03.2007.
2. Белинин, Д.С., Ериков, А.П. и др. Плазменное поверхностное упрочнение деталей специальной техники / Химия. Экология. Урбанистика. - 2020. - Т. 2020-1. - С. 424-427.
3. Кадырметов, А.М., Попов, Д.А. и др. Обзор исследований по вопросу нанесения толстослойных покрытий плазменными технологиями при восстановлении и упрочнении деталей машин / Депонированная рукопись № 436-В2012 от 26.11.2012.
4. Лесневский, Л.Н., Лежнев, Л.Ю. и др. Износостойкость композитных плазменных покрытий с графитом / Проблемы машиностроения и надежности машин. - 2017. - № 1. - С. 31-40.
5. Оковитый, В.А. Плазменные износостойкие покрытия с включением твердой смазки / Сварочное производство. - 2002. - № 6. - С. 41-43.
6. Оковитый, В.А., Пантелеенко, Ф.И. и др. Влияния температурного режима в системе покрытие-основание на формирование элементов неравновесных структур плазменных покрытий / Прогрессивные технологии и системы машиностроения. - 2017. - № 4 (59). - С. 43-47.
7. Пантелеенко, Ф.И., Оковитый, В.А. и др. Исследование структуры плазменных износостойких покрытий на основе оксидной керамики с включениями твердой смазки / Наука и техника. - 2013. - № 5. - С. 15-21.
8. Пантелеенко, Ф.И., Оковитый, В.А. и др. Получение плазменных покрытий из самофлюсующегося порошка на основе сталей аустенитного класса с добавлением молибдена / Прогрессивные технологии и системы машиностроения. - 2021. - № 1 (72). - С. 71-76.
9. Щицын, Ю.Д., Беленький, В.Я., Ериков, А.П. Применение плазменной сварки проникающей дугой при производстве и ремонте артиллерийского вооружения / В сборнике: Перспективные направления развития артиллерийского вооружения, методов его эксплуатации и ремонта. Сборник трудов XI межвуз. научно-практич. конф. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2017. - С. 101-106.

УДК 003.26

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ИТ-ПРОЕКТА

Загоруйко И.Ю., д.э.н., к.ю.н., профессор.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь.

Электронный адрес: 89082750080@mail.ru.

В данной статье была разработана функциональная модель автоматизации характерная для процессов управления рисками, которая отражает процесс автоматизированного управления рисками в IT-проекте: выявление рисков проекта, анализ ключевых рисков и существующих возможностей, формулировки стратегии и методов реагирования на риски, разработку и исполнение плана мероприятий по минимизации рисков. Предложена схема базы рисков для автоматизированной системы управления рисками IT-проекта, которая предназначена для хранения экспертных знаний.

Ключевые слова: автоматизация; информационные системы; IT-проект, риски, управление рисками; программное обеспечение; модель автоматизации процесса.

MODERN APPROACHES TO A FUNCTIONAL MODEL OF AUTOMATION OF THE RISK MANAGEMENT PROCESS IT- PROJECT

Zagoruiko. I.U., professor of the department of Humanitarian and Social Sciences.

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

Perm State Agrar-ian-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikova.

E-mail: 89082750080@mail.ru.

In this article, a functional model was developed for automating the risk management process, which reflects the process of automated risk management in an IT- project: identifying project risks, analyzing key risks and existing opportunities, defining strategies and methods for responding to risks, developing and executing an action plan to minimize risks. ... A schema of a risk base for an automated risk management system for an IT- project, which is designed to store expert knowledge, is proposed.

Keywords: automation; information systems; IT project; risks; risk management; software; process automation model.

«Современные цифровые технологии (ИТ, также — информационно-коммуникационные технологии) — процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов [1]». Управление рисками ИТ-проекта, даже при использовании готовых сервисов типа MPRIORITY 1.0, все равно нуждается в дальнейшей автоматизации, поскольку сопровождается большим объемом сопроводительной документации, заполняемой в разных файлах с разными форматами и иногда вручную. Поэтому решение автоматизировать процесс управления рисками при ведении ИТ-проекта обоснован.

Информационная система — это цифровые технологии, которые способны аккумулировать информацию, осуществлять не только нахождение нужной информации, но и обработать имеющую информацию, а также соответствующие технические организационные ресурсы, которые обеспечивают и распространяют информацию. «Информационные системы с использованием цифровых технологий предназначены для своевременного обеспечения надлежащих людей надлежащей информацией» [2]. «Это позволяет удовлетворить конкретные информационные потребности в рамках определённой предметной области, при этом результатом функционирования информационных систем является информационная продукция — документы, информационные массивы, базы данных и информационные услуги [1]». Процесс «Управлять рисками проекта интеграции информационной системы организации» является выявление и анализ рисков, а также разработка методики реагирования на риски с целью минимизации их воздействия на проект».

На рисунке 1 разработана функция «Управлять рисками проекта интеграции информационной системы организации», представленная на контекстной диаграмме верхнего уровня, раскладывается на основные подфункции посредством создания дочерней диаграммы.

На рисунке 2 предложены существующие стадии процесса управления рисками проекта интеграции информационных систем с использованием цифровых технологий предприятия:

- обнаружить риски проекта;
- исследовать основы рисков данного проекта и имеющих возможностей;
- сформулировать стратегии и методы реагирования на имеющиеся риски;
- сделать модель и выполнить планы мероприятий по минимизации рисков.

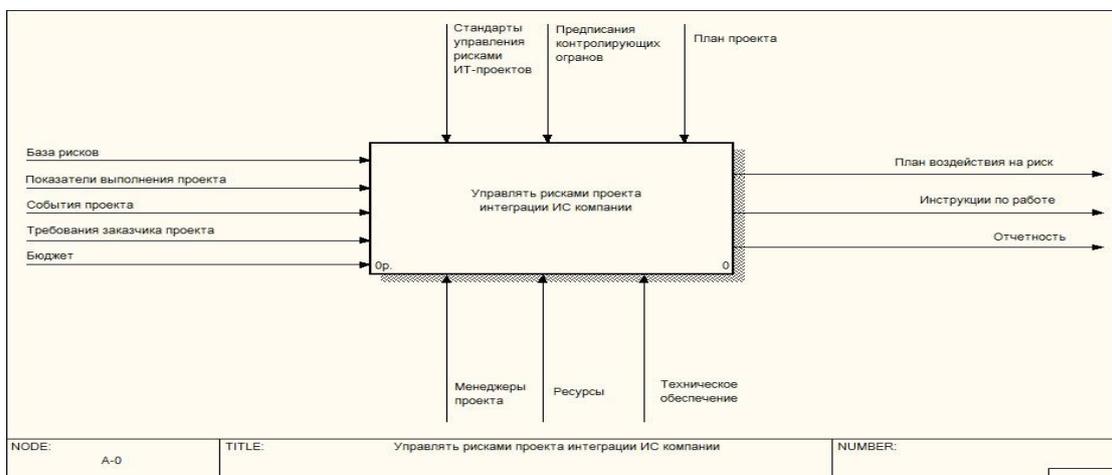


Рисунок 1 - Контекстная диаграмма процесса «Управлять рисками проекта интеграции информационной системы организации»

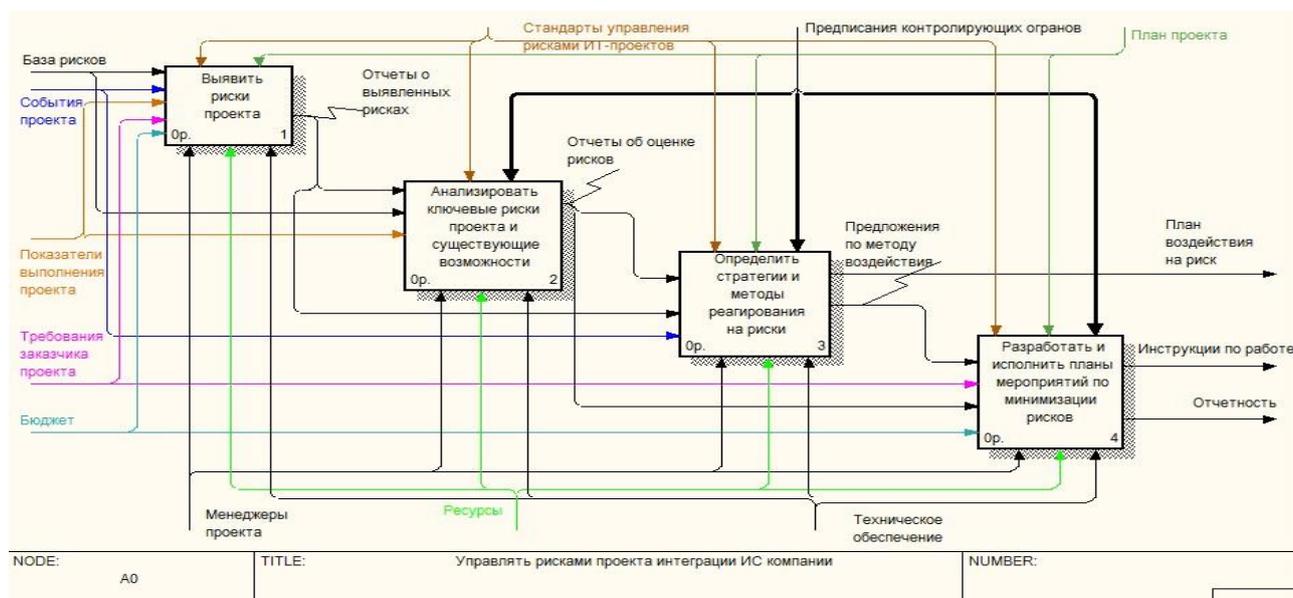


Рисунок 2 - Декомпозиция контекстной диаграммы процесса «Управлять рисками проекта интеграции информационной системы организации»

В ходе подпроцесса выявления рисков проекта, хотелось бы отметить, что на данном этапе происходит определение и документирование рисков, которые способны повлиять на ИТ-проект, на его характеристики качества такие как: надежность, сроки, бюджет, результативность и др.

Входной информацией подпроцесса является [5]:

1. База рисков. Предназначена для хранения экспертных знаний, т. е. знаний специалистов в данной предметной области. Содержит информацию о рисках ИТ-проекта, может дополняться знаниями специалистов, которые в дальнейшем могут быть применены для оценки рисков [3].

2. События проекта. Включает в себя список контрольных событий проекта (проектные вехи) - это такие события, которые оказывают существенное влияние в течение всего проекта. Прохождение через каждую такую веху обозначает прогресс. Сдвиг более чем на 5 рабочих дней можно считать уже критичным для проекта. Поэтому эти данные необходимо учитывать при выявлении рисков.

3. Требования заказчика проекта.

4. Бюджет создается, для того чтобы управлять финансами на протяжении всего проекта, понимать ожидаемые затраты и финансовые цели компании. Если неправильно выбрать ИТ-стратегию, то могут быть серьезные финансовые риски.

На выходе подпроцесса выявления рисков получают: отчеты о выявленных рисках. Документ, содержащий сведения об имеющихся рисках, которые могут произойти в проекте.

Механизмом подпроцесса возможно могут выступать: стандарты управления рисками ИТ-проектов. Декомпозиция подпроцесса «Выявить риски проекта» представлена на рисунке 3.

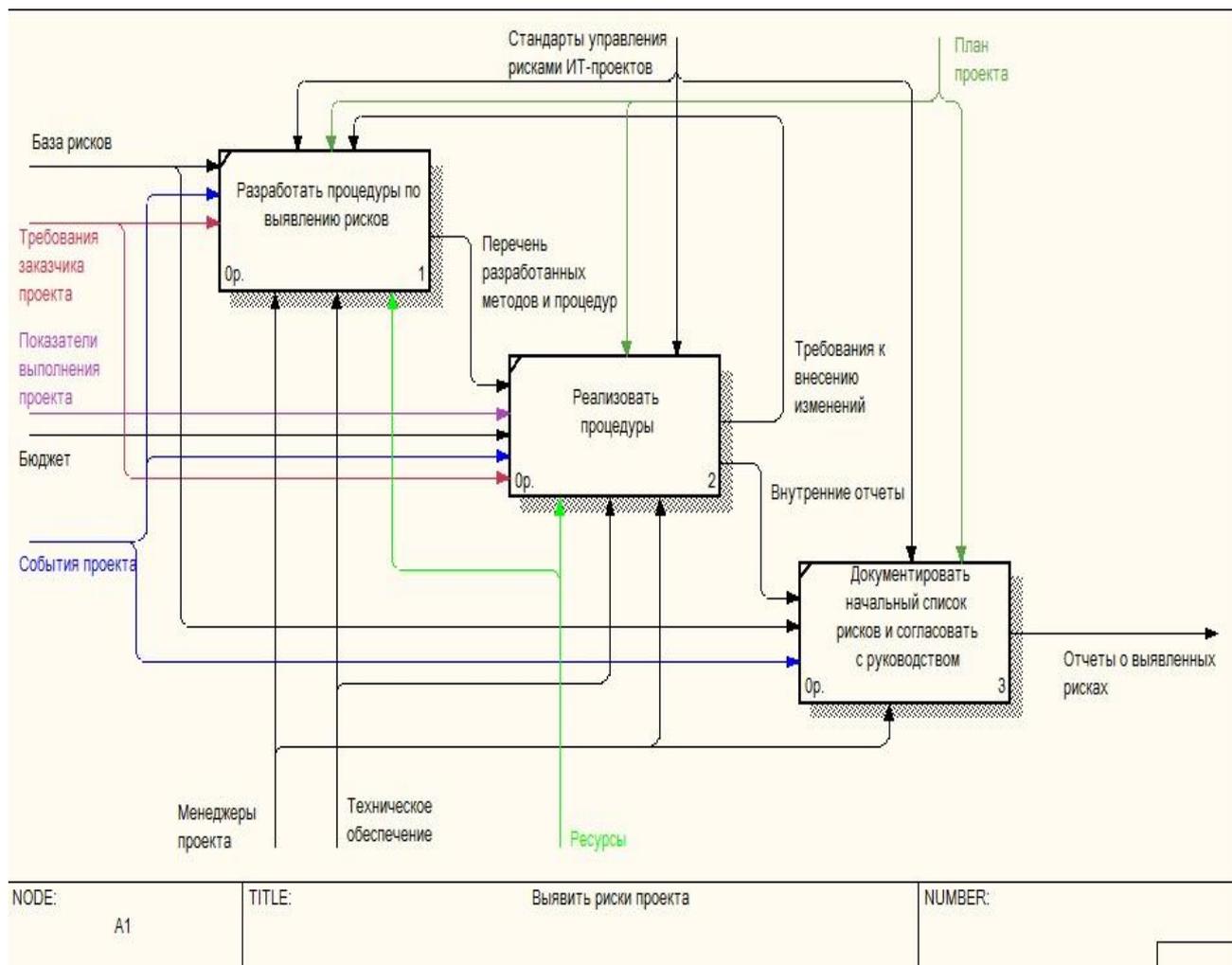


Рисунок 3 - Декомпозиция подпроцесса «Выявить риски проекта»

Подпроцесс «Анализ ключевых рисков проекта и существующих возможностей». Процедура оценки значимости выявленных рисков - анализ вероятности того, что произойдут определенные нежелательные события и отрицательно повлияют на достижение данного проекта. Анализ рисков включает оценку рисков и методы снижения рисков или уменьшения связанных существующих последствий.

Входная информация данного процесса:

1. Отчеты о выявленных рисках.
2. Баз данных по рискам.
3. Показатели выполнения проекта [4].

На выходе получаем:

1. Отчеты об оценке рисков.
2. Документ, содержащий сведения об оценке выявленных рисков и анализе методов реагирования на риски.

Методами и средствами данной процедуры могут выступать:

1. Стандарты управления рисками ИТ-проектов [2].
2. Предписания контролирующих органов.

Основным методом поддержки процесса анализа ключевых рисков проекта является метод анализа иерархий.

Декомпозиция подпроцесса «Анализ ключевых рисков проекта и существующих возможностей» представлена на рисунке 4.

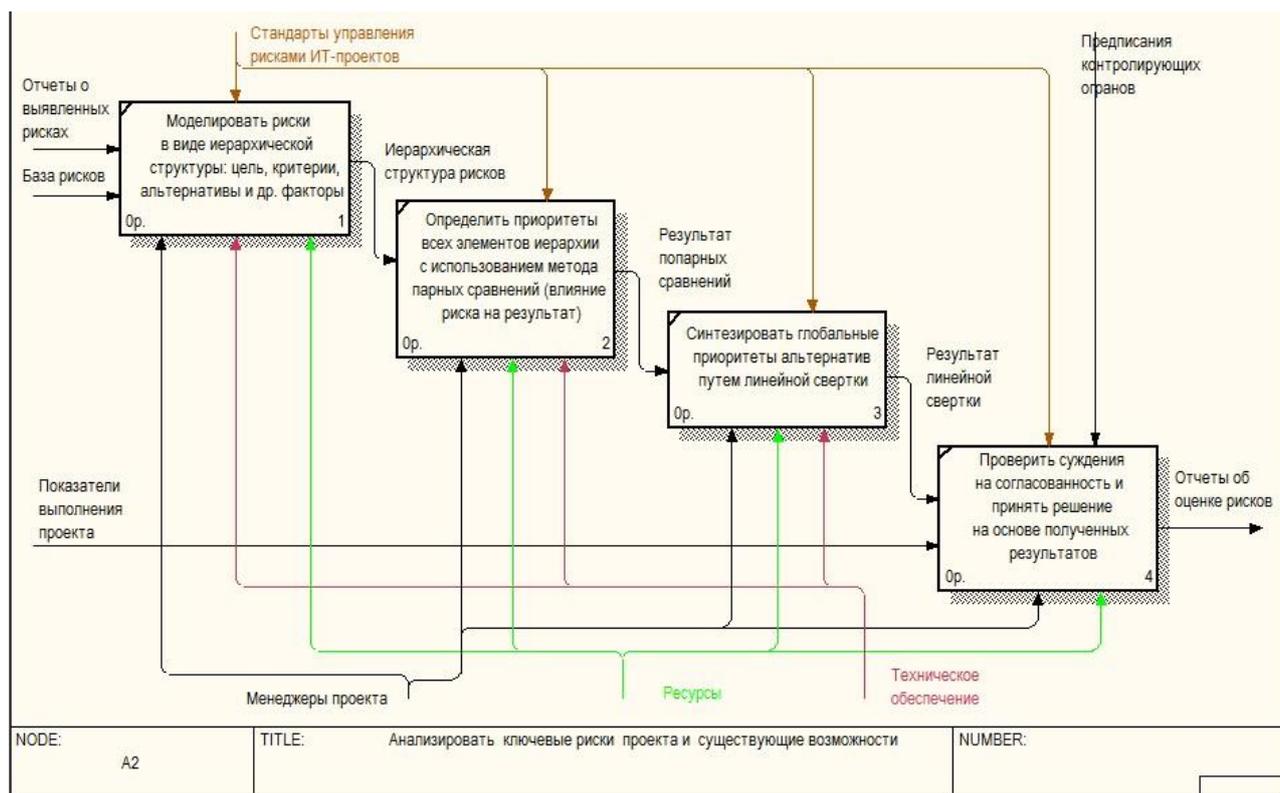


Рисунок 4 - Декомпозиция подпроцесса «Анализировать ключевые риски проекта и существующие возможности»

Данные мероприятия помогут: «Определить стратегии и методы реагирования на риски». Подразумевает формулировку стратегии и способов реагирования на имеющиеся риски, оценку ресурсов. Предполагаться возможные действия по имеющимся рискам:

- изменения риска;
- снижение риска;
- передача риска;
- принятие риска.

Входная информация данного процесса:

1. Отчеты о выявленных рисках.
2. Отчеты об оценке рисков.
3. События проекта.

На выходе получается:

1. План воздействия на риск. Сведения о выбранной стратегии относительно каждого риска.
2. Предложения по методу воздействия. Предложенные варианты по методу воздействия на риски для дальнейшей разработки мероприятий по их минимизации.

Методами и средствами данного подпроцесса могут выступать:

1. Стандарты управления рисками ИТ-проектов.
2. Предписания контролирующих органов.

Декомпозиция существующих процессов: «Определить стратегии и методы реагирования на риски» предложена на рисунке 5.

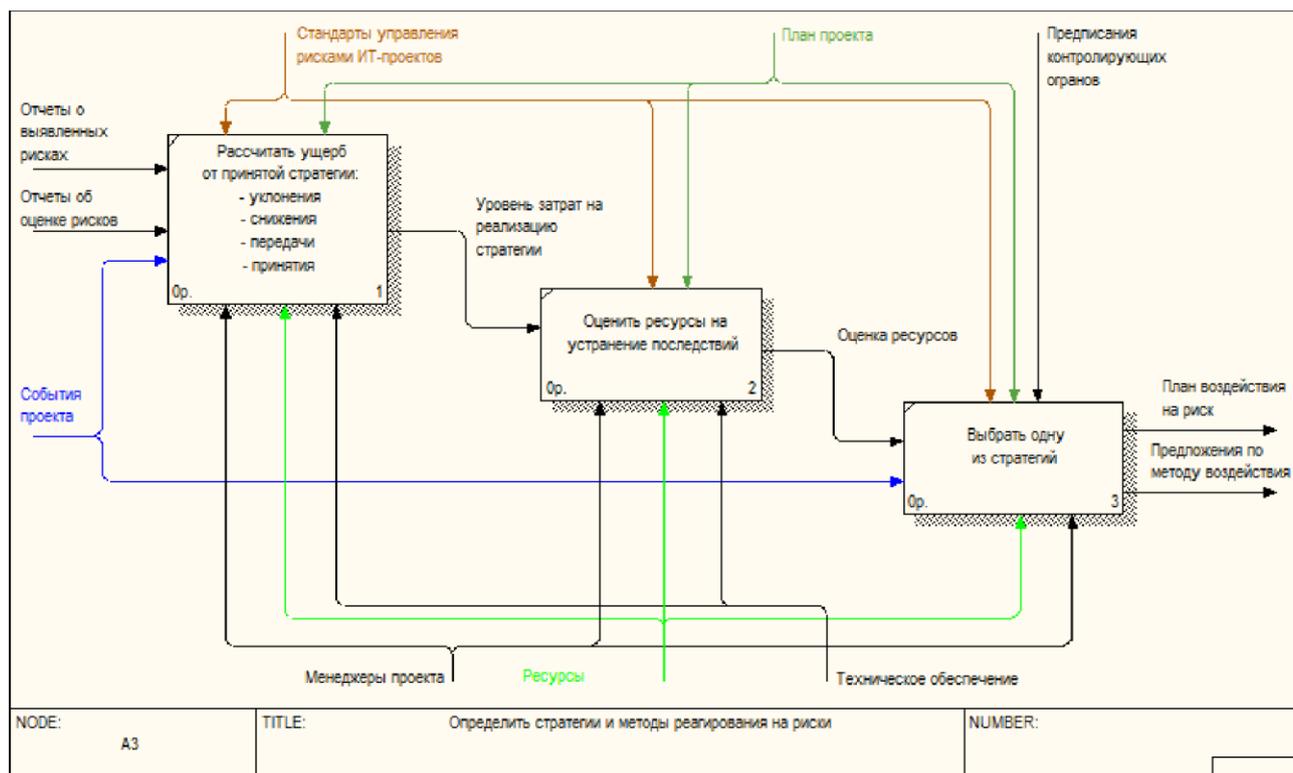


Рисунок 5 - Декомпозиция подпроцесса «Определить стратегии и методы реагирования на риски»

Под процесс «Разработать и исполнить планы по минимизации рисков». На последнем этапе собирается информация о текущем состоянии ИТ-проекта, разрабатывается, измеряется, мониторится деятельность по минимизации рисков, и составляются отчеты. Окончание данного процесса - результаты принятия управленческих решений.

Входная информация данного процесса:

1. Предложения по методу воздействия.
2. Отчеты об оценке рисков.
3. Требования заказчика проекта.
4. Бюджет.

На выходе получаем:

1. Отчетность. Результаты принятия управленческих решений.
2. Инструкции по работе.

Методами и средствами данного подпроцесса могут выступать:

1. Стандарты управления рисками ИТ-проектов.
2. Предписания контролирующих органов.

Декомпозиция данного мероприятия: «Разработать и исполнить планы по минимизации рисков» предлагается на рисунке 6.

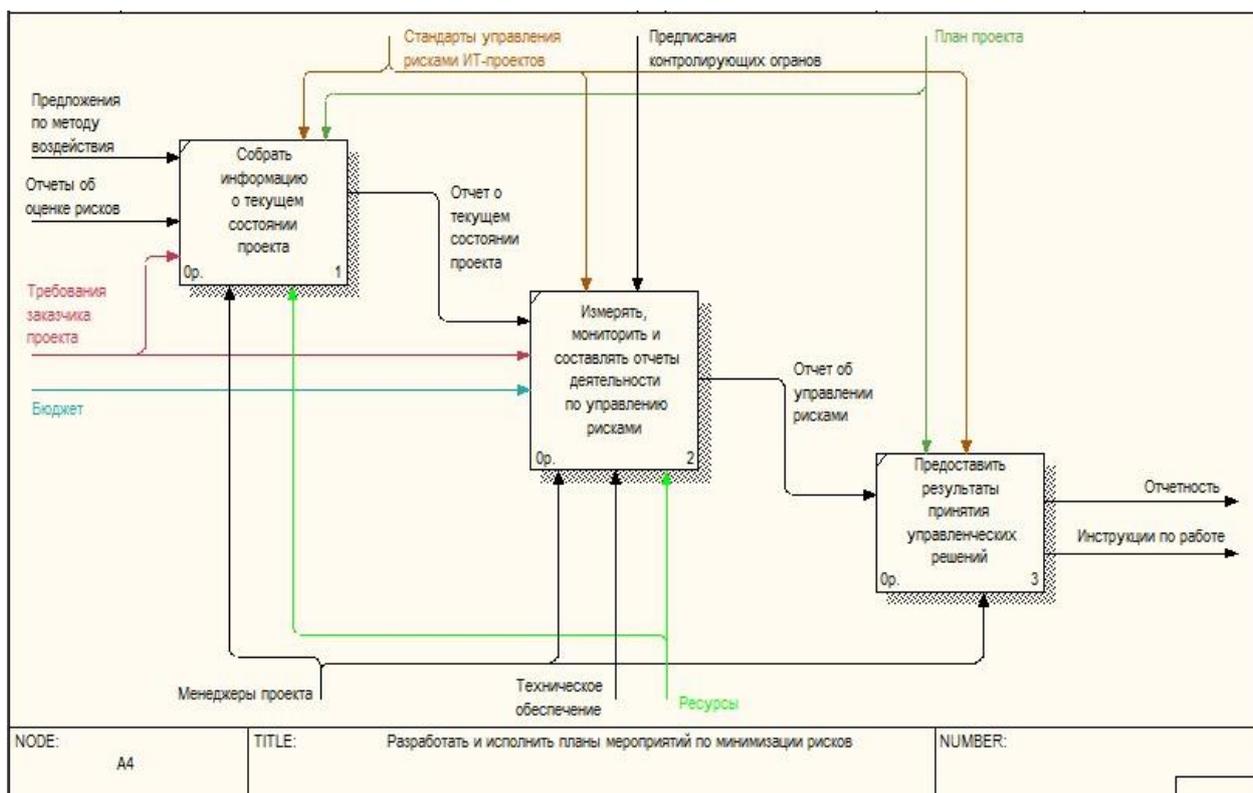


Рисунок 6 - Декомпозиция подпроцесса «Разработать и исполнить планы мероприятий по минимизации рисков»

В результате проделанной работы была разработана функциональная модель автоматизации процесса управления рисками, которая отражает процесс автоматизированного управления рисками в IT-проекте: выявление рисков проекта, анализ ключевых рисков и существующих возможностей, определение стратегии и методов реагирования на риски, разработку и исполнение плана мероприятий по минимизации рисков. Предложена схема базы рисков для автоматизированной системы управления рисками IT-проекта, которая предназначена для хранения экспертных знаний, т. е. знаний специалистов в данной предметной области, она содержит информацию о рисках IT-проекта и может дополняться знаниями специалистов, которые в дальнейшем могут быть применены для оценки негативных последствий.

Библиографический список

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации. Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ.
2. Андрейчиков, А.В., Терелянский, П.В., Андрейчикова, О.Н. Информационные технологии прогнозирования технических решений на основе иерархических моделей. – Волгоград: РПК «Политехник», 2004. (Дата обращения: 20.09.2021).
3. Бадалова, А.Г. Управление рисками деятельности предприятия: учебное пособие / А.Г. Бадалова, А.В. Пантелеев. - М.: Вузовская книга, 2016.
4. Воронцовский, А.В. Управление рисками: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А.В. Воронцовский. - Люберцы: Юрайт, 2016.
5. Успенко, В. Б. Выбор программного средства для реализации проектного подхода при проектировании информационных систем / В. Б. Успенко, А. В. Тарутин // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2021. – № 4 (4). – С. 406-410. – EDN SQGTWQ.

УДК 51-74

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ СКРЫТЫХ УЯЗВИМОСТЕЙ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ АБСТРАКТНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ПАРАМЕТРОВ

Иванов И.В., преподаватель кафедры инженерно-технических средств охраны (кандидат педагогических наук).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: ivanovigorvikt@gmail.com.

Яшкин С.Ю., преподаватель кафедры инженерно-технических средств охраны.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронная почта: sergeiyaskin@bk.ru.

Дано описание математической модели оценки скрытых уязвимостей критически важных объектов методами теории вероятностей, теории множеств и теории графов. Смоделированы три сценария несанкционированных действий нарушителя. В основу модели события заложена идея абстрактной корреляции между параметрами (свойствами) объектов моделирования. Вероятность обнаружения и критическая точка обнаружения оцениваются путем топологического анализа динамики развития события в системе охраны объекта. Исходные данные для расчётов вероятностных показателей уязвимостей представляют собой функции временных и пространственных переменных.

Ключевые слова: математическая модель; вероятность обнаружения; критическая точка обнаружения; топологический анализ; абстрактная корреляция параметров.

MATHEMATICAL MODEL FOR ASSESSING HIDDEN VULNERABILITIES OF CRITICALLY IMPORTANT OBJECTS ON THE BASIS OF INTERPRETATION OF THE ABSTRACT CORRELATION OF PARAMETERS

A description of a mathematical model for assessing hidden vulnerabilities of critical objects using methods of probability theory, set theory and graph theory is given. Three scenarios of unauthorized actions of the intruder are modeled. The event model is based on the idea of abstract correlation between parameters (properties) of modeling objects. The probability of detection and the critical point of detection are estimated by topological analysis of the dynamics of the development of the event in the security system of the object. The input data for calculating probabilistic indicators of vulnerabilities are functions of temporal and spatial variables.

Keywords: mathematical model; detection probability; critical detection point; topological analysis; abstract parameter correlation.

Ivanov I.V., Instructor of the Department of Engineering and Technical Security Equipment (Ph.D., Pedagogy).

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

E-mail: ivanovigorvikt@gmail.com.

Yashkin S.Yu., Instructor of the Department of Engineering and Technical Security Equipment.

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

E-mail: sergeiyashkin@bk.ru.

В настоящее время совершенствованию систем физической защиты критически важных объектов уделяется повышенное внимание. В понятийных рамках исследования под системой физической защитой (СФЗ) критически важного объекта понимается совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на нейтрализацию несанкционированных действий (НСД) нарушителя. В качестве критически важных объектов рассматриваются важные государственные объекты (ядерные объекты, объекты топливно-энергетического комплекса, химической промышленности) и военные объекты стратегического назначения (воинские части, несущие боевое дежурство, а также территории, на которых эксплуатируются ядерные установки). Термин «нейтрализация» означает достижение такого результата действий сил охраны, который привел к задержанию нарушителя, предотвращению (пресечению) или иному устранению угрозы НСД. Сущностное содержание понятий «система охраны», «система защиты», «система безопасности» не имеет смысла без рассмотрения факторов уязвимостей критически важных объектов.

В научной литературе изложено множество различных подходов к решению задачи оценки уязвимостей критически важных объектов. В статье [1] автор к решению задачи подошел с позиции оценки стратегических факторов, влияющих на безопасное состояние инфраструктуры критически важных объектов. В работе [2] М. Громада и Л. Лукас обосновали концептуальный подход в области разработки технических средств СФЗ критически важных объектов на основе повышения устойчивости и функциональной непрерывности систем охраны. В [3] приведена методика системного анализа и оценки эффективности СФЗ ядерных объектов. Статья [4] содержит методику имитационного моделирования инцидентов на объекте охраны, позволяющую получать количественную оценку показателей обнаружения системы безопасности.

Оценка показателей обнаружения средствами компьютерных программ в реальных условиях осуществимы лишь в ограниченной степени, поэтому имитационное моделирование позволяет выявить различные скрытые уязвимости только определенного типа. Кроме того, разработчики методов математического и имитационного моделирования в оценке уязвимостей СФЗ охраняемых объектов, основываясь на принципе полноты отображения свойств реальной системы, как правило, в логике построения математического аппарата отделяют модель системы охраны от модели нарушителя. Однако условия неопределенности внешних факторов в динамике события создают абстрактную корреляцию между параметрами системы охраны и параметрами НСД. Следовательно, выявление скрытых уязвимостей в СФЗ критически важных объектов на превентивных основаниях возможно только в результате математической оценки абстрактной корреляции между параметрами (свойствами) объектов моделирования.

Математическая модель оценки уязвимостей критически важного объекта разработана на основе алгоритмов вычисления общей вероятности обнаружения P_e , которая в литературе обычно вычисляется по формуле:

$$P_e = P_i + P_n \quad (1)$$

где P_i – вероятность обнаружения в течение всей продолжительности НСД, включая критическую точку обнаружения (КТО),

P_n – вероятность нейтрализации НСД [5].

КТО – это интерпретированный временной показатель обнаружения (точка невозврата) в соответствии с принципом раннего обнаружения, который предполагает нейтрализацию НСД до наступления критического состояния объекта охраны (поражение, уничтожение, гибель). То есть с момента обнаружения НСД время реакции сил охраны должно быть меньше, чем время, оставшееся до завершения НСД. При этом раннее обнаружение НСД должно быть достигнуто на всех возможных путях к объекту охраны [5].

В настоящем исследовании проведён пространственный, временной и комбинированный анализ для трёх детерминированных сценариев проникновения нарушителя на охраняемый объект в двух случайных вариантах. Входные и выходные параметры характеризуют вероятностные показатели обнаружения при преодолении охраняемых полос и рубежей обнаружения технических средств охранной сигнализации.

Введём определения входных параметров для моделируемых элементов:

1. Предмет защиты ПЗ.

2. Ограждения O_i – непрерывные препятствия для проникновения на охраняемый объект, где $i = 0, 1, \dots, k$.

O_k – внешнее ограждение;

O_0 – ограждение ПЗ;

$O_i = k$ – общее количество ограждений;

С ограждением ПЗ имеем конечное число $k+1$ ограждений.

3. Охраняемые полосы Π_i – площади между двумя концентрическими параллельными ограждениями, где $i = 1, 2, \dots, k$.

$\Pi_i = k$ – общее количество охраняемых полос.

4. Ворота V_{ij} – точки проникновения через проходы в ограждениях,

где $i = 1, 2, \dots, k$; $j = 1, 2, \dots, l_i$;

$V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{il_i}$ – противотаранные устройства (шлагбаумы) на O_i .

Общее количество ворот на ограждениях O_i : $V_i = L_i$.

Общее количество ворот $V_{ij} = \sum_{i=1}^k L_i$.

5. Траектории проникновения p_{ij} – линии, соединяющие ПЗ с точкой проникновения через ворота на ограждении.

Общее количество линий равно общему количеству ворот, то есть:

$$p_{ij} = \sum_{i=1}^k L_i.$$

6. C_{ijn} – точки пересечения рубежей обнаружения технических средств охранной сигнализации C_n , лежащие на линиях p_{ij} ,

где $i = 1, 2, \dots, k$; $j = 1, 2, \dots, l_i$; $n = 1, 2, \dots, k$.

Если линии $p_{ij} = \text{ПЗ} - V_{ij}$ соединяют ПЗ и ворота V_{ij} , то C_{ijn} лежат на пересечении p_{ij} и C_n . Тогда общее количество $C_{ijn} = k p_{ij}$.

Понятие «точка пересечения рубежей обнаружения технических средств охранной сигнализации» C_{ijn} введено для уменьшения количества менее вероятных траекторий проникновения и проведения расчётов в режиме реального времени. В дальнейшем на этапе алгоритмизации точки проникновения V_{ij} и C_{ijn} на одном и том же ограждении обозначены как «s» последовательно и только двумя индексами. Таким образом, $C_{sjs} = V_{sj}$, где $s = 1, 2, \dots, k$.

7. v_i^+ и v_i^- – скорость проникновения через полосу Π_i к ПЗ и скорость проникновения через полосу Π_i от ПЗ соответственно, где $i = 1, 2, \dots, k$.

8. Координаты местоположения элементов модели охраняемого объекта и модели нарушителя.

Пусть $A:[Ax, Ay]$ – координаты местоположения точки обнаружения нарушителя на объекте, тогда:

координаты ПЗ: $[TOx, Toy] = [0,0]$;

координаты V_{ij} : $[V_{ij}x, V_{ij}y]$;

координаты C_{ijn} : $[C_{ijn}x, C_{ijn}y]$;

линии r_{ij} : $X = V_{ij}xt, Y = V_{ij}yt, t > 0$ при ПЗ: $[TOx, Toy] = [0,0]$.

9. Вероятность обнаружения и вероятность проникновения.

Если $R_{ОБН}^+A$ – вероятность обнаружения в точке A в направлении к ПЗ и $R_{ОБН}^-A$ – в направлении от ПЗ, то вероятность проникновения в точку A в соответствии с (1) будет равна:

$$\begin{aligned} R_{ПР}^+A &= 1 - R_{ОБН}^+A; \\ R_{ПР}^-A &= 1 - R_{ОБН}^-A. \end{aligned}$$

Если $R_{ОБН}P_i$: $(R_{ОБН}^+P_i, R_{ОБН}^-P_i)$ – вероятность обнаружения в единицу времени пребывания в полосе P_i , то:

$$\begin{aligned} R_{ПР}PЗ &: (R_{ПР}^+PЗ, R_{ПР}^-PЗ); \\ R_{ПР}O_i &: (R_{ПР}^+O_i, R_{ПР}^-O_i); \\ R_{ПР}V_{ij} &: (R_{ПР}^+V_{ij}, R_{ПР}^-V_{ij}); \\ R_{ПР}C_{ij} &: (R_{ПР}^+C_{ij}, R_{ПР}^-C_{ij}). \end{aligned}$$

10. Время преодоления ограждений и рубежей обнаружения технических средств охранной сигнализации.

Если T^+A – время проникновения на объект A в направлении к ПЗ, а T^-A – в направлении от ПЗ, то:

$$\begin{aligned} TPЗ &: (T^+PЗ, T^-PЗ); \\ TO_i &: (T^+O_i, T^-O_i); \\ TV_{ij} &: (T^+V_{ij}, T^-V_{ij}); \\ TC_{ij} &: (T^+C_{ij}, T^-C_{ij}). \end{aligned}$$

Входные параметры математической модели и абстрактные связи между ними интерпретированы в виде графов для трёх сценариев на основе рекурсивной процедуры. В результате анализа определяются координаты нарушителя при выполнении входного условия для каждого сценария в отдельности на модели объекта с разными (случайными) параметрами: количество ограждений, ворот, вероятности обнаружения (рисунок 1, 2).

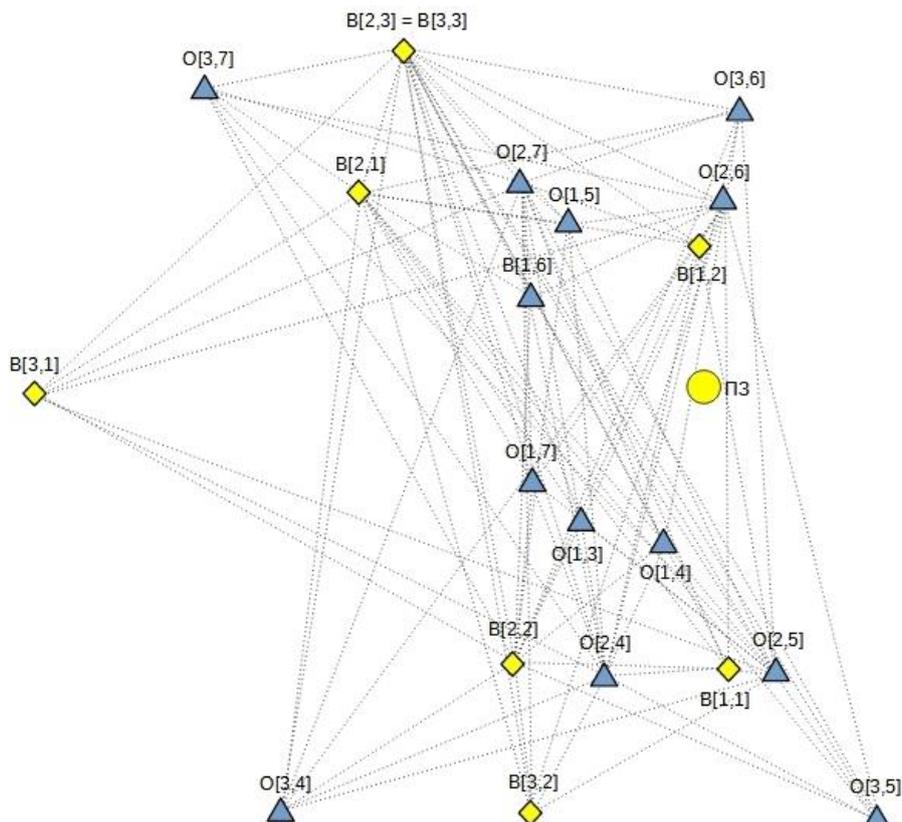


Рисунок 1 – Топологические характеристики математической модели

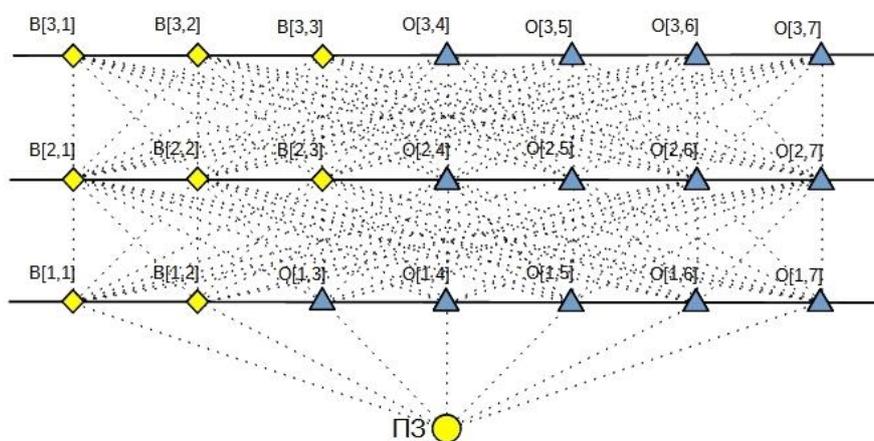


Рисунок 2 – Граф корреляции параметров объектов моделирования

Пространственный анализ: расчёт глубины проникновения нарушителя на охраняемый объект в момент обнаружения. Задача: для заданной (требуемой) вероятности обнаружения $P_{Обн}$ определить множество точек, принадлежащих траектории движения нарушителя через охраняемые полосы и рубежи обнаружения технических средств охранной сигнализации (рисунок 3, 4).

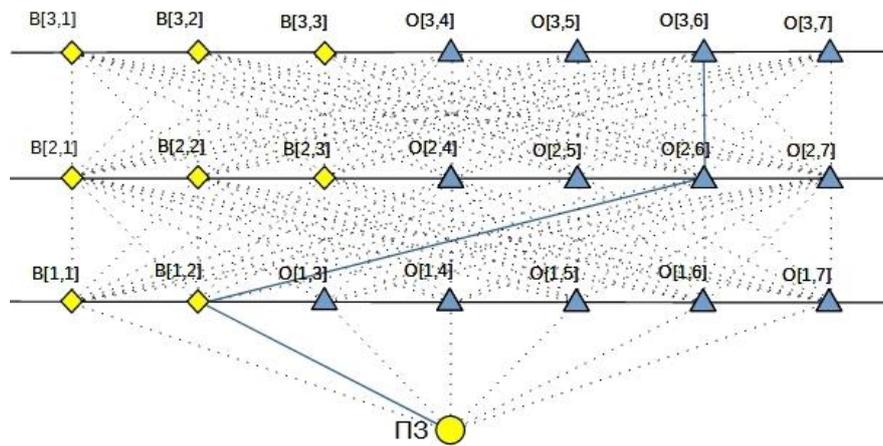


Рисунок 3 – Граф для пространственного анализа (вариант 1)

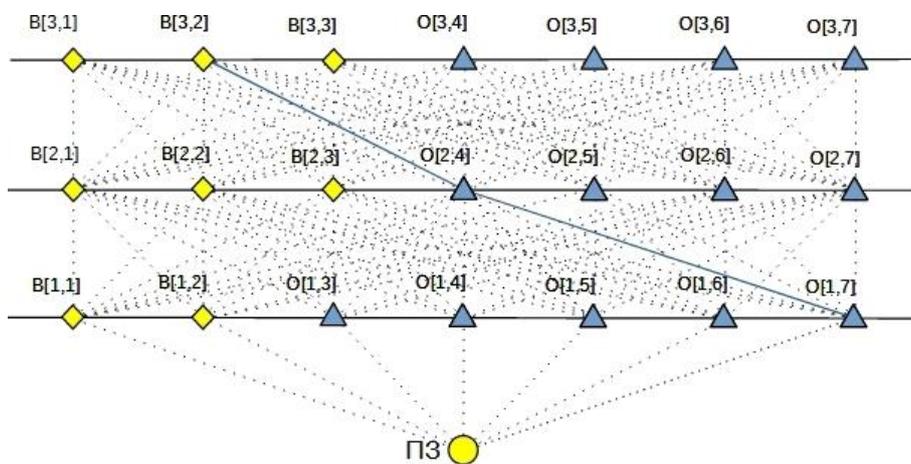


Рисунок 4 – Граф для пространственного анализа (вариант 2)

Временной анализ: расчёт расстояний между нарушителем и предметом защиты (например, ядерный реактор), от точки проникновения до предмета защиты в КТО. Задача: для заданного времени T определить множество точек, принадлежащих траектории движения нарушителя через охраняемые полосы и рубежи обнаружения технических средств охранной сигнализации (рисунок 5, 6).

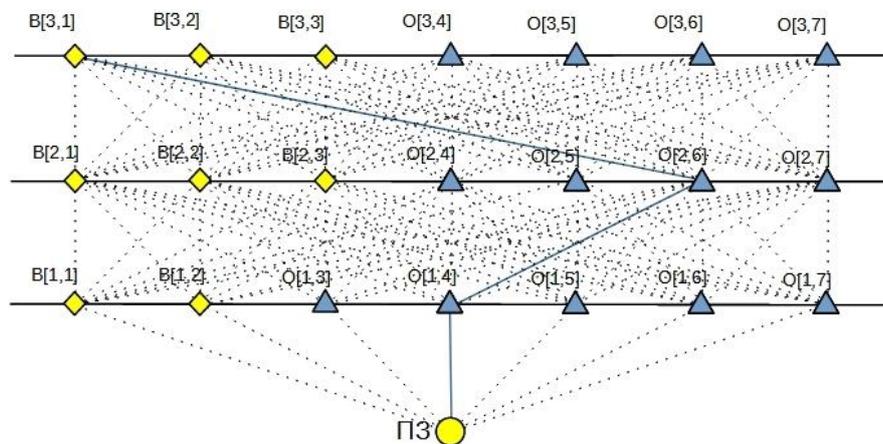


Рисунок 5 – Граф для временного анализа (вариант 1)

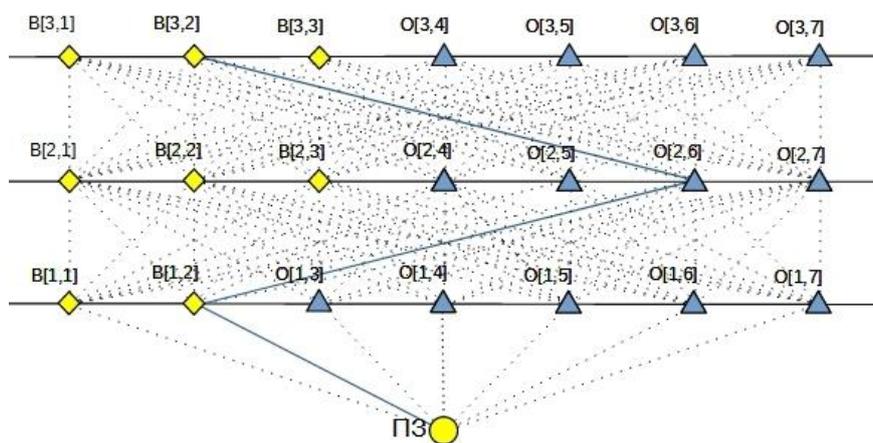


Рисунок 6 – Граф для временного анализа (вариант 2)

Комбинированный анализ: расчёт расстояний между нарушителем и предметом защиты на направлениях к объекту и от объекта в момент обнаружения. Задача: для заданной (требуемой) вероятности обнаружения $P_{\text{Обн}}$ определить множество точек, принадлежащих траектории движения нарушителя через охраняемые полосы и рубежи обнаружения технических средств охранной сигнализации на направлениях к объекту и от объекта (если он есть) (рисунок 7, 8).

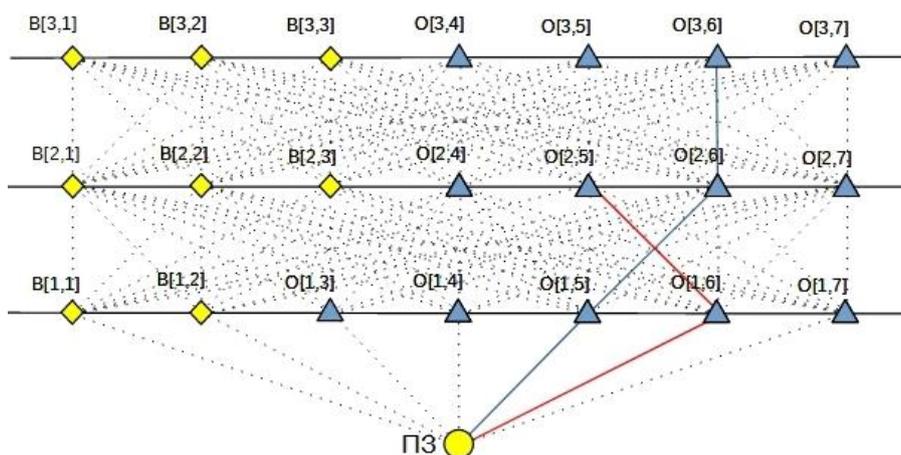


Рисунок 7 – Граф для комбинированного анализа (вариант 1)

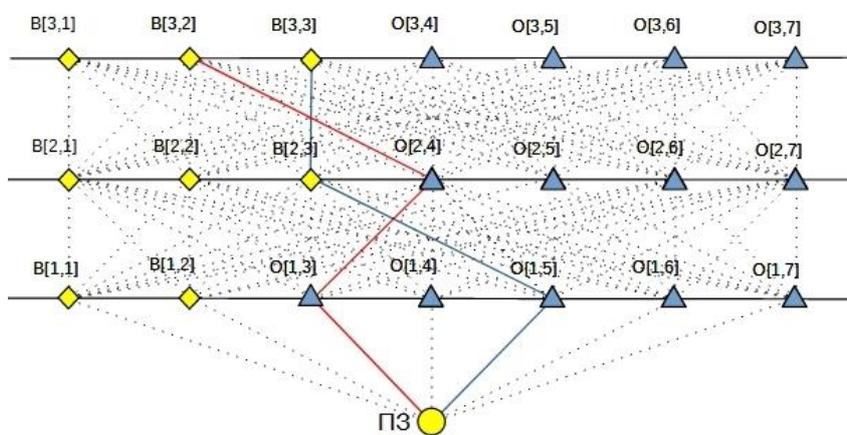


Рисунок 8 – Граф для комбинированного анализа (вариант 2)

Входные параметры [6] математической модели для комбинированного анализа сведены в таблицу 1. При этом, если полоса Π_s выключается при движении к ПЗ, то $P_{\Pi P}^+ \Pi_s = 1$, аналогично при движении от ПЗ: $P_{\Pi P}^- \Pi_s = 1$.

Таблица 1 – Входные параметры для комбинированного анализа

Состояние ворот B_{ij}	при движении к ПЗ, $\forall i, j$	при движении от ПЗ, $\forall i, j$
закрыты	$P_{\Pi P}^+ O_s = 1$	$P_{\Pi P}^- O_s = 1$
	$P_{\Pi P}^+ B_{sj} = 1$	$P_{\Pi P}^- B_{sj} = 1$
	$P_{\Pi P}^+ C_{ijs} = 1$	$P_{\Pi P}^- C_{ijs} = 1$
	$P_{\Pi P}^+ \Pi_s = 1$	$P_{\Pi P}^- \Pi_s = 1$
	$T^+ O_s = 0$	$T^- O_s = 0$
	$T^+ B_{js} = 0$	$T^- B_{js} = 0$
	$T^+ C_{ijs} = 0$	$T^- C_{ijs} = 0$
открыты	$P_{\Pi P}^+ B_{sc} = 1$	$P_p^- B_{sc} = 1$
	$P_{\Pi P}^+ \Pi_s = 1$	$P_p^- \Pi_s = 1$
	$T^+ B_{sc} = 0$	$T^- B_{sc} = 0$

На основе входных параметров элементов СФЗ построена математическая модель события НСД и произведены расчёты вероятностных показателей уязвимости критически важного объекта.

Переведём координаты ПЗ в начало отсчёта системы $[0,0]$. Тогда координаты $A[Ax, Ay] = [Ax, Ay] - [ПЗx, ПЗy]$. При этом реальное положение $[Ax, Ay]$ точки А рассчитывается в масштабе карты.

Пусть точки А и Б фиксированы во множествах:

$A \in \{B_{ij}, C_{cji}\}$, где $i = 1, 2, \dots, k$ и $B \in \{B_{i-1j}, C_{r'j' i-1}\}$, тогда расстояние d между А и Б рассчитывается по классической евклидовой норме $\forall (A, B)$.

Пусть $D = d(A, B)$, тогда время прохождения от точки А к точке Б через полосу Π_i со скоростью v^+ :

$$T^+ D = D/v_i^+.$$

Аналогично, время прохождения от точки Б к точке А через Π_i со скоростью v^- :

$$T^- D = D/v_i^-.$$

Вероятность обнаружения при движении через полосу Π_i к ПЗ:

$$P_{\text{Обн}}^+ D = 1 - (1 - P_{\text{Обн}}^+ \Pi)^{T^+ D}.$$

Вероятность обнаружения при движении через полосу Π_i от ПЗ:

$$P_{\text{Обн}}^- D = 1 - (1 - P_{\text{Обн}}^- \Pi)^{T^- D}.$$

Выходные параметры [6] математической модели по трём сценариям сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Выходные параметры математической модели

Показатели	Вариант 1	Вариант 2
Пространственный анализ		
$P_{\text{Обн}}$	0.97015	0.96000
T, c	123	73

Траектория (расстояние), м	$O[3,6] \rightarrow O[2,6] (24,33) \rightarrow V[1,2] (8,06) \rightarrow ПЗ (34,06)$	$V[3,2] \rightarrow O[2,4] (45,18) \rightarrow O[1,7] (37,40 \text{ из } 43,29)$
Временной анализ		
$R_{OБН}$	0,99886	0,99885
КТО, с	120	
Траектория (расстояние), м	$V[3,1] \rightarrow O[2,6] (115,17 \text{ из } 185,37) \rightarrow O[1,4] (58,19) \rightarrow ПЗ (19,10)$	$V[3,2] \rightarrow O[2,6] (132,97) \rightarrow V[1,2] (8,06) \rightarrow ПЗ (34,06)$
Комбинированный анализ		
$R_{OБН}$	0.99938	
T, с	229	260
Траектория (расстояние), м	$O[3,6] \rightarrow O[2,6] (24,33) \rightarrow O[1,5] (27,89) \rightarrow ПЗ (39,96) \rightarrow O[1,6] (34,21) \rightarrow O[2,5] (75,47)$	$V[3,2] \rightarrow O[2,4] (45,18) \rightarrow O[1,3] (30,02) \rightarrow ПЗ (25,55) \rightarrow O[1,5] (39,96) \rightarrow V[2,3] (48,26) \rightarrow V[3,3] (0,00); V[2,3] = V[3,3]$

Последующая реализация разработанной методики предполагает проверку корректности математической модели и функциональности алгоритмов средствами соответствующего пользовательского интерфейса, основанного на принципе интуитивной связи между динамическими и статическими параметрами.

Интерпретация абстрактной корреляции входных параметров математической модели является основной идеей оригинальной методики выявления и оценки скрытых уязвимостей критически важных объектов. Точность выявления и оценки скрытых уязвимостей связана с конфиденциальностью технических характеристик (специальных данных) и определяется дальнейшей конкретизацией входных параметров математической модели. При этом конечность абстракций в корреляции параметров на входе приводит к снижению числа валидных рациональностей на выходе модели. Тестирование разработки методами имитационного моделирования открывает новые возможности для разрешения проблемы экспоненциального роста числа альтернативных решений после увеличения количества комбинаций входных параметров математической модели.

Библиографический список

1. Kostadinov, V. Developing new methodology for nuclear power plants vulnerability assessment // Nuclear Engineering and Design. – 2011. – vol. 241. – № 3. – P. 950-956.
2. Hromada M., Lukas L. Critical infrastructure protection and the evaluation process // International Journal of Disaster Recovery and Business Continuity. – 2012. – vol. 3. – P. 37-46.
3. Oyeyinka O.D., Dim L.A. Determination of system effectiveness for physical protection systems of a nuclear energy centre // Science and Technology. – 2014. – vol. 4. – № 2. – P. 9-16.
4. Woo T.H. Systems Thinking Safety Analysis: Nuclear Security Assessment of Physical Protection System in Nuclear Power Plants [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hindawi.com/journals/stni/2013/473687/> (дата обращения: 02.04.2022).
5. Макаренко, С.И. Принципы построения и функционирования аппаратно-программных средств телекоммуникационных систем: учебное пособие. Часть 2: Сетевые операционные системы и принципы обеспечения информационной безопасности в сетях / С.И. Макаренко, А.А. Ковальский, С.А. Краснов. – Санкт-Петербург: Научно-технологические технологии, 2020. – 357 с.
6. Пушкарёв А.М. Способы применения технических средств охраны для обнаружения проникновений на охраняемые объекты / А.М. Пушкарёв, А.Г. Здоровцов // Техника XXI века глазами молодых ученых и специалистов. – 2021. – № 19. – С. 158-164.

УДК 007.52

СТРАТЕГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ИНОСТРАННЫМИ ГОСУДАРСТВАМИ

Ковалев С.В., преподаватель кафедры инженерного обеспечения служебно-боевой деятельности войск национальной гвардии Российской Федерации.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: ingener_s_v@mail.ru

В статье автор рассматривает современную стратегию иностранных государств по применению наземных робототехнических комплексов (далее – НРТК) с целью повышения угроз общественной и государственной безопасности Российской Федерации. Представлена вероятная модель угрозы наземных робототехнических комплексов. Информация в статье может быть полезна при разработке предложений в концепцию развития принципов и методов противодействия НРТК противника, позволяющих наиболее эффективно выполнять задачи подразделениям войск национальной гвардии Российской Федерации.

Ключевые слова: модель угрозы; наземный робототехнический комплекс; общественная и государственная безопасность; сетцентрическая война; система видеоконтроля и наблюдения в движении

STRATEGY FOR THE USE OF GROUND-BASED ROBOTIC SYSTEMS BY FOREIGN STATES

Kovalev S.V., Instructor of Military Engineering Department of the National Guard, of the Russian Federation.

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm.

E-mail: ingener_s_v@mail.ru

In the article, the author examines the modern strategy of foreign states on the use of ground-based robotic systems (hereinafter - NRTC) in order to increase threats to public and state security of the Russian Federation. A probable threat model of ground-based robotic complexes is presented. The information in the article can be useful in developing proposals for the development of the principles and methods of countering the enemy's NRTC, which allow the units of the National Guard of the Russian Federation to perform tasks most effectively.

Keywords: threat model; ground-based robotic complex; public and state security; network-centric warfare; video monitoring and surveillance system in motion

В конце 2020 года Министерством обороны США была разработана «Информационная стратегия Пентагона» (the Dod Data Strategy, в дальнейшем – стратегия).

Разработанная стратегия соответствует современным требованиям Национальной стратегией обороны Министерством обороны США.

Обеспечение своевременного доступа к достоверной и защищенной информации является целью данной стратегии.

Принятая стратегия обеспечивает всем боевым подразделениям свободную возможность входа во все информационно-коммуникационные сети с целью обеспечения интеграции с системами вооружения

Это позволяет обеспечить информацией подразделения управления центрального подчинения для охвата всего спектра планирования и организации деятельности Министерства обороны.

Порядок использования информационных ресурсов, действие существующих стандартов, а также состояние общей политики влияет на практическую реализацию программы «Цифровая модернизация».

Совместимость протоколов «открытых данных» с эксплуатацией систем обнаружения и боевых платформ будет являться основополагающим требованием к их разработке, приобретению и дальнейшей эксплуатации.

Полезное применение общих сведений из всевозможных документов с использованием системных сравнительных способов позволяет дать преимущество получить актуальную информацию, что в дальнейшем позволит выполнить разносторонние задачи.

Эта стратегия раскрывает основные проблемы и их решение с помощью определенных подходов, а также область использования данных с учетом задач и возможностей Пентагона. На первый план выходит проблема по разработке и применению современных технологий НРТК. В настоящее время научный потенциал США и других стран НАТО наращивает темп исследований в повышении надежности систем управления, помехозащищенности каналов связи и увеличению дальности действия разрабатываемых НРТК.

Особенностью одного из результатов исследований является применение в принятой стратегии концепции сетецентрической войны. Суть данной концепции заключается в теоретическом развитии качества военных методов и способов руководства.

Сетецентрическая война, в отличие от войн предшествующего периода, ведется не государствами и даже не блоками, а глобальными структурами, которые могут быть как институционализированы тем или иным образом, так и иметь подрывной террористический характер [1].

Такая доктрина ведения боевых действий предусматривает увеличение боевой мощи группировки объединенных сил за счет создания информационно-коммуникационной сети, обобщающей источники разведки (информации), органы управления и средства подавления (поражения) противника.

Сетецентрическая война подразумевает использование большого количества объединенных в сеть НРТК, поставляющих информацию о вражеских территориях.

При получении информации робототехническими комплексами, она передается на бортовые информационные управляющие системы боевого управления сил, которые применяются в боевых действиях (морские и воздушные средства, робототехнические комплексы различного принципа действия, личный состав сухопутных войск и специального назначения), находящихся в общей информационной боевой области.

В связи с концепцией стратегия предусматривает преобразование Пентагона в сетецентрическое ведомство.

На сегодняшний день прослежена тенденция проведения недостаточно качественных теоретических и практических действий по сбору, анализу и обработке критически важных, точных и закрытых сведений необходимых как руководству оперативно-тактического звена, так и личному составу боевых подразделений и подразделений обеспечения с целью их действий в режиме реального времени.

Главным условием, предъявляемым к программному и аппаратному обеспечению

Министерства обороны США, является то, что оно должно быть спроектировано, приобретено и проверено, а в дальнейшем обновляться и использоваться с учетом фактической функции определенного порядка доступа к различным сведениям.

Часто, при решении задачи взаимодействия «человек – машина» происходит замедление сложного процесса анализа сведений и увеличения риска появления ошибочных данных. В результате чего скорость реакции на различные виды угроз замедляется.

В связи с этим такие страны как США, Великобритания, Франция, Германия, Китай и Израиль повысили финансирование производства робототехнических комплексов различного назначения не менее чем в 20-30 раз [2].

Одним из главных направлений рассматриваемых военным руководством иностранных государств является максимальное исключение действий личного состава подразделений в районах применения противником различных огневых средств. Данное условие будет соблюдаться только при роботизации вооружения и военной техники

В таблице 1 представлены планы руководства Министерства обороны США по развитию НРТК по основным направлениям [3].

Таблица 1 – Планы руководства Министерства обороны США по развитию НРТК

Направление развития	Годы		
	2015–2020	2021–2030	2031–2035
Способ управления	По радиосвязи с использованием пульта управления	Зашифрованная голосовая и/или условными сигналами кистями рук	Разнообразные наборы звуковых, визуальных и других типов команд
Число взаимодействующих средств	Один робот с оператором	Несколько роботов с одним оператором	Взаимодействие групп роботов
Диапазон частот	Фиксированные в радиодиапазоне	Автоматическая смена частоты сигнала	Многочастотная с изменением режима связи
Сложность задач	Определена оператором перед запуском на задание	Изменения не определены	Автономная настройка режима работы в зависимости от условий
Условия для работы	Ограничены внешней средой	Частично ограничены суровыми условиями	Не зависят от складывающейся обстановки
Заметность сигнала	Высокая	Средняя	Низкая
Продолжительность работы	Часы	Дни, месяцы	Годы
Возможности, состав аппаратуры	Датчики обеспечивают движение, обнаружение и частично распознавание объектов при прямой видимости	Обеспечение данными об обстановке за пределами прямой видимости	Обмен данными между всеми средствами, расширяется база данных во время операции
Маневренность	Несложные повороты, зависимость от наличия преград	Датчики способны обеспечивать данными о	Автономное прогнозирование обстановки и

		сложившейся обстановке без задержек	оптимизация маршрута передвижения
Скорость км/ч	30–30	50–70	120–140
Роль оператора	Дистанционное управление или контроль	Временный или периодический контроль	Запуск на задание; автоматизированная обработка данных
Условия работы	Необходима прямая видимость или прохождение радиосигнала	Допускается временное нарушение связи	Допускается отсутствие с оператором

Результаты исследований находят отображение в уставных документах. В частности в «Концепции боевого применения Сухопутных войск США», опубликованной в 2014 году, отражено увеличение возможности применения НРТК подразделениями.

В ней отмечается острая потребность развития образцов НРТК не только по тактико-техническим характеристикам, но и их группового (совместного) использования, независимо от принадлежности к конкретному формированию [4].

Актуальность заключается в повышении уровня развития коммуникативных возможностей между оператором и машиной, что дает возможность наиболее полно реализовывать возможности НРТК. Цель наращивания умственного процесса НРТК заключается в возможности самостоятельно принять решение, результатом которого будет способность действовать в ходе выполнения поставленных задач в качестве автономной боевой единицы.

Долгосрочная перспектива (2035–2045) предусматривает внедрение боевых и разведывательных НРТК в целях совместных действий с личным составом подразделений, автономными группами НРТК, а также с минимальным участием оператора.

Высокую степень готовности отдельных образцов НРТК к использованию в одиночном варианте и в составе групп при выполнении различных задач боевого обеспечения, а также материально-технического снабжения войск показывают результаты научных исследований и практических испытаний. Разработка форм и способов группового применения НРТК является одной из приоритетных задач по повышению эффективности результатов проведения боевых действий.

В таблице 2 представлены основные направления развития и наращивания возможностей НРТК [4].

Таблица 2 – Основные направления развития и наращивания возможностей НРТК

Область развития	Периоды		
	до 2025 г.	до 2035 г.	до 2045 г.
Огневое поражение противника	Расположение различного вооружения калибром до 50 мм на базе НРТК; использование РТК в целях определения координат объекта поражения и корректировки наведения боеприпаса на цель	Наращивание возможностей по маневру; развитие способности РТК к действиям в составе боевых групп	Участие боевых РТК в выполнении задач огневого поражения противника; увеличение процесса объединения различных типов РТК с целью их совместного использования

Защита личного состава	Принятие на вооружение РТК необходимых для защиты личного состава от воздействия огневых средств противника		Использование групп РТК при воздействии противника отражение атаки, устранение последствий применения оружия массового поражения и т. д.
Медицинское обеспечение	Эвакуация с поля боя и транспортировка раненых	Извлечение пострадавших из труднодоступных мест; диагностика и жизнеобеспечение пострадавших	Оказание медицинской помощи раненым без участия человека
Материально-техническое обеспечение	Применение РТК различных классов в составе транспортных колонн. Управление РТК осуществляет оператор	Производство погрузочно-разгрузочных работ, подвоз материально-технического имущества с учетом возникающих потребностей в автономном режиме	Функционирование в составе автоматизированной системы материально-технического обеспечения войск; создание автоматической системы логистики (оформление заявок) по доставке имущества

Таким образом, при проведении анализа можно прогнозировать появление определенной модели угрозы НРТК, которая будет обладать рядом свойств, влияющих на снижение уровня общественной и государственной безопасности Российской Федерации:

гибкие (самоконфигурирующиеся под конкретную задачу);

обладающие креативным интеллектом;

способные приспосабливаться и работать в неструктурированной среде;

эффективно и безопасно взаимодействовать между собой и с человеком.

Направления развития позволяют определить способности вероятной модели угрозы НРТК к:

восприятию;

привыканию (прежде всего, за счет сенсорного обеспечения, изменение состава и способа контакта, объединение систем и развития интеллектуальных способностей);

перемещению (в том числе, за счет качественного (разъяснительного) руководства маневрированием);

изменению конфигурации;

автономному принятию решения;

обусловленной интеграции РТК с оператором (в том числе, руководство от оператора с помощью взаимодействия с виртуальной реальностью) и другими РТК (особенно при управлении и применении групп роботов);

социальным способностям.

Рассматривая вероятную модель угрозы НРТК, необходимо акцентировать внимание

на то, что принципы построения системы наземных робототехнических комплексов заключаются в применении унифицированных платформ, позволяющих выполнять определенный ряд видов обеспечения:

- боевое (огневое) обеспечение;
- ведение разведывательно-диверсионных мероприятий;
- материально-техническое обеспечение.

Разнообразие и сложность функционирования систем построения НРТК требует тщательного подхода к их изучению и проектированию. Особый интерес представляют большие системы. Точных количественных оценок это понятие не имеет.

При рассмотрении системы построения разведывательных и боевых НРТК можно быть уверенным, что она также может быть отнесена к разряду больших систем, если обладает следующими признаками (свойствами):

- имеет сложную структуру и состоит из ряда взаимосвязанных подсистем;
- характеризуется сложными процессами взаимодействия, которые имеют не только определяющий, но и вероятностный характер;
- имеет ясно выраженное целевое назначение;
- характеризуется многоэтапностью жизненного цикла (проектирование и разработка, изготовление, испытание, эксплуатация, усовершенствование).

Таким образом, к большим системам можно отнести систему построения разведывательного и боевого НРТК (рисунок 1).

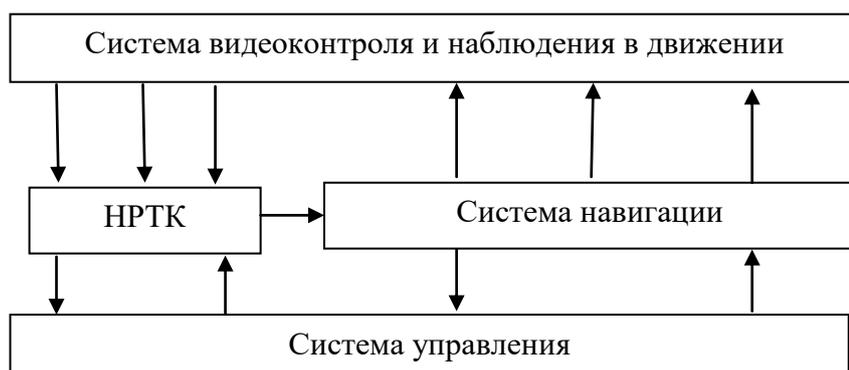


Рисунок 1 – Система построения разведывательного и боевого НРТК

По функциональные признаки ее можно распределить на следующие составные части:

- исполнительная часть;
- информационная часть;
- управляющая.

Исполнительная часть имеет некоторые возможности или ресурсы, которые расходуются в соответствии с целевым назначением системы.

Информационная часть НРТК обеспечивает систему управления и непосредственно исполнительную подсистему информацией о состоянии внешней среды (система видеоконтроля и наблюдения в движении – далее СВКНД) и результатами взаимодействия с ней.

Сведения, которые поступают от информационной и исполнительной части перерабатываются управляющей частью. В дальнейшем, в соответствии с полученными сведениями производится распределение возможностей и ресурсов информационной и исполнительной части.

В свою очередь, информационная часть НРТК также может рассматриваться, как большая система, которая непосредственно предназначена для разведки и оценки обстановки, а также обеспечения боевых действий системы навигации.

Структура СВКНД НРТК при его перемещении состоит из большого количества систем различного назначения. Процессы функционирования СВКНД включают в себя нахождение объекта, установление текущих координат в режиме реального времени, взаимодействие между системами управления.

Имея иерархическую структуру, т. е. являясь подсистемой системы управления НРТК, сама состоит из подсистем:

подсистема автономного управления (система технического зрения автономного управления; система автономного управления);

система переключения каналов управления;

подсистема дистанционного управления (система наружного наблюдения; система управления движением и нагрузкой; система навигации и ориентации; целевое оборудование);

радиоэлектронная техника – средства радиолокации;

комплексы средств автоматизации;

передающие устройства;

приемные устройства;

устройства защиты от помех;

антенно-волноводные устройства;

функциональные узлы (звенья) – генераторы, усилители, фильтры и т. д.;

отдельные модули (модуль передачи и приема информации, модуль транспортирования, дистанционный модуль управления огнем и т. д.).

Информационные модели угроз осуществляются разведывательными НРТК.

В ходе выполнения задач осуществляются:

применение подслушивающих устройств, дистанционная фото- и видеосъемка;

перехват побочных электромагнитных излучений и наводок;

перехват данных, которые передаются по каналам связи, проведение анализа в целях выяснения протоколов обмена, правил вхождения в связь и авторизации пользователя, а также последующих попыток их имитации для проникновения в систему;

действия по нарушению нормальной работы системы (изменение режимов работы устройств или программ, создание активных радиопомех на частотах работы устройств системы охраны объекта и т. п.).

Анализ системы противоракетной обороны и ядерный потенциал США в контексте современной концепции формирования вооруженных сил имеет большой боевой потенциал [5].

Для поддержания боевой готовности отечественных образцов вооружения, необходимо постоянно рассматривать данные вопросы [6].

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что наиболее реальной моделью угрозы с целью снижения уровня общественной и государственной безопасности в Российской Федерации будет являться информационная.

Таким образом, своевременная идентификация и классификация модели угрозы НРТК как информационную, позволяет обеспечить эффективную защиту информационных ресурсов войск национальной гвардии Российской Федерации.

Библиографический список

1. Макаренко, С.И., Иванов, М.С. Сетевая война – принципы, технологии, примеры и перспективы. Монография. – Санкт-Петербург: Научно-технологические исследования, 2018. – 898 с.
2. Красильников, Р.В. Системы борьбы с необитаемыми аппаратами – асимметричный ответ на угрозы XXI века. Научное издание. – Санкт-Петербург: Инфо-да, 2013. – 106 с.
3. Русинов, В. Состояние и планы развития наземных робототехнических комплексов США [Электронный ресурс]. - Зарубежное военное обозрение: информационно-

аналитический иллюстрированный журнал Министерства обороны России. – 2013. – № 3. – С. 44–56 (дата обращения 02.04.2022).

4. Новый оборонный заказ. Стратегии. - 2020. - № 4 (63). - Санкт-Петербург / Роботы наступают [Электронный ресурс]. - Url: <https://dfnc.ru/arhiv-zhurnalov/2020-4-63/roboty-nastupayut/> (дата обращения 03.04.2022).

5. Здоровцов, А.Г. Система противоракетной обороны и ядерный потенциал США в контексте современной концепции формирования вооруженных сил / А.Г. Здоровцов // Иностранный язык как средство профессиональной коммуникации: Сборник статей межвуз. научно-практич. конф., 28 мая 2020 года. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2020. – С. 11-18. – EDN WMPKSW.

6. Трофименко, А.А. Актуальные вопросы развития средств обслуживания и ремонта вооружения / А.А. Трофименко, С.М. Белобородов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – 2021. – № 64. – EDN YFOFPJ.

УДК 623+629.3+681.5

ПРИМЕНЕНИЕ НА ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ ВОЙСК БОРТОВЫХ ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Ладанов В.И., доцент кафедры конструкций автобронетанковой техники факультета (технического обеспечения) (доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: viladanov61@yandex.ru

В статье рассмотрены некоторые аспекты причин, обуславливающих необходимость улучшения технических характеристик военной автомобильной техники войск и применении на ней бортовых информационно-управляющих систем. Определены основные показатели повышения технического уровня перспективных образцов ВАТ нового поколения для войск за счёт внедрения в систему управления машинами бортовых информационно-управляющих и интеллектуальных систем на базе современной микроэлементной электроники, с возможным интегрированием их в систему управления войсками по направлениям деятельности.

Ключевые слова: автомобильная техника; военная автомобильная техника; бортовая информационно-управляющая система автомобиля; тактико-технические характеристики; технический уровень; показатель; интегрирование; развитие.

APPLICATION ON MILITARY VEHICLES ON-BOARD INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS

Ladanov V.I., Associate Professor of designs of armored equipment of the Armor Maintenance Department (Associate Professor).

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

E-mail: viladanov61@yandex.ru

The article discusses some aspects of the reasons for the need to improve the technical characteristics of the military automotive equipment of the troops and the use of on-board information and control systems on it. The main indicators of improving the technical level of promising models of the new generation of BAT for the troops are determined by introducing on-board information and control and intelligent systems based on modern microelement electronics into the machine control system, with their possible integration into the troop control system in areas of activity.

Keywords: automotive technology; military vehicles; on-board information and control system of the car; performance characteristics; technical level; indicator; integration; development.

Войска национальной гвардии Российской Федерации находятся на переднем крае борьбы со всеми современными вызовами и угрозами при обеспечении общественной безопасности и охране общественного порядка в стране, с явлениями терроризма и экстремизма. Одним из важнейших элементов эффективного технического обеспечения выполняемых служебно-боевых задач войсками является автотехническое обеспечение, главным обеспечивающим средством которого является автомобильная техника. Современная автомобильная техника войск национальной гвардии Российской Федерации – это совокупность автотранспортных средств, используемая при выполнении служебно-боевых задач (оперативно-служебных, служебных, боевых задач) мирного времени в структурных подразделениях Росгвардии [1].

Тенденции развития наземных транспортных комплексов и, прежде всего, автомобильных конструкций, опыт разработки новой техники ведущими зарубежными фирмами Volvo, Scania, Мерседес-Бенц, Renault, DAF и др. показывают, что одну из главных ролей в обеспечении конкурентных преимуществ играют бортовые информационно-управляющие системы автомобильной техники на основе современных достижений в микроэлементной электронике. Бортовая информационно-управляющая система автомобиля – это комплекс автоматической оценки состояния транспортного средства и его агрегатов, оценки параметров движения, для информирования водителя об этих состояниях и выработки управляющих воздействий в реальном времени на исполнительные механизмы автомобиля в процессе выполнения различных задач. Данными системами оснащаются все современные защищенные тактические и ударные автомобили ведущих западных стран мира [2]. Автомобильная электроника выполняет важнейшую роль в сфере автоматического управления агрегатами, механизмами и системами современного автомобиля. Дальнейшее возрастание этой роли обусловлено тенденциями развития и, прежде всего, требованием обеспечения «интеллектуальности», как важнейшего качества перспективных автомобилей, гусеничных машин и становится одним из главных направлений повышения их потребительских свойств, технических и экологических качеств. Качественно новый уровень «интеллектуализации» перспективных образцов военной автомобильной техники (ВАТ) может быть достигнут только на основе современных информационных технологий и микросистемной техники.

Важнейшим перспективным направлением развития автоматизации на ВАТ является разработка унифицированных средств модульной микроэлектроники для построения «интеллектуальных» интегрированных бортовых информационно-управляющих систем (БИУС) нового поколения с целью повышения технического уровня и эффективности использования всего парка образцов ВАТ нового поколения.

Данное направление одновременно предусматривает обеспечение дальнейшей расширяемости и развиваемости на основе открытой архитектуры БИУС путём применения стандартизованных технических решений, унифицированных электронных модулей, стандартных протоколов информационного обмена, серийной датчиковой аппаратуры, модульной структуры программного обеспечения, новых методов обработки информации и принятия решений.

Показатели повышения технического уровня и эффективности использования перспективных образцов ВАТ нового поколения за счёт внедрения электроники базируется на результатах теоретических исследований научно-исследовательских организаций силовых структур РФ, в первую очередь, Министерства обороны и разработках промышленности [3, 4].

Результатами технического проектирования по опытно-конструкторским работам (ОКР) [5], проведенных в интересах Минобороны России, установлено, что введение комплекта локальных электронных систем управления (ЭСУ) в составе: ЭСУ двигателем (ЭСУД), ЭСУ пусковым подогревателем (ЭСУПП), ЭСУ коробкой передач (ЭСУКП), ЭСУ давлением в шинах (ЭСУДШ), ЭСУ тормозной системой (ЭСУТ), ЭСУ

электрооборудованием (ЭСУЭ), электронной системы общего управления контролем и диагностированием (ЭСУКД) в образцы ВАТ позволит добиться повышения их надёжности, контролепригодности, тактико-технических характеристик и тем самым поднять их технический уровень на более высокий уровень.

Повышение тактико-технических характеристик, а, следовательно, и технического уровня модернизируемых и перспективных образцов ВАТ за счёт внедрения ЭСУ и БИУС на основе новых информационных и микросистемных технологий возможно достичь:

- по показателям надёжности на 50-100 %:

а) исключением отказов и аварийных ситуаций при неправильных действиях водителей в процессе управления образцами ВАТ;

б) предупреждением или недопущением аварийных ситуаций и своевременным ремонтом агрегатов, узлов и систем образцов ВАТ, о неисправном состоянии которых получена предупреждающая информация;

в) увеличением ресурса и периодичности технического обслуживания образцов ВАТ, благодаря управляющим воздействиям ЭСУ на агрегаты, механизмы и системы, приводящим к оптимизации их режимов работы и уменьшению износов;

г) снижением количества ненадёжных элементов (разъёмов, механических реле) и значительным уменьшением длины проводов в электрооборудовании образцов ВАТ;

- по показателям контролепригодности на 50-100 %:

а) уменьшением средней оперативной трудоёмкости диагностирования агрегатов, механизмов и систем на основе ЭСУКД;

б) повышением коэффициента безразборного диагностирования агрегатов, механизмов и систем на основе ЭСУКД;

в) возможностью проведения на основе ЭСУКД непрерывного мониторинга технического состояния агрегатов, механизмов и систем, обеспечивающих подвижность и безопасность движения образцов ВАТ;

- по показателям подвижности на 30-50 %:

а) увеличением удельной мощности путём повышения мощности двигателя при сохранении его литража или уменьшением литража двигателя при сохранении его мощности на основе аккумуляторной системы топливоподачи с многократным впрыскиванием топлива под высоким давлением типа Common Rail, камер сгорания с элементами «интеллекта», изменяемых фаз газораспределения, регулируемой воздухоподачи от электроприводных электронно-управляемых турбокомпрессоров;

б) повышением скоростей движения за счёт увеличения удельной мощности и повышения плавности хода;

в) увеличением запаса хода путём повышения топливной экономичности двигателя на основе аккумуляторной системы топливоподачи с многократным впрыскиванием топлива под высоким давлением типа Common Rail, камер сгорания с элементами «интеллекта», изменяемых фаз газораспределения, регулируемой воздухоподачи от электроприводных электронно-управляемых турбокомпрессоров и веерного отключения топливоподачи в цилиндры двигателя при его работе на частичных нагрузках и холостом ходу;

- по показателям проходимости на 30-50 %:

а) автоматическим изменением дорожного просвета на основе независимой длинноходовой управляемой подвески в соответствии с условиями дорожного движения (коля, брод);

б) автоматическим регулированием давления в шинах в соответствии с условиями дорожного движения (шоссе, грунт, пашня, песок, снег, болото) и от текущей нагрузки на мост;

в) автоматическим регулированием силы тяги и скорости движения в зависимости от сил сопротивления движению;

- по показателям безопасности движения на 30-50 %:

а) улучшением управляемости за счёт применения всеколёсного (многоколёсного)

рулевого управления и технологии X-by-wire (управление по «проводам»), основывающейся на замене элементов гидравлических связей в рулевом управлении на электрические;

б) повышением плавности хода путём автоматического регулирования жесткости и хода независимой длинноходовой управляемой подвески в соответствии с условиями дорожного движения (неровности, выбоины, препятствия и др.);

в) более эффективным торможением посредством внедрения дисковых тормозных механизмов, антиблокировочных систем нового поколения и технологии X-by-wire, заменяющей элементы гидравлических и пневматических связей в тормозных системах на электрические, при этом водитель управляет бортовым компьютером, а не непосредственно автомобилем;

г) повышением динамической устойчивости за счёт автоматического обеспечения стабилизации курса при совершении маневра на основе управления двигателем, тормозной системой, подвеской и трансмиссией;

д) предупреждением (предотвращением) столкновений на основе обеспечения автоматического контроля критической дистанции до впереди идущего транспортного средства;

- по показателям готовности к применению на 30-50 %:

а) уменьшением времени подготовки к движению после длительной стоянки при температуре окружающего воздуха до минус 50 °С за счёт автоматизации процесса разогрева и исключения влияния «человеческого фактора»;

б) обеспечением требуемой приспособленности к эксплуатации на высоте и при преодолении перевалов на основе управления топливо- и воздухоподачей, смесеобразованием и газораспределением в двигателе в зависимости от изменения параметров окружающей среды;

в) обеспечением требуемой приспособленности к многотопливности на основе управления топливо- и воздухоподачей, смесеобразованием и газораспределением в двигателе в зависимости от состава используемой топливной смеси;

- по показателям экологической безопасности до норм «Евро-3» и выше:

а) оптимизацией рабочего процесса двигателя путём управления топливо- и воздухоподачей, а также смесеобразованием и газораспределением на различных режимах его работы;

б) нейтрализацией отработавших газов двигателя посредством применения технологий EGR (рециркуляция и охлаждение отработавших газов), SCR (дожигание отработавших газов (ОГ) в катализаторе с использованием специального раствора AdBlue или противосажевого термически регенерируемого фильтра) и фильтров NOx (с химически активным покрытием и регенерацией на основе плазменно-топливного преобразователя);

в) всерным отключением топливоподачи в цилиндры двигателя при его работе на частичных нагрузках и холостом ходу.

Прогноз возможного повышения показателей технического уровня перспективных образцов ВАТ (автомобилей многоцелевого назначения, специальных легкобронированных автомобилей) за счёт внедрения ЭСУ и БИУС представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Прогноз возможного повышения показателей технического уровня образцов ВАТ

Показатель	Прогнозируемое значение показателя		
	АМН	ЗА	АБШ
Показатели надёжности			
Средняя наработка на отказ, тыс. км	до 30	до 20	до 30
Гарантийный срок эксплуатации, лет	до 20	до 20	до 20
Ресурс до капитального ремонта, тыс. км	до 350	до 150	до 175
Показатели контролепригодности (приспособленности к диагностированию)			
Средняя оперативная трудоёмкость диагностирования	снижение в 1,5-2,0 раза	снижение в 1,5-2,0 раза	снижение в 1,5-2,0 раза
Коэффициент безразборного диагностирования	до 0,9	до 0,9	до 0,9
Показатели подвижности			
Удельная мощность, л.с./т	от 20 до 50	от 20 до 30	от 20 до 50
Максимальная скорость движения, км/ч	от 120 до 145	от 85 до 90	от 75 до 85
Средняя скорость движения по местности и грунтовым дорогам, км/ч	от 50 до 70	от 40 до 45	от 45 до 50
Запас хода, км	до 1100	до 600	до 500
Показатели проходимости			
Дорожный просвет, мм	до 500	до 550	до 500
Глубина преодолеваемого брода, м	от 0,85 до 1,80	от 0,85 до 1,40	от 0,85 до 1,60
Сила тяги по сцеплению	автоматическое регулирование	автоматическое регулирование	автоматическое регулирование
Удельное давление (давление в шинах)	автоматическое регулирование	автоматическое регулирование	автоматическое регулирование
Показатели безопасности движения			
Управляемость: радиус поворота	уменьшение в 1,2-1,3 раза	уменьшение в 1,3-1,4 раза	уменьшение в 1,2-1,3 раза
Плавность хода: жёсткость и ход подвески	автоматическое регулирование	автоматическое регулирование	автоматическое регулирование
Эффективность торможения: время срабатывания	сокращение в 1,3-1,4 раза	сокращение в 1,3 -1,4 раза	сокращение в 1,3 -1,4 раза
Устойчивость: динамическая	курсовая стабилизация при маневре	курсовая стабилизация при маневре	курсовая стабилизация при маневре
Приспособленность к предупреждению (предотвращению) столкновений	автоматический контроль критической дистанции	автоматический контроль критической дистанции	автоматический контроль критической дистанции

Показатель	Прогнозируемое значение показателя		
	АМН	ЗА	АБШ
Показатели готовности к применению			
Время подготовки к движению после длительной стоянки при температуре окружающего воздуха минус 50 °С, мин	от 25 до 28	от 15 до 25	от 23 до 25
Приспособленность к эксплуатации на высоте до 4500 м и при преодолении перевалов высотой до 4650 м	автоматическая адаптация	автоматическая адаптация	автоматическая адаптация
Приспособленность к многотопливности	автоматическая адаптация	автоматическая адаптация	автоматическая адаптация
Показатели экологической безопасности			
Выбросы вредных веществ с отработавшими газами (дымность ОГ): содержание CO, CH, NO _x , сажи	до норм «Евро-3» и выше	до норм «Евро-3» и выше	до норм «Евро-3» и выше

Исходя из вышеуказанного можно отметить, что применение электронных систем управления и бортовых информационно-управляющих систем на перспективной ВАТ нового поколения может повысить ее тактико-технические характеристики, а, следовательно, и ее технический уровень на 30-100 %, в частности, по показателям:

- надёжности на 50-100 %;
- контролепригодности на 50-100 %;
- подвижности на 30-50 %;
- проходимости на 30-50 %;
- безопасности движения на 30-50 %;
- готовности к применению на 30-50 %;
- экологической безопасности до норм «Евро-3» и выше.

Тенденции современного развития отечественной машиностроительной промышленности государства, особенно в последние годы, вызывают необходимость доработки в войсках Типажа автомобильной техники войск национальной гвардии Российской Федерации с учетом оснащения перспективными образцами ВАТ в соответствии с комплексом выполняемых служебно-боевых задач Росгвардией. Этого требует и Директор Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации – главнокомандующий войсками национальной гвардии Российской Федерации генерал армии В. Золотов, чтобы доля современных образцов ВАТ к 2033 году должна составить 100 %, в том числе с БИУС, интегрированных в систему управления легкобронированной автомобильной техники [6].

«Вопросы обеспечения силовых структур военной и специальной техникой находится в зоне постоянного внимания руководства страны, Военно-промышленной комиссии, коллегии Военно-промышленной комиссии. Разработка и поставка вооружения, военной и специальной техники для Росгвардии предприятиями военно-промышленного комплекса будут выполнены успешно. Если говорить о специфике, это различные объекты и средства ... с элементами искусственного интеллекта, специальные средства патрулирования и многое другое», - отметил председатель научно-технического совета Военно-промышленной комиссии Российской Федерации – заместитель председателя коллегии Военно-

промышленной комиссии Российской Федерации Юрий Михайлов на заседании Научно-технического совета (НТС) Росгвардии. В ходе заседания НТС Росгвардии в 2021 году при рассмотрении вопросов развития вооружения, военной и специальной техники ведомства заместитель директора Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации – главнокомандующего войсками национальной гвардии Российской Федерации генерал-полковник Алексей Беззубиков отметил важность внедрения и использования новейших цифровых разработок на объектах ВВСТ.

Таким образом, одним из важнейших задач и перспективных направлений повышения качества технических характеристик и эффективности использования в войсках ВАТ, в т. ч. легкобронированной, является внедрение в систему управления машинами бортовых информационно-управляющих и интеллектуальных систем на базе современной микроэлементной электроники, с возможным интегрированием их в систему управления войсками по направлениям деятельности.

Библиографический список

1. Об утверждении Руководства по автотехническому обеспечению войск национальной гвардии Российской Федерации: Приказ Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации от 1 декабря 2017 г. № 512.
2. Транспортные средства сил специальных операций зарубежных стран. Ч. 1, 2 [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: <http://militaryartic-le.ru/nazemnye-mobilnye-sredstva-specialnyh-sil-zapadnyh-stran-chast-1,2-iz-2.html> (дата обращения 12.04.2022).
3. Третьяков, А.А., Иванов, Р.А., Саяпин, М.В. Информационные и микросистемные технологии в построении электронных систем управления и бортовых информационно-управляющих систем для военной автомобильной техники. / А.А. Третьяков, Р.А. Иванов, М.В. Саяпин // Сборник научных статей по материалам научно-практич. конф., 11 декабря 2014 г. Проблемы обеспечения группировки войск (сил) по видам МТО. – Санкт-Петербург: ВАМТО, 2014. – 616 с.
4. Дубинин, С.Г. Требования к унифицированным электронным системам управления для модернизируемых и перспективных образцов военной автомобильной техники / С.Г. Дубинин, А.А. Третьяков, Р.А. Иванов, М.В. Саяпин // Вестник академии военных наук (спецвыпуск). – Москва: Военное издательство МО РФ, 2014. – № 4 (49). – 214 с.
5. Комплект электронных систем управления. Пояснительная записка к техническому проекту по ОКР «Графа» / ОАО «НКБ ВС», НКШР.468919.001 ПЗ. – Таганрог, 2012. – 80 с.
6. Перечень основных образцов вооружения, военной и специальной техники, относимых к перспективным, современным и устаревшим образцам на 2021-2033 годы. – М.: ФС ВНГ РФ, 2021. – 25 с.

УДК 623.4

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ СТВОЛОВ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

Лунев А.Н., доцент кафедры конструкции артиллерийского вооружения факультета (артиллерийского вооружения).

Электронный адрес: Lex.lun@yandex.ru

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Павлов С.С., слушатель военной академии материально – технического обеспечения министерства обороны Российской Федерации.

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.

Ситников А.И., старший помощник начальника отдела обеспечения участия войск в охране общественного порядка и охранных мероприятиях.

Управление Росгвардии по Калужской области.

В статье рассмотрены сведения об имеющихся научных разработках в области обслуживания стволов артиллерийского вооружения. Особое внимание уделяется вопросу необходимости сокращения времени для проведения обслуживания стволов артиллерийского вооружения и снижения трудоемкости работ его проведения. Проведен анализ перспективных направлений развития средств обслуживания стволов артиллерийского вооружения.

Ключевые слова: ствол; очистка; техническое обслуживание; загрязнение; поверхность; артиллерийское вооружение.

PROMISING AREAS OF DEVELOPMENT OF MAINTENANCE TOOLS FOR ARTILLERY WEAPONS BARRELS

Lunev A.N., Associate Professor of the Department of Artillery Armament Design, Faculty of Artillery Armament.

E-mail: Lex.lun@yandex.ru

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

Pavlov S.S., a student of the Military Academy of Logistics of the Ministry of Defense of the Russian Federation.

Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khurulev.

Sitnikov A.I., Senior assistant to the head of the Department for ensuring the participation of troops in the protection of public order and security measures.

Rosgvardiya Administration for the Kaluga region.

The article discusses information about available scientific developments in the field of maintenance of artillery weapons barrels. Particular attention is paid to the issue of the need to reduce the time for maintenance of artillery weapons barrels and reduce the complexity of its work. The analysis of perspective directions of

development of means of maintenance of barrels of artillery armament is carried out.

Keywords: barrel; cleaning; maintenance; contamination; surface; artillery armament.

Введение

В настоящее время Россия сталкивается с целым рядом геополитических, политических, экономических и военных вызовов. Большинство этих проблем не были предусмотрены сценариями развития страны или считались относительно маловероятными. Проведение военной специальной операции на Украине, ухудшение и практический разрыв дипломатических отношений с рядом западных стран, регулярные учения НАТО наступательного характера у границ России, и провокации в Черном море, санкции западных не дружественных стран направленные на снижение экономического и военного потенциала Российской Федерации привели к обострению геополитической ситуации [1].

Прогнозируемая перспектива развития событий подразумевает длительное и всестороннее противостояние с наиболее развитыми странами мира, причем противостояния с усилением роли военных аспектов – с опорой на военный потенциал. В этих условиях оснащение войск, вооружением и поддержание его в технически исправном состоянии является одной из важнейших задач, возлагаемых на подразделения технического обеспечения.

При этом одним из показателей качества выполнения задач является обеспеченность войск технически исправным вооружением. Техническая исправность, которая достигается своевременным и правильным его обслуживанием.

В процессе эксплуатации образец вооружения подвергается износу, из всех основных частей больше всего износу подвергается ствол. Именно состояние канала ствола является главным критерием оценки технического состояния вооружения. От состояния поверхности канала ствола зависит правильность полета пули или снаряда. Если поверхность канала гладкая, ровная, без раковин и прочих дефектов, то пуля равномерно врезается в нарезы. Поля нарезов придают правильное осевое вращение, и рассеивание при стрельбе будет небольшим. Если канал ствола поражен раковинами, то пуля в стволе будет испытывать неодинаковое трение с разных сторон, поэтому рассеивание увеличивается, и кучность боя ухудшается. Исправное техническое состояние канала ствола поддерживается своевременным техническим обслуживанием (ТО).

При этом необходимо учитывать то обстоятельство что, ТО вооружения может проводиться в условиях, когда личный состав не ограничен временем и материальной базой на его проведение и подразделение находится в пункте постоянной дислокации (ППД). А при выполнении задач в отрыве от ППД, условия проведения ТО существенно изменяются и характеризуются отсутствием должной материальной базы, сокращением необходимого времени на его проведение, увеличением нагрузки на личный состав и климатогеографической особенностью регионов России.

Стоит отметить, чем крупнее калибр образца вооружения, тем больше времени необходимо затратить на его очистку. А в случае проведения очистки в отрыве от пунктов постоянной дислокации, провести полную очистку стволов должным образом практически невозможно из-за отсутствия специальных средств и достаточного количества времени. Возникает закономерная необходимость применения новых способов очистки стволов и разработки новых средств обслуживания вооружения позволяющих в разы снизить время и трудоемкость, необходимые для обслуживания вооружения.

Проведя анализ перспективных направлений развития средств обслуживания вооружения [2], привлекают внимание разработки проведенные Центральным научно-исследовательским институтом «Буревестник», которые представленные несколькими вариантами установок предназначенных для удаления механизированным способом

порохового нагара, смазки, омеднения, загрязнения и ржавчины из канала ствола в полевых условиях и в ППД.

Первый вариант – это установка для чистки канала ствола (УЧС) на автомобильном шасси 1ИЗ9 – предназначенная для удаления механизированным способом порохового нагара, смазки, омеднения, загрязнения и ржавчины из канала ствола в полевых условиях и в ППД (рисунок 1). Установка 1ИЗ9 базируется на трехосном автомобильном шасси повышенной проходимости типа КамАЗ 5350 или другом, соответствующем требованиям по грузоподъемности и запасу хода. Она может работать при питании электроэнергией, как от внешней сети, так и от автономного источника энергии, входящего в состав изделия.

Автомобильный кузов-фургон типа К4.5350, устанавливаемый на базовом шасси, предназначен для размещения, монтажа и эксплуатации в нем оборудования. Он также обеспечивает размещение членов расчета УЧС и перевозку дополнительно двух человек личного состава.



Рисунок 1– УЧС 1ИЗ9 на автомобильном шасси

Вторым вариантом комплектации является установка 1ИЗ9-1 предназначенная для удаления механизированным способом порохового нагара, смазки, омеднения, загрязнения и ржавчины из канала ствола в ППД (рисунок 2). Установка 1ИЗ9-1 размещается непосредственно в ППД. Она может работать при питании электроэнергией, как от внешней сети, так и от автономного источника энергии, входящего в состав изделия.



Рисунок 2 – УЧС 1ИЗ9-1 стационарный вариант

Так же в состав УЧС 1ИЗ9 входит механизм чистки ствола (МЧС) (рисунок 3), предназначенный для удаления нагара и консервирующей смазки, нанесения смазки на чистый ствол, удаления меди со стенок канала и камеры артиллерийских орудий калибров от 30 до 155 мм в стационарных и полевых условиях.



Рисунок 3 – Механизм чистки ствола

Устройства существенно облегчают физический труд расчетов по обслуживанию стволов вооружения, снижая трудозатраты и количество привлекаемого личного состава. Что характерно для установок 1ИЗ9, 1ИЗ9-1 так это то, что в область их применения входят самоходные артиллерийские системы и буксируемая артиллерия, а МЧС позволяет обслуживать вооружение от 30 до 155 мм включительно.

Так же Уфимским государственным авиационным техническим университетом разработано устройство для чистки ствола орудия [4]. Устройство для чистки ствола орудия (рисунок 4), содержит электродвигатель 1 и планетарный редуктор 2, размещенные в корпусе 3, внутри чистящего ерша 4, приводной элемент выполнен в виде двух цилиндрических винтов 5 и 6 из полимерных материалов, имеющих разнонаправленное расположение витков, причем вал 7 винта 5 жестко связан с приводным валом 8 планетарного редуктора 2, который соединен с электродвигателем 1, соосно с которым установлен энкодер 9, связанный системой управления 10 от аккумуляторных батарей 11, установленных в устройстве для чистки ствола орудия, вал 12 винта 6, имеющего противоположное направление направления витков, размещен с противоположной стороны электродвигателя 1, причем вал 12 винта 6 также жестко связан с приводным валом 13 второго планетарного редуктора 14, который также соединен с приводным двигателем 1.

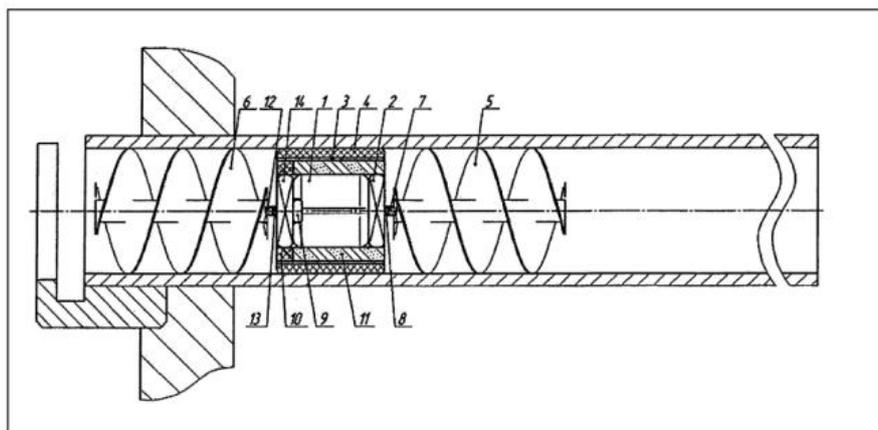


Рисунок 4 – Устройство для чистки ствола орудия

Устройство для чистки ствола орудия размещают внутри ствола. Далее происходит подача питания системой управления 10 от аккумуляторных батарей 11 на электродвигатель 1, создаваемый электродвигателем 1 момент вращения передается через планетарные

редукторы 2 и 14 на выходные валы 8 и 13, а далее на валы 7 и 12 цилиндрических приводных винтов 5 и 6. В процессе вращения за счет контакта внешней поверхности винтов 5 и 6 с внутренней стенкой ствола орудия происходит перемещение устройства для чистки ствола орудия. Точность и плавность позиционирования устройства для чистки ствола орудия осуществляется системой управления 10 путем отслеживания количества оборотов и угла поворота ротора электродвигателя 1 с помощью установленного соосно с валом электродвигателя 1 энкодера 9. За счет сцепления приводных винтов 5 и 6 с внутренней поверхностью ствола орудия устройство для чистки ствола оружия может двигаться вдоль ствола оружия с установленной системой управления 11 скоростью.

Задачей изобретения является уменьшение трудоемкости при очистке ствола орудия, уменьшение скорости выполнения операции по очистке за счет отсутствия необходимости в подготовительных действиях. Технический результат достигается сокращением габаритных размеров устройства для чистки ствола орудия за счет применения в качестве приводного элемента цилиндрического винта, выполненного из полимерных материалов.

Новым в рамках проведения обслуживания стволов артиллерийского вооружения является вибро-химический метод очистки стволов вооружения [6]. Метод предназначен для очистки стволов от порохового нагара, смазки, омеднения, загрязнения и ржавчины из канала ствола большой номенклатуры вооружения. Технологический процесс предусматривает преобразование энергии вибрации в рабочий процесс с химической подготовкой и механической чисткой ствола с движением рабочего элемента по стволу, выполненного в виде вишера (рисунок 5). Устройство вишерного типа позволят производить очистку канала ствола по всей длине и глубине нарезов.

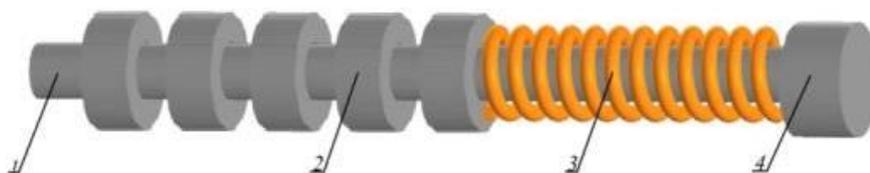


Рисунок 2 – Устройство вишерного типа для очистки стволов вооружения:
1- стержень; 2 - рабочий элемент; 3- упругий подвес; 4 - рым-болт

Указанные разработки становятся особенно актуальными в условиях проведения специальной военной операции в Украине и организации комплексной безопасности охраняемых объектов, для обеспечения наивысшей эффективности системы физической защиты охраняемых объектов широком диапазоне условий ее применения [3].

Заключение

Указанные разработки в значительной степени могут облегчить труд расчетов и экипажей, повысить качество и сократить время на проведение обслуживания стволов артиллерийского вооружения калибром до 152 мм включительно. Так же целесообразно внедрение указанных разработок в учебные процессы военных институтов с должным материальным обеспечением. В свою очередь повышение качества обслуживания и ремонта вооружения может способствовать развитию технической составляющей профессиональной инженерной культуры будущего офицера, так как профессионализм офицеров может определяться уровнем взаимодействия с вооружением, военной и специальной техникой [5].

Библиографический список

1. Аналитический доклад Центра анализа стратегий и технологий «Государственные программы вооружения Российской Федерации: проблемы исполнения и потенциал оптимизации» [Электронный ресурс]. - http://www.cast.ru/les/report_cast.pdf (дата обращения:

15.04.2022).

2. Белобородов, С.М. Актуальные вопросы развития средств обслуживания и ремонта вооружения / С.М. Белобородов, А.В. Неверов, А.А. Трофименко // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – 2021. – № 65. – С. 80-85. – DOI 10.15593/2224-9982/2021.65.08. – EDN YFOFPJ.

3. Здоровцов, А.Г. К вопросу оптимального синтеза систем физической защиты / А.М. Пушкарев, А.Г. Здоровцов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 11. – С. 62-66. – EDN VJSBVE.

4. Патентон – база патентов и изобретений, зарегистрированных в России и Советском Союзе, патентный поиск: [Электронный ресурс]. - 2022. - URL: <https://patenton.ru/patent/RU2578919C1.pdf> (дата обращения: 15.04.2024).

5. Полковников, А.В. Формирование инженерной культуры курсантов военных вузов / А.В. Полковников // Психология индивидуальных различий: обучение и развитие. – Санкт-Петербург: Нестор-История, 2020. – С. 101-108. – EDN AGOKPD.

6. Трофименко, А.А. Вибро-химический метод очистки стволов вооружения / А.А. Трофименко, С.М. Белобородов, Н.В. Кудряшов // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2021. – № 4 (4). – С. 398-403. – EDN QАННУМ.

УДК 355/359

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОДВИЖНЫХ СРЕДСТВ ЭВАКУАЦИИ

Максименко Э.Г., доцент кафедры войскового тыла факультета (тыла) (кандидат военных наук).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Фаткиев И.Я., доцент кафедры войскового тыла факультета (тыла) (кандидат военных наук).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье приведены технические характеристики подвижных средств эвакуации вооружения, военной и специальной техники, показаны их технологические возможности по вытаскиванию застрявших и буксированию поврежденных современных и перспективных объектов.

Ключевые слова: вооружение; военная и специальная техника; эвакуация; вытаскивание; буксирование; подвижные средства эвакуации; сила тяги; достаточность тяговых усилий.

RESULTS OF THE ANALYSIS OF THE TECHNICAL CAPABILITIES OF MOBILE EVACUATION EQUIPMENT

Fatkiev I.Y., Associate Professor of the Department of Military Logistics of the Faculty (Logistics) (Candidate of Military Sciences).

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm. .

Maksimenko E.G., Associate Professor of the Department of Military Logistics of the Faculty (Logistics) (Candidate of Military Sciences).

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm. .

The article presents the technical characteristics of mobile means of evacuation of weapons, military and special equipment, shows their technological capabilities for pulling stuck and towing damaged modern and promising objects.

Keywords: weapons; military and special equipment; evacuation; pulling out; towing; mobile means of evacuation; traction force; sufficiency of traction.

Для эвакуации поврежденных и застрявших объектов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) ремонтно-восстановительные органы оснащены специализированными и многофункциональными подвижными средствами эвакуации (ПСЭ). Для эвакуации ВВСТ используются эвакуационные средства на базе БТВ и АТ.

Основными средствами эвакуации на базе БТВ являются тягачи и БРЭМ. Для выполнения широкого круга работ по восстановлению бронетанковой военной техники и машин на их базе в условиях боевых действий в ПСЭ типа БРЭМ используются конструктивно-схемные решения, обеспечивающие в целом их высокий технический уровень, характеризующийся большими технологическими возможностями, высокой

подвижностью и маневренностью на местности, необходимым уровнем защиты от обычных средств и оружия массового поражения и рядом других качеств.

Разработанные ПСЭ для эвакуации военной автомобильной техники массой до 15,0 т (КЭТ-Л, КТ-Л, МТП-А1.1, МТП-А2.1 на шасси УРАЛ и МТП-А2 на шасси Урал-43201-31), являющиеся самыми многочисленными среди всего семейства эвакуационных машин и предназначенные для эвакуационного обеспечения около 90 % парка военной автомобильной техники подразделений и частей, в настоящее время имеют недостаточные технические возможности по эвакуационному обеспечению современных и особенно перспективных объектов военной автомобильной техники [1].

Основными технологическими задачами ПСЭ ВВСТ являются вытаскивание застрявших и поврежденных (в том числе из опасных районов) объектов и буксирование их в места ремонта или передачи вышестоящим органам технического обеспечения войск.

Практика эвакуации застрявших ВВСТ показывает, что основными являются способы вытаскивания объектов с использованием тяговой лебедки ПСЭ и полиспаста. Характеристики тяговых усилий, развиваемых тяговыми лебедками ПСЭ, приведены в таблице 1.

Из приведенных в таблице 1 данных следует, что тяговые лебедки ПСЭ на базе объектов БТВ легкой категории по массе развивают тяговое усилие от 43,2 кН (4,4 тс) до 147,2 кН (15,0 тс), которое с помощью полиспаста может быть увеличено в 2,7 раза, на БРЭМ-К – в 3,44 раза.

Тяговые лебедки ПСЭ на базовых шасси колесной АТ развивают тяговое усилие от 49,1 кН (5,0 тс) до 147,2 кН (15,0 тс), которое с помощью одноблокового полиспаста может быть увеличено в 1,7-1,9 раза.

Вероятностная оценка достаточности тяговых усилий ПСЭ на базе БТВ по вытаскиванию застрявших объектов приведена в таблицах 2 и 3.

Анализ данных таблиц 2 и 3 показывает, что наиболее мощным технологическим оборудованием (тяговой лебедкой и полиспастом) укомплектована БРЭМ-1М. Ее возможности по вытаскиванию застрявших танков с использованием только тягового усилия тяговой лебедки оцениваются значениями вероятностей в интервале от 0,46 до 0,52. С помощью полиспаста данный интервал значений вероятностей принимает значение от 0,88 до 0,92.

Таблица 1 – Тяговые усилия, развиваемые тяговыми лебедками ПСЭ

ПСЭ	Базовое шасси	Максимальное тяговое усилие, кН/тс				Максим. кратность увеличения тягового усилия	Рабочая длина троса тяговой лебедки, м
		тяговой лебедки	тяговой лебедки с полиспастом				
			один блок (2 ветви)	два блока (3 ветви)	три блока (4 ветви)		
БРЭМ-2	БМП-1	63,8/6,5	120,7/12,3	171,7/17,5	-	2,70	150
БРЭМ-Л	БМП-3	147,2/15,0	279,6/28,5	397,3/40,5	-	2,70	150
БРЭМ-К	БТР-80	43,2 4,4	82,4/8,4	116,7/11,9	148,1/15,1	3,44	50+(2x75)
КЭТ-Л	Урал-4320	147,2/15,0	279,6/28,5	-	-	1,67	100
КТ-Л	Урал-4320	68,7/7,0	130,5/13,3	-	-	1,90	60
МТП-А2.1	Урал-43201-31	49,1/5,0 (7)	93,2/9,5	-	-	1,90	65

ПСЭ	Базовое шасси	Максимальное тяговое усилие, кН/тс			Максим. кратность увеличения тягового усилия	Рабочая длина троса тяговой лебедки, м	
		тяговой лебедки	тяговой лебедки с полиспастом				
			один блок (2 ветви)	два блока (3 ветви)			три блока (4 ветви)
Примечания:							
¹ Максимальное тяговое усилие тяговой лебедки с полиспастом рассчитано с учетом КПД канатного блока с подшипником скольжения $\eta = 0,95$.							
² Для ПСЭ на шасси АТ приведены тяговые усилия тяговых лебедок, реализуемые по условиям сцепления шасси с грунтом. В скобках приведены нормативные значения тяговых усилий тяговых лебедок.							

Из всех ПСЭ на базе БТВ легкой категории по массе наибольшими эвакуационными возможностями по вытаскиванию застрявших объектов обладает БРЭМ-Л. Достаточность тяговых усилий этих ПСЭ для вытаскивания застрявших БМП составляет 0,88 - 0,93.

Достаточность тяговых усилий БРЭМ-К для вытаскивания застрявших однотипных объектов составляет 0,64.

Из этого следует что, техническое обеспечение эвакуационных работ по вытаскиванию застрявших объектов ВВСТ к настоящему времени реализовано не в полном объеме. Большая часть современных ПСЭ обеспечивают вероятность выполнения эвакуации застрявших объектов на уровне, не превышающем 0,84. Исключение составляет БРЭМ-1М: выполненная модернизация БРЭМ-1 позволила увеличить вероятность эвакуации застрявших объектов до уровня 0,93 [2].

Эвакопособность современных ПСЭ по вытаскиванию перспективных объектов с более высокими характеристиками силы тяжести снижается на 7-13 %.

Анализ зарубежных ПСЭ показывает существенное различие, в сравнении с отечественными средствами, в их технологическом оснащении. Отечественные ПСЭ оснащены, как правило, тяговыми лебедками сравнительно небольшой мощности (до 25-30 тс) и мощными полиспадами (до четырех ветвей). Зарубежные же ПСЭ оснащены мощными тяговыми лебедками и, как правило, двух- или трехветвевыми полиспадами.

Таблица 2 – Оценка достаточности мощности тяговых лебедок ПСЭ на базе БТВ для вытаскивания застрявших объектов

Объект эвакуации	Масса, т	Оценка достаточности мощности тяговых лебедок ПСЭ					
		БРЭМ-1М	БРЭМ-1	БТС	БРЭМ-2	БРЭМ-Л	БРЭМ-К
БМП-2Д	14,5	$\frac{2,069}{0,861}$	$\frac{1,724}{0,816}$	$\frac{1,724}{0,816}$	$\frac{0,448}{0,378}$	$\frac{1,034}{0,644}$	$\frac{0,303}{0,285}$
БМП-3	18,7	$\frac{1,604}{0,783}$	$\frac{1,337}{0,734}$	$\frac{1,337}{0,734}$	$\frac{0,348}{0,316}$	$\frac{0,802}{0,556}$	$\frac{0,235}{0,238}$
БТР-80А	14,5	$\frac{2,069}{0,861}$	$\frac{1,724}{0,816}$	$\frac{1,724}{0,816}$	$\frac{0,448}{0,378}$	$\frac{1,034}{0,644}$	$\frac{0,303}{0,285}$
БТР перспектив	20,9	$\frac{1,435}{0,745}$	$\frac{1,196}{0,695}$	$\frac{1,196}{0,695}$	$\frac{0,311}{0,291}$	$\frac{0,718}{0,519}$	$\frac{0,211}{0,220}$
Примечание – в числителе приведено относительное тяговое усилие тяговой лебедки ПСЭ, в знаменателе – вероятностная оценка достаточности тягового усилия для вытаскивания застрявшего объекта.							

Таблица 3 – Оценка достаточности мощности тяговых лебедок и полиспастов ПСЭ на базе БТВТ для вытаскивания застрявших объектов

Объект эвакуации	Масса, т	Оценка достаточности мощности тяговых лебедок ПСЭ				
		БРЭМ-1М	БРЭМ-1	БРЭМ-2	БРЭМ-Л	БРЭМ-К
БМП-2Д	14,5	$\frac{7,12}{0,998}$	$\frac{5,93}{0,997}$	$\frac{1,21}{0,699}$	$\frac{2,79}{0,933}$	$\frac{1,04}{0,646}$
БМП-3	18,7	$\frac{5,52}{0,995}$	$\frac{5,00}{0,992}$	$\frac{0,94}{0,611}$	$\frac{2,17}{0,880}$	$\frac{0,81}{0,559}$
БТР-80А	14,5	$\frac{7,12}{0,998}$	$\frac{5,93}{0,997}$	$\frac{1,21}{0,699}$	$\frac{2,79}{0,933}$	$\frac{1,04}{0,646}$
БТР перспектив	20,9	$\frac{4,94}{0,991}$	$\frac{4,11}{0,981}$	$\frac{0,84}{0,572}$	$\frac{1,94}{0,850}$	$\frac{0,72}{0,520}$

Примечание – в числителе приведено относительное тяговое усилие тяговой лебёдки с полиспастом ПСЭ, в знаменателе – вероятностная оценка достаточности тягового усилия для вытаскивания застрявшего объекта.

Тяговые лебедки зарубежных ПСЭ на базе БМП и БТР – до 35 тс. Относительные тяговые усилия (относительно силы тяжести объектов эвакуации) тяговых лебедок современных БРЭМ армии США (ARV-90, М-88А2) составляют более единицы [3]. Такие характеристики тяговых лебедок позволяют осуществлять быструю эвакуацию большинства застрявших объектов без лишних затрат времени на дополнительную сборку полиспастов.

БРЭМ армий ФРГ и Франции оснащены менее мощными тяговыми лебедками с тяговым усилием от 30,0 до 35,0 тс. Определенная закономерность характерна в развитии тяговых лебедок БРЭМ армии Японии: их тяговое усилие соответствует силе тяжести объектов эвакуации [4].

Использование мощных тяговых лебедок на зарубежных ПСЭ обеспечивает им существенные оперативно-тактические преимущества, заключающиеся в быстрой эвакуации объектов.

В некоторых зарубежных армиях идут даже на установку в ПСЭ двух тяговых лебедок с целью достижения высоких тяговых усилий для вытаскивания застрявших объектов. Так, на шведско-норвежской БРЭМ на базе танка CV-90 установлены две тяговые лебедки с суммарным тяговым усилием 72 тс, в Бельгии создана БРЭМ на базе БТР, имеющая две тяговые лебедки с суммарным тяговым усилием 35 тс.

Преимуществом установки на БРЭМ двух тяговых лебедок является возможность использования тросов и барабанов меньшего диаметра. Вторая тяговая лебедка, как правило, используется в экстремальных ситуациях тяжелого застревания объектов.

Анализ технологических возможностей зарубежных ПСЭ по вытаскиванию застрявших объектов показывает, что ПСЭ на танковой базе армии США (М-88А2 и ARV-90) способны без развертывания полиспаста вытаскивать застрявшие танки типа М1 с вероятностью 0,64-0,72, с развертыванием двухветвевое полиспаста – с вероятностью 0,85-0,91. Превосходство БРЭМ ARV-90 над БРЭМ-1М по данному показателю оценивается в 1,48 раза (без развертывания полиспаста). Аналогичный уровень превосходства характерен также для зарубежных ПСЭ легкой категории по массе.

Для оценки эвакуационности ПСЭ по буксированию поврежденных объектов используем их технические возможности по скорости движения с буксируемым объектом и преодолеваемым углом подъема.

Установлено, что вероятности прямолинейного движения ПСЭ с буксируемыми объектами по горизонтальному участку пути со скоростью не менее 12 км/ч составляют: БРЭМ-Л и БМП-3 – 0,78; БРЭМ-К и БТР-80А – 0,45.

Ограничения по преодолеваемым углам подъема ПСЭ с буксируемыми объектами связаны с недостаточной силой тяги, как по двигателю, так и по сцеплению.

При буксировании ПСЭ объектов на первой передаче максимально преодолеваемые углы подъема, как правило, ограничены недостаточной силой тяги по сцеплению. При буксировании объектов со скоростью 10 км/ч максимальные углы подъема, преодолеваемые ПСЭ, в большинстве случаев ограничены силой тяги по двигателю, а при движении по обледенелой дороге и сухому рыхлому снегу – силой тяги по сцеплению.

Результаты выполненных расчетов показывают, что тяговые возможности БРЭМ-1 и БРЭМ-К в буксировании современных и особенно перспективных объектов, определяемые силой тяги по двигателю и по сцеплению, недостаточны.

Буксирование с использованием БРЭМ-Л объектов легкой категории по массе (БМП-2, БМП-3) по грязной грунтовой дороге со скоростью 10 км/ч может осуществляться с углами подъема от 2,1° до 6,7°. Максимальные углы подъема, преодолеваемые БРЭМ-Л с буксируемым объектом на первой передаче со скоростью 1,9 км/ч по грязной грунтовой дороге, составляют от 6,0° до 16,9°.

ПСЭ с колесным двигателем (на базе АТ, БТР) характеризуются более низкими тяговыми возможностями в различных дорожно-грунтовых условиях. Так, серийная БРЭМ на колесной базе (БРЭМ-К) уступает по тяговым возможностям БРЭМ с гусеничным двигателем при буксировании на первой передаче объектов «своей» категории по массе по сухой грунтовой дороге примерно в 1,8 раза, по грязной грунтовой дороге – в 3,4 раза.

Из анализа характеристик различных стратегических направлений следует, что около 30- 40 % их территории имеют холмистый рельеф и низкие горы (до 500 м). Это означает, что пути эвакуации поврежденных объектов будут характеризоваться частыми подъемами и спусками крутизной до 15°.

В этих условиях серийные ПСЭ не обладают эвакуационными возможностями, достаточными для буксирования современных объектов. Более приспособленной к буксированию в данных условиях поврежденных объектов равной категории по массе характеризуется БРЭМ-Л. Однако и ее эвакуационные возможности недостаточны для условий буксирования объектов по дорогам и грунтам с низкой несущей способностью (грязная грунтовая дорога, бездорожье, луговина, пашня и др.) [5].

Для буксирования объектов с неисправной ходовой частью в условиях некоторых типов дорог и грунтов тяговых усилий ПСЭ может оказаться недостаточно. В этом случае требуется проведение дополнительных работ на объектах эвакуации с целью уменьшения сопротивления движению.

Таким образом, проведенный анализ показал, что основная масса серийных ПСЭ не обладает эвакуационными возможностями, достаточными для буксирования современных объектов в сложных дорожно-грунтовых условиях. Основной причиной недостаточности уровня эвакуационности ПСЭ являются низкие тяговые характеристики по двигателю и по сцеплению.

Библиографический список

1. Дюнов, В.А., Дубина, С.Д. Специальная техника внутренних войск МВД России. Сборник статей / Современное состояние и пути развития системы подготовки специалистов силовых структур. – Пермь: Пермский военный институт внутренних войск МВД России, 2016. – 96-102 с.

2. Коровин, Ю.Н., Архипов, А.П., Стрельцов, Р.В. Специальная техника войск национальной гвардии Российской Федерации для выполнения служебно-боевых задач в труднодоступной местности. Научная статья / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. - № 4 – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2021. – 367-377 с.

3. <http://nevskii-bastion.ru/m88-usa/>.

4. http://pentagonus.ru/publ/zarubezhnye_bronirovannye_remontno_ehvakuacionnye_mashiny_na_baze_tankov_ch1_2004/11-1-0-2826.

5. Иванов, В.С., Гридюшко, Е.И. Особенности технического обеспечения служебно-

боевой деятельности войск в ходе их участия в охране общественного порядка и обеспечения общественной безопасности при проведении массовых спортивных мероприятий международного характера. Аналитический обзор. – Пермь: Пермский военный институт внутренних войск МВД России, 2009. – 30 с.

УДК 004.032.26

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕТА ОРУЖИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ SIMINTECH

Пугачев П.В., доцент, начальник факультета (артиллерийского вооружения).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Неверов А.И., начальник кафедры конструкций артиллерийского вооружения факультета (артиллерийского вооружения).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

E-mail: neverov_alex74@mail.ru

В статье рассматривается автоматизация процесса электронного учета оружия в воинской части. Представлен способ автоматизированного распознавания номера образца вооружения из видеоряда с использованием нейронной сети, созданной в среде динамического моделирования технических систем SimInTech. Раскрывается подробное описание функционирования схемы, реализующей распознавание номера образца вооружения с видеоряда. Демонстрируется работа системы распознавания номера образца вооружения с комплексным выводом информации, включающим изображение с видеоряда, нормализованное изображение и рассчитанное значение.

Ключевые слова: электронный учет оружия; автоматизация учета оружия; номер оружия; нейронные сети; SimInTech; моделирование.

AUTOMATION OF THE ELECTRONIC WEAPONS ACCOUNTING SYSTEM USING NEURAL NETWORKS IN THE SIMINTECH SOFTWARE ENVIRONMENT

Pugachev P.V., assistant professor, head of faculty (artillery weapons).

Perm military institute of the national guard troops, Perm.

Neverov A.I., head of the Department of Artillery Armament Designs faculty (artillery weapons).

Perm military institute of the national guard troops, Perm.

E-mail: neverov_alex74@mail.ru

The article discusses the automation of the process of electronic registration of weapons in a military unit. A method for automated recognition of the number of a weapon sample from a video sequence using a neural network created in the SimInTech dynamic modeling environment is presented. A detailed description of the functioning of the scheme is disclosed, which implements the recognition of the number of the weapon model from the video. The work of the system for recognizing the number of the sample of weapons with a complex output of information,

including the image from the video sequence, the normalized image and the calculated value, is demonstrated.

Keywords: electronic weapons accounting; automation of weapons accounting; weapon number; neural networks; SimInTech; simulation.

На современном этапе существует большое количество систем, позволяющих систематизировать учет табельного и гражданского оружия. Так, в системе МВД широко используется автоматизированная информационно-поисковая система «АИПС ОРУЖИЕ МВД», которая позволяет вести учет табельного оружия сотрудников, а также количественный и номерной учет изъятого и добровольно сданного оружия. Система электронного учета Росгвардии «Система электронного учета F-29» позволяет вести электронный учет в подразделениях и воинских частях войск национальной гвардии Российской Федерации, а также вести статистический учет настрела образцов вооружения, их качественного состояния и категорирования. Реализация гражданского огнестрельного оружия и патронов к нему производится с использованием программы «УЧЕТ ОРУЖИЯ», которая реализована с использованием платформы 1С: Предприятие. Достоинством данного программного продукта, несомненно, является его универсальность, поскольку он может использоваться как на заводах-изготовителях, так и в точках продажи оружия и боеприпасов к нему.

Наряду с достоинством перечисленных выше программных продуктов, позволяющих автоматизировать систему учета оружия, они обладают одним общим недостатком. Необходимо вручную вносить номер образца оружия в базу данных. К сожалению, практика демонстрирует присутствие «человеческого фактора» при внесении информации об оружии в базу данных. Соответственно, проблема распознавания номеров оружия до настоящего времени никак не решена.

В настоящее время существует множество программных средств, позволяющих реализовывать чтение информации с изображения (расширения jpeg, tiff, png, psd и др.) или видеоряда (расширения avi, mp4, mov, 3gp и др.). Данная технология была изначально реализована для реализации задач военного назначения (поиск и сопровождение целей и т.д.). Также в настоящее время распознавание номеров активно используется в системе контроля за безопасностью дорожного движения. Мы предлагаем решение проблемы распознавания номеров на образцах оружия с использованием среды SimInTech.

Среда динамического моделирования технических систем SimInTech – отечественная программная разработка, позволяющая рассчитывать, моделировать, исследовать и синтезировать различные технические (механические, гидравлические, теплотехнические, электротехнические) системы. Несомненным преимуществом программного обеспечения SimInTech в сравнении с зарубежными аналогами является наличие русскоязычной сопроводительной документации, методического обеспечения и справочной контекстной системы [1; 3].

Чтение номера образца оружия является важнейшей частью функционирования системы электронного учета оружия. На рисунке 1 представлено изображение номера 6,35 мм пистолета Коровина.



Рисунок 1 – Пример считывания номера с 6,35 мм пистолета Коровина без использования дополнительных программных средств (вид сверху)

Среда моделирования SimInTech позволяет создать нейронную сеть, способную распознать образы цифр с видеоряда [4]. Подробная схема распознавания номеров представлена на рисунке 2.

Схема включает в себя следующие блоки. Блок 1 (импорт данных в программную среду) отвечает за чтение данных с камеры (внешнего накопителя). Блок 2 (выборка из вектора) отвечает за выборку изображения с номером оружия, который сопряжен линией связи с блоком 8 (вывод действительного изображения), предназначенным для демонстрации действительного изображения видеоряда с камеры (внешнего носителя) без внесения изменений. Блок 3 (нормализация изображения) представлен в виде отдельной субмодели (рисунок 3).

Субмодель, представленная на рисунке 3 отвечает за нормализацию изображения с видеоряда. Входной сигнал преобразуется из ряда RGB в битовый сигнал. Конечным значением выходного сигнала субмодели является нормированное значение. Связанное линией связи со сравнивающим значением «Меньше» значение k (const) сопряжено с пультом, вынесенным на схему общего вида, который позволяет изменять значение нормирования. Блок 4 характеризует наличие нейронной сети, состоящей из входного слоя, слоя расчета и выходного слоя. Блок 5 отвечает за определение результата и передачу информации на выходные блоки. Блок 6 (выходное значение) демонстрирует значение, которое было определено в процессе расчета. Блок 7 (выходное значение) демонстрирует нормализованное значение.

Демонстрация работы модели представлена на рисунке 4. В процессе считывания номера с образцов оружия возникает необходимость принудительного изменения значения нормирования, что связано с графической составляющей входного видеоряда.

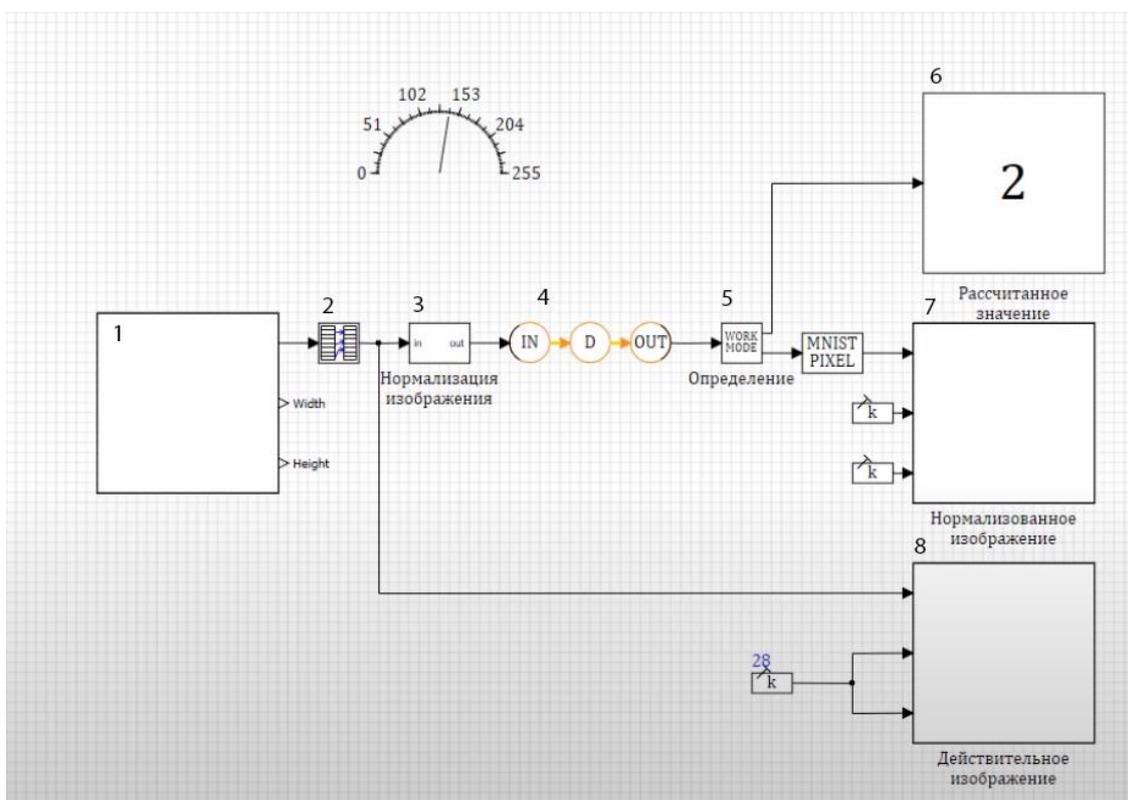


Рисунок 2 – Схема распознавания номеров с видеоряда в среде моделирования SimInTech

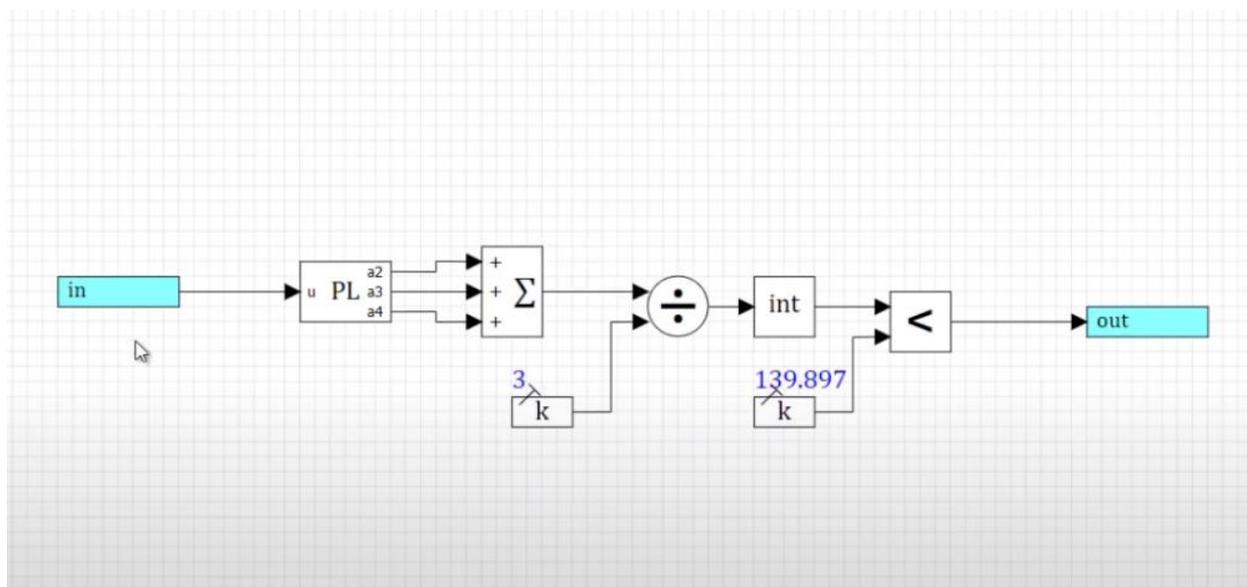


Рисунок 3 – Субмодель нормализации изображения с видеоряда

Описание примера распознавания номеров на образцах оружия демонстрирует особенности использования нейронных сетей и возможности использования среды динамического моделирования SimInTech [2]. Это позволит полностью автоматизировать систему электронного учета оружия и, как следствие, обеспечить контроль за оборотом вооружения, как в силовых структурах, так и в пользовании у гражданских лиц. На наш взгляд, с целью разрешения спорных ситуаций возникает необходимость комплексного хранения информации о номере образца оружия, включающего действительное изображение, нормализованное изображение и рассчитанное значение.

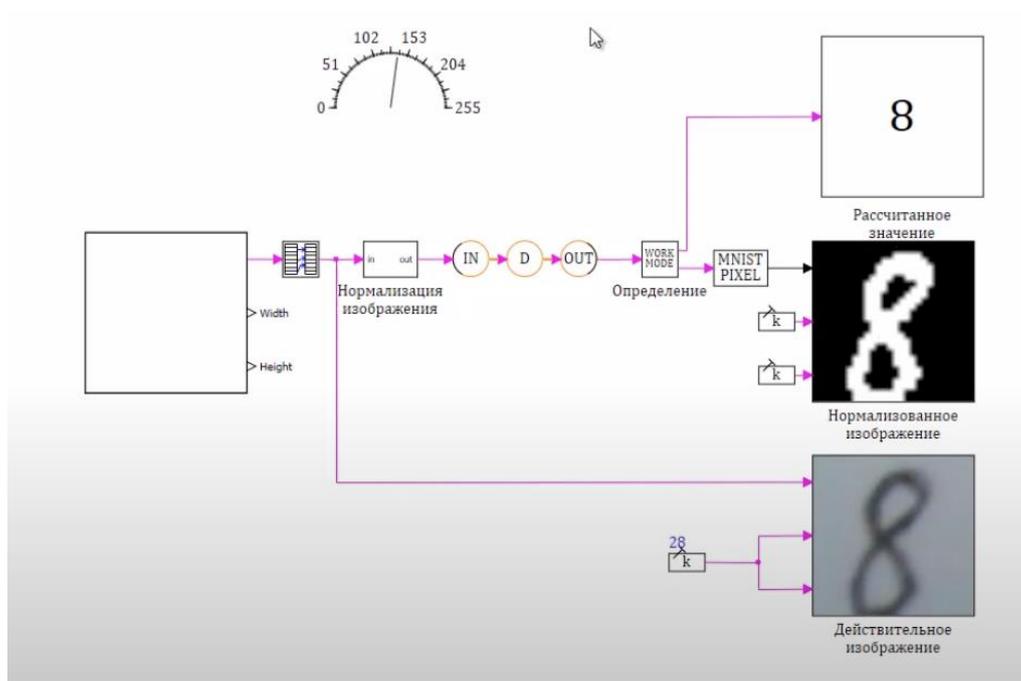


Рисунок 4 – Демонстрация работы схемы распознавания номеров с видеопотока в среде моделирования SimInTech

Таким образом, спроектированная система распознавания номеров на образцах оружия с видеоряда позволяет автоматизировать сбор данных номеров оружия и обеспечить безопасность и достоверность ведения учета оружия в воинских частях и подразделениях войск национальной гвардии, Министерства обороны, Министерства внутренних дел и других силовых ведомств, а также учета оружия и боеприпасов среди гражданского населения, что способствует сохранности и сбережению вооружения.

Библиографический список

1. Здоровцов, А.Г. Изучение основ электроники и построение электрических цепей в программном обеспечении SimInTech / А.Г. Здоровцов // Междунар. научный журнал «Инновационная наука». – 2019. – № 7-8. – С. 94-97.
2. Колотыркин, И.П., Петухов В.Н. Создание моделей сложных технических систем в среде SimInTech / И.П. Колотыркин, В.Н. Петухов // Компьютерное моделирование в железнодорожном транспорте: динамика, прочность, износ. – 2018. – С. 45-47.
3. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования / Б.А. Карташов, Е.А. Шабает, О.С. Козлов [и др.] – М.: Изд-во ДМК Пресс, 2017. – 424 с. – 200 экз. – ISBN 978-5-97060-482-3. – Текст: непосредственный.
4. <https://www.youtube.com/watch?v=As2mCvMziN8>.

УДК 629.3

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ «ЭКСПОТЕХНОСТРАЖ»

Стрельцов Р.В., доцент кафедры конструкций автобронетанковой техники (кандидат педагогических наук, доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье рассмотрены некоторые образцы вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), робототехнические комплексы (РТК), представленные на Международной выставке передовых технологий обеспечения безопасности личности, общества и государства «ЭКСПОТЕХНОСТРАЖ». Раскрыты особенности представленных образцов ВВСТ и РТК.

Ключевые слова: выставка; вооружение; военная и специальная техника; робототехнические комплексы; промышленность; перспективные разработки.

ANALYSIS OF PERSPECTIVE SAMPLES OF WEAPONS, MILITARY AND SPECIAL EQUIPMENT, ROBOTIC COMPLEXES PRESENTED AT THE INTERNATIONAL EXHIBITION «EXPOTECHNOSTRAZH»

Streltsov R.V., Associate Professor of the Department of Armored Equipment Designs (PhD, Associate Professor).

Perm Military Institute of National Guard Troops, Perm.

The article discusses some samples of weapons, military and special equipment (VVST), robotic systems (RTK), presented at the International Exhibition of Advanced Technologies for Ensuring the Security of the Individual, Society and the State «EXPOTECHNOSTRAZH». Some features of the VVST and RTK samples are disclosed.

Keywords: exhibition; weapons; military and special equipment; robotic systems; industry; advanced developments.

На сегодняшний день выставки вооружения, военной и специальной техники все больше привлекают внимание военных специалистов, представителей промышленности, а также высшего звена власти. С одной стороны, для представителей промышленности – это уникальная возможность продемонстрировать свои разработки в оборонной промышленности, найти покупателей и заключить долгосрочные контракты, с другой стороны, для участников – ознакомиться с новейшими разработками и образцами в военной отрасли [6; 7].

За последнее время на различных площадках и павильонах было продемонстрировано большое количество бронетанковой техники и вооружения, различных беспилотных

летательных аппаратов, средств автоматизированных систем управления и связи, стрелкового вооружения, индивидуальной бронезащиты, учебно-тренировочных средств и многое другое.

Данные мероприятия не ограничиваются лишь выставочными образцами, параллельно проводятся круглые столы, семинары, конференции, связанные с тематикой выставок.

Приобретают в этом вопросе все более обширный опыт и войска национальной гвардии Российской Федерации. Одним из последних таких мероприятий была Международная выставка передовых технологий обеспечения безопасности личности, общества и государства «ЭКСПОТЕХНОСТРАЖ».

Рассмотрим основные образцы вооружения, военной и специальной техники, представленные на данной выставке, которые возможно в ближайшем будущем появятся на вооружении войск.

Бронированные корпусные автомобили колесной формулы 4×4 разработаны в инициативном порядке АО «АСТЕЙС», которые недавно начали поставляться в войсковые части и подразделения Федеральной службы войск национальной гвардии и Министерства внутренних дел Российской Федерации [2].

Бронированный корпусной автомобиль предназначен для перевозки личного состава, грузов и монтажа оборудования, обеспечения поддержки при выполнении специальных задач, сопровождения и охраны колонн, патрулирования местности, проведения разведывательных мероприятий с обеспечением защиты экипажа и оборудования (рисунок 1). В состав бронированного корпусного автомобиля входят комплектующие составные части российского производства. Корпус бронированного корпусного автомобиля разработан конструкторско-технологическим центром АО «АСТЕЙС» и изготовлен в собственном опытно-промышленном производстве. Вместимость специального транспортного средства составляет до 10 человек. Корпус бронированного корпусного автомобиля с внутренним объемом 12,5 м позволяет рационально размещать различное оборудование и выполнять требования по защите экипажа и оборудования от поражающего действия стрелкового оружия и самодельных взрывных устройств [2].



Рисунок 1 – Автомобиль ПАТРУЛЬ

Автомобиль специальный бронированный «ФЕДЕРАЛ-М» на шасси Урал (рисунок 2). Однообъемный бронированный автомобиль «ФЕДЕРАЛ-М» многофункциональное защищенное транспортное средство со свободной архитектурой для адаптации под конкретные задачи использования в различных подразделениях [3].

Броневаля баллистическая и минная защита построена по модульной схеме с возможностью локального изменения уровня защиты.

«ФЕДЕРАЛ-М» оборудован системами жизнеобеспечения, системой антиосколочной и антирикошетной защиты АО34/АО316, взрыво-защитными креслами оберег, системами

АРС и блокираторов радиоуправляемых взрывных устройств (БРВУ), бойницами и специальными люками, специальной защитой топливных баков при подрыве, автоматической системой пожаротушения, системой видеонаблюдения и регистрации, бронированными стеклами с антиосколочной пленкой и подогревом, защитой аккумуляторных батарей и агрегатов автомобиля, системой маскировки назначения спецавтомобиля.



Рисунок 2 – Автомобиль специальный бронированный ФЕДЕРАЛ-М

Автомобиль специальный бронированный «ФЕДЕРАЛ-90» на шасси Урал (рисунок 3).

Бронированный автомобиль повышенной взрывозащищенности «ФЕДЕРАЛ-90» оборудован пулестойкими бронестеклами, бойницами, антиосколочной защитой АОЗ-4, специальными люками, креслами оберег, специальной защитой топливных баков, системой вентиляции, переговорным устройством кабина-кузов, автоматической системой пожаротушения.

«ФЕДЕРАЛ-90» выполнен во взрывозащищенном исполнении. Баллистическая защита согласно ГОСТ 34282-2017.

Скрытое бронирование кабины выполнено по схеме ОДБ-капсулы. Кузов оборудован поручнями и специальными бортами, взрывостойкими площадками и системой покидания, системой фиксации дверей с взрывостойкими петлями, тентом.



Рисунок 3 – Автомобиль специальный бронированный ФЕДЕРАЛ-90

Автомобиль специальный бронированный «ГОРЕЦ» на шасси КАМАЗ (рисунок 4).

Горец предназначен для скрытого использования в горной местности при перевозке личного состава и грузов с обеспечением защиты кузова и агрегатов шасси, согласно ГОСТ Р 34282-2017. Кабина скрытого бронирования без визуальных признаков. Для ведения огня из стрелкового оружия в горной местности имеются бойницы в крыше кузова-фургона.

Горец изготавливается в 3-х модификациях и оборудован защитой топливных баков от выплескивания, антиосколочной защитой (АОЗ) скрытого исполнения.

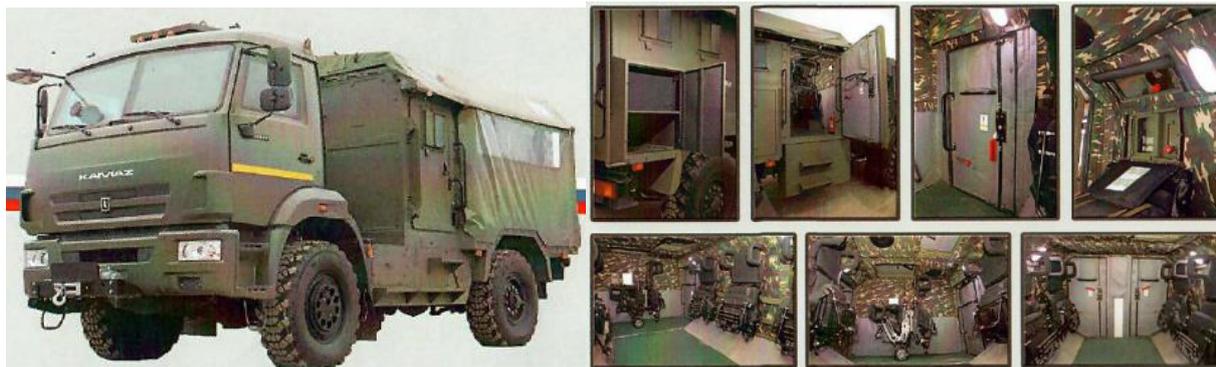


Рисунок 4 – Автомобиль специальный бронированный «ГОРЕЦ»

Автомобиль специальный бронированный «ГОРЕЦ-ССН» на шасси КАМАЗ (рисунок 5). «ГОРЕЦ-ССН» предназначен для выполнения служебно-боевых задач специальными подразделениями, а также для перевозки личного состава, грузов и монтажа вооружения.

Бронирование обеспечивает защиту личного состава, основных узлов и агрегатов от поражающих факторов гранат типа РГО и стрелкового оружия по БР.4-БР.5 класса защиты ГОСТ Р 34282-2017.



Рисунок 5 – Автомобиль специальный бронированный «ГОРЕЦ-ССН»

Автомобиль специальный бронированный «ГОРОДОВОЙ» на шасси КАМАЗ (рисунок 6).

«ГОРОДОВОЙ» предназначен для действий в городских условиях. Кузов-фургон выполнен бронемодулем с боковыми дверями с открытием во внутрь для подъезда вплотную к объектам. В передней части бронемодуля соединительный проход с кабиной.

Кузов-фургон оборудован 4-мя входами/выходами со специальными лестницами. Кабина выполнена по скрытой схеме бронирования (ОДБ-КАПСУЛА). Городовой изготавливается в 4-х модификациях.



Рисунок 6 – Автомобиль специальный бронированный «ГОРДОВОЙ»

Автомобиль специальный бронированный «ЕСАУЛ» на шасси УАЗ ПАТРИОТ (рисунок 7).

«ЕСАУЛ» выполнен по схеме ОДБ - капсулы (объемно-дифференцированной бронекapsулы), обеспечивающей защиту от взрывчатых веществ и стрелкового оружия.

«ЕСАУЛ» оборудован антиосколочной и антирикошетной защитой АОЗ, системой автоматического пожаротушения, системой защиты от выплескивания топлива при подрыве, специальными люками для обеспечения жизнедеятельности экипажа, колесными вставками безопасности, бойницами и бронированными стеклами, оснащенными антиосколочной пленкой.

Бронезащита спецавтомобиля выполнена согласно ГОСТ Р 34282-2017.



Рисунок 7 – Автомобиль специальный бронированный ЕСАУЛ

Автомобиль специальный «ЕСАУЛ ПРЕГРАДА» на базе УАЗ ПИКАП (рисунок 8).

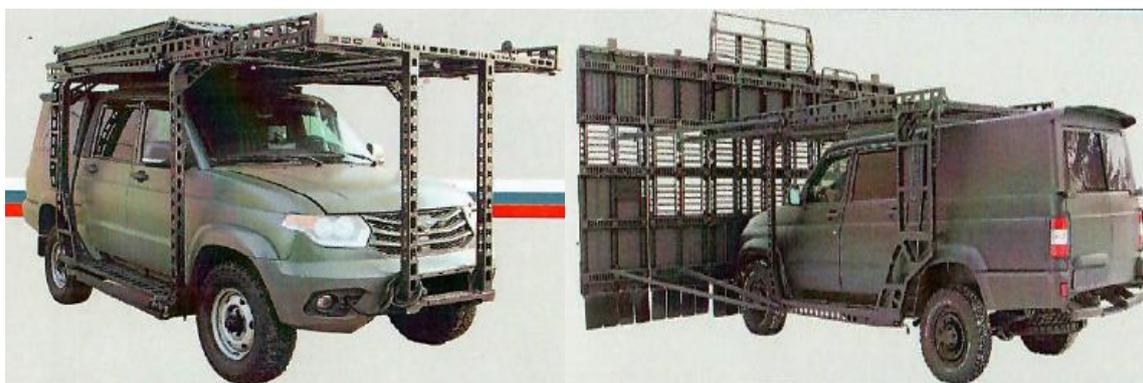


Рисунок 8 – Автомобиль специальный «ЕСАУЛ ПРЕГРАДА»

Сверхлегкое специальное транспортное средство ЛСТС-1943 «САРМАТ-2» (рисунок 9).

«САРМАТ-2» предназначен для монтажа стрелкового вооружения, перевозки личного состава, выполнения специальных задач и функций группы сопровождения при использовании в районах боевых действий.



Рисунок 9 – Сверхлегкое специальное транспортное средство «САРМАТ-2»

Бронеавтомобиль многоцелевого назначения «ВПК-Урал» 4×4 предназначен для перевозки личного состава, военных грузов с требуемым уровнем защиты, монтажа систем вооружения и специальной техники, а также для буксирования прицепных систем (рисунок 10). Машина создана на двухосном 4×4 шасси автомобиля Урал-53099, использующем отработанные и серийно выпускающиеся узлы и агрегаты армейских многоцелевых автомобилей марки «Урал». Это значительно снижает общую стоимость изделия и повышает его эксплуатационную надежность и снижает эксплуатационные расходы [5].



Рисунок 10 – Бронеавтомобиль многоцелевого назначения «ВПК-Урал»

СБМ «Тигр» в комплектации «Рейд» (рисунок 11) был разработан с целью удовлетворения требований заказчиков в части установки дополнительных систем и оборудования, повышающих потребительские свойства машины: пятидверный корпус с оригинальным размещением пассажиров, комплект складывающихся бронешитков вокруг каждого люка, дополнительная бойница в лобовом стекле, комплект решеток на все окна, система видеонаблюдения с записью на жесткий диск, фара-искатель, инфракрасный

прожектор, съемный багажник на крыше, две канистры из нержавеющей стали для питьевой воды, инструментальный ящик увеличенного объема, подножки и поручни вдоль бортов.



Рисунок 11 – СБМ «Тигр» в комплектации «Рейд»

Автомобиль СБМ ВПК-233136 «ТИГР» в исполнении «Багги» (рисунок 12) был разработан в инициативном порядке с целью удовлетворения требований заказчиков в части создания скоростных разведывательно-штурмовых машин высокой проходимости, способных совершать глубокие рейды в тыл противника. «Багги» создан на основе шасси специальной бронированной машины СБМ ВПК-233136 с установкой на него турбодизеля ЯМЗ-5347-24, развивающего максимальную мощность 240 л.с., совмещенного с автоматической коробкой переключения передач.

В «Багги» установлены антитравматические сиденья для размещения пяти членов экипажа включая водителя.



Рисунок 12 – Автомобиль СБМ ВПК-233136 «ТИГР» в исполнении «Багги»

Так же на выставке были представлены мобильные роботы на базе электромеханических приводов и шасси для них. На сегодняшний день диапазон применения робототехники чрезвычайно широк:

выполнение работ в опасных зонах (разведка, взятие проб, земляные работы, демонтаж и разрушение строительных конструкций и промышленного оборудования, транспортирование опасных предметов);

выполнение работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (осмотр мест аварий, разборка и разрушение поврежденных конструкций, манипуляции с радиоактивными и сильнодействующими ядовитыми веществами, борьба с огнем);

проведения взрывотехнических работ (поиск, извлечение, транспортирование и

обезвреживание или уничтожение взрывоопасных предметов и неразорвавшихся боеприпасов; взрывные работы).

производство;
освоение космоса и исследование других планет;
охрана объектов и др. [4].

Разрабатываемые НТЦ «РОКАД» шасси транспортных роботов могут быть колесные, гусеничные, шагающие или комбинированные с изменяемой геометрией, способные сохранять подвижность в самых сложных дорожных условиях (рисунок 13).



Рисунок 13 – Мобильные роботы на базе электромеханических приводов

Бионический робот-собака является универсальной платформой для профессиональных исследований, использования в промышленности и образовательных учреждениях (рисунок 14) [1].

С помощью дополнительных программных разработок и оборудования робот становится мощным инструментом для следующих направлений: развлечения; промышленность; образование; логистика; охрана и мониторинг.



Рисунок 14 – Бионический робот-собака

Колесно-гусеничные роботы являются универсальными промышленными шасси с рулевым управлением, которые помогают людям или оборудованию, выполняя логистическую рутинную, удаленную, опасную или повторяющуюся работу без активного вмешательства человека на различных типах поверхности. Такие роботы становятся удобным инструментом для следующих областей применения: логистика (всех видов); патрулирование, сопровождение; промышленность; научно-исследовательская деятельность (возможность установки дополнительных модулей на платформы) (рисунок 15).



Рисунок 15 – Колесно-гусеничные роботы

Роботизированная перевозка воинского оборудования и боеприпасов «Транспортер» база GR-2 (рисунок 16). Небольшие размеры и бесшумность платформы позволяют незаметно доставлять груз на позицию.

Минимальная «боевая выкладка», с которой солдат Российской Федерации идет в бой, составляет 28,6 кг. «Выкладка на марше», с которой пехотные части перемещаются для занятия позиций, 46 кг. Полная боевая нагрузка равна 60 кг. По пересеченной местности «Транспортер» без труда довезет груз до 600 кг, что позволит освободить руки и сэкономить силы 10-ти бойцам. Платформа доставит боеприпасы в сохранности и снизит риск получения травм опорно-двигательного аппарата во время марш-броска.



Рисунок 16 – Роботизированная перевозка воинского оборудования и боеприпасов

Еще один вариант гусеничного робота – маневренный «Гумич Разведчик» (рисунок 17), обладая малыми габаритами и бесшумностью, может незаметно проникать на территорию противника, транслировать аудио или видеосигнал, составлять карты местности, передавать координаты цели и др.



Рисунок 17 – «Гумич Разведчик»

Представленные платформы управляются при помощи мобильного приложения с интуитивно понятным пользовательским интерфейсом. Дальность управления и передача видеопотока в зоне прямой видимости составляет 40 км. С помощью ретрансляторов ее можно увеличивать неограниченно.

Дополнительно с роботами могут поставляться пульта дистанционного управления и планшеты (рисунок 18).



Рисунок 18 – Пульта дистанционного управления и планшеты

Несмотря на обилие представленных образцов вооружения, военной и специальной техники, высокую организацию проведенного мероприятия, остается открытым вопрос о достижении ранее поставленных целей выставки. Несомненно, руководство Росгвардии даст свою оценку, проведут аналитику, сделают выводы, возможно, будут заключены контракты и в ближайшем будущем мы увидим результаты выставки «ЭКСПОТЕХНОСТРАЖ» на вооружении войск национальной гвардии Российской Федерации.

Библиографический список

1. <https://robot.3l.ru/> (дата обращения 17.04.2022)
2. www.astais.ru (дата обращения 15.04.2022)
3. www.milindcom.ru (дата обращения 18.04.2022)
4. www.rocad.ru (дата обращения 18.04.2022)
5. www.uralaz.ru (дата обращения 18.04.2022)
6. Микитенко, А.Н., Малышев, В.С., Котельников, Д.Е. Применение устройства определения угла поворота на вооружении, военной и специальной технике [Текст]: материалы международной НПК / Материалы и методы инновационных научно-практических исследований и разработок. Ч. 2. – Калуга, 2019. - С. 28-31.
7. Стрельцов, Р.В., Малышев, В.С. Проектирование устройства дистанционного управления башенной установкой БПУ-1 бронетранспортёра БТР-80 [Текст] / Актуальные вопросы совершенствования военной и специальной техники: сборник научных материалов / под общ. ред. Р.В. Стрельцова. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2020. - С. 135-139.

УДК 378.147

МЕТОДИКА ВЛИЯНИЯ БОРТОВОЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БРОНЕТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ

Сурин Р.О., преподаватель кафедры (бронетанкового вооружения и техники).

Дальневосточное высшее общевойсковое командное ордена Жукова училище имени Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского, г. Благовещенск.

Электронный адрес: roman_surin81.81@mail.ru.

В статье рассмотрены вопросы контроля режимов функционирования агрегатов и систем, влияющих на эксплуатационные свойства бронетанкового вооружения и техники. Проведена оценка влияния автоматизации управления на разгонно-тормозные свойства машины, сравнением ее динамических свойств в ручном и автоматическом режиме управления при прямолинейном и криволинейном движении.

Объем, полученный в ходе проведенного анализа и оценки использования боевой (бортовой) информационно-управляющей системы (БИУС) на основных объектах бронетанкового вооружения и техники, а также приведенные способы использования информационной, управляющей и исполнительной подсистемы, обеспечивающей автоматизацию всех информационных и управляющих процессов в образце (объекте) оказывают большое влияние на качество решения задач управления и контроля эксплуатационными свойствами бронетанковой техникой.

Ключевые слова: бортовая информационно управляющая система; автоматизация процессов.

THE METHODOLOGY OF THE INFLUENCE OF THE ON-BOARD INFORMATION AND CONTROL SYSTEM ON THE TECHNICAL CONDITION OF ARMORED WEAPONS AND EQUIPMENT

Surin R.O., lecturer of the Department (armored weapons and equipment).

Far Eastern Higher Combined Arms Command Order of Zhukov School named after Marshal of the Soviet Union K.K. Rokossovsky, Blagoveshchensk.

E-mail: roman_surin81.81@mail.ru

The article deals with the issues of monitoring the modes of operation of aggregates and systems that affect the operational properties of armored weapons and equipment. The influence of control automation on the acceleration and braking properties of the machine was evaluated by comparing its dynamic properties in manual and automatic control modes with rectilinear and curvilinear motion.

The volume obtained during the analysis and evaluation of the use of the combat (on-board) information and control system (BIUS) at the main objects of armored weapons and equipment, as well as the methods of using the information, control and executive subsystem that provides automation of all information and control processes in the sample (object) have a great impact on the quality of solving problems of management and control of the operational properties of armored vehicles.

Keywords: on-board information control system; process automation.

Оснащение гусеничных машин (ГМ) различными автоматическими системами требует разработки методики оценки влияния бортовых информационно-управляющих систем (БИУС) на основные эксплуатационные свойства машины: тягово-динамические, топливно-экономические, а также ее способности обеспечить защиту от предельных и нерациональных режимов работы систем и агрегатов шасси ГМ [1; 2].

Динамические свойства машины оцениваются по ее способности изменять скоростной режим в различных видах движения. Существенную роль в обеспечении высоких динамических свойств играет выбор момента блокировки фрикциона гидротрансформатора и переключения передач как с пониженной на повышенную (при разгоне), так и наоборот (при сбросе скорости) [3].

Оценка влияния автоматизации управления на разгонно-тормозные свойства машины оцениваются сравнением ее динамических свойств в ручном и автоматическом режиме управления при прямолинейном и криволинейном движении.

По результатам испытаний на прямолинейных участках пути с бетонным и грунтовым покрытием строятся разгонные и динамические характеристики машины для ручного и автоматического управления.

Разгонные характеристики (графики $V=f(T)$ – зависимость скорости движения от времени T разгона) характеризуют интенсивность разгона ГМ при прямолинейном движении. Разгонные характеристики, построенные для каждого заезда, используются для определения времени разгона машины в ручном T_{Pn} и автоматическом T_{An} режимах до заданных скоростей V_1, V_2, \dots, V_j .

Разгонные характеристики могут быть построены в виде $V=f(S)$ (зависимость скорости движения от пути S разгона). В этом случае определяется путь разгона машины в ручном S_{Pn} и автоматическом S_{An} режимах до скоростей $V_1, V_2, \dots, V_n, V_j$.

Полученные результаты для каждой группы заездов, характеризуемой значением заданной скорости и типом грунтовых условий, усредняются:

$$T_{An} = \frac{\sum T_{An}}{z}; T_{Pn} = \frac{\sum T_{Pn}}{z}, \quad (1)$$

где z – количество заездов в каждой группе.

Показатель, характеризующий разгонные свойства машины при автоматическом управлении движением для фиксированной скорости, представляет собой отношение среднего времени (пути) разгона ГМ до заданной скорости в автоматическом режиме к среднему времени (пути) разгона до этой же скорости в случае ручного управления:

$$K_{Pn} = \frac{T_{An}}{T_{Pn}} \text{ или } K_{Pn} = \frac{S_{An}}{S_{Pn}}. \quad (2)$$

С учетом всех скоростей:

$$K_{\text{разг}} = \frac{\sum_{n=1}^j K_{Pn}}{j}, \quad (3)$$

где j – количество заданных скоростей.

Для комплексной оценки влияния автоматической системы управления движением на тягово-динамические качества машины (с учетом разгона–торможения) используется динамическая характеристика, приведенная на рисунке 1, отражающая зависимость средней скорости от пути безостановочного движения на участке разгона–торможения при заданном коэффициенте сопротивления движению.

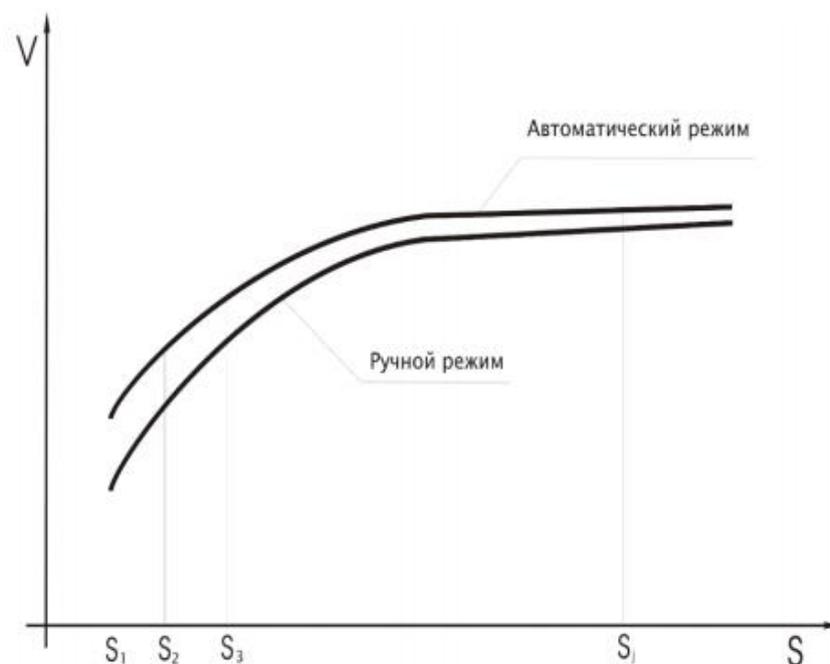


Рисунок 1 – Динамическая характеристика ГМ, совершающей остановки в конце участков пути протяженностью S_j

Поскольку торможение осуществляется без использования тормозов (только двигателем), то динамическая характеристика позволяет учесть влияние характеристик переключения на среднюю скорость движения не только с пониженной передачи на повышенную, но и с повышенной на пониженную.

Влияние автоматической системы управления на динамические свойства машины в зависимости от пути безостановочного движения, определяется сравнением средних скоростей движения $V_1, V_2 \dots V_m \dots V_j$ при ручном и автоматическом управлении, определенных с помощью динамической характеристики для соответствующих участков пути $S_1, S_2 \dots S_m \dots S_j$:

$$K_{\text{дм}} = \frac{V_{\text{Ан}}}{V_{\text{Рн}}}. \quad (4)$$

Обобщенный показатель:

$$K_{\text{дин}} = \frac{\sum_{m=1}^j K_{\text{мд}}}{j}. \quad (5)$$

Таким образом, оценка влияния БИУС на приемистость ГМ при прямолинейном движении производится сравнением разгонных и 20 динамических характеристик машины, полученных при ручном и автоматическом режимах движения на бетоне и на грунте.

Оценка влияния БИУС на динамические качества ГМ при криволинейном движении производится сравнением среднего времени (средней скорости) прохождения специальной

трассы (рисунок 2) в ручном и автоматическом режимах:

$$T_{\text{крив}} = \frac{T_{\text{КР}}}{T_{\text{КА}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{КР}} = \frac{\sum_{i=1}^y T_{\text{КР}i}}{y}$ – среднее время прохождения специальной трассы в ручном режиме;

y – количество заездов;

$T_{\text{КА}} = \frac{\sum_{i=1}^y T_{\text{КА}i}}{y}$ – среднее время прохождения специальной трассы в автоматическом режиме.

Показатель $K_{\text{крив}}$ характеризует влияние автоматической системы управления на устойчивость и динамические свойства ГМ в случае сложного неустановившегося движения.

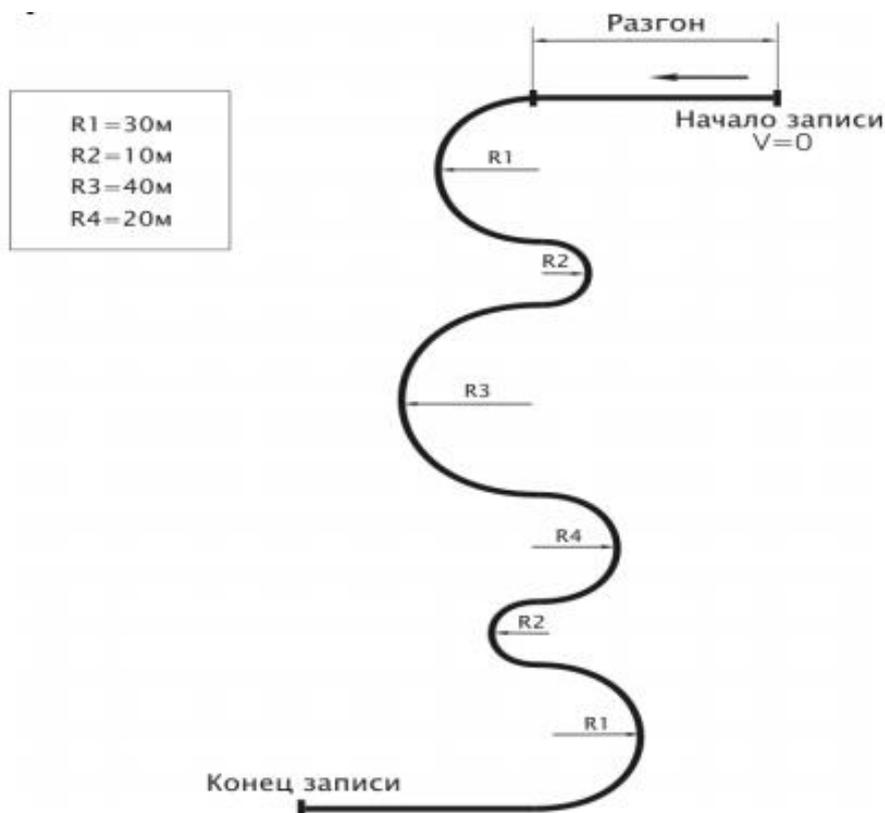


Рисунок 2 – Трасса для испытаний ГМ при движении по криволинейному пути

Оценка топливно-экономических свойств ГМ с БИУС осуществляется сравнением расходов топлива при пробеговых испытаниях машины в ручном $G_{\text{ТР}}$ и автоматическом режимах $G_{\text{ТА}}$ движения:

$$K_{\text{T}} = \frac{G_{\text{ТА}}}{G_{\text{ТР}}}. \quad (7)$$

Оценка качества регулирования термодинамического баланса двигателя и трансмиссии проводится в результате обработки и анализа данных температурного режима работы силовой установки и трансмиссии, полученных в процессе движения машины при пробеговых испытаниях.

Качество регулирования температурного режима работы двигателя и трансмиссии

заключается в поддержании температуры охлаждающей жидкости и масла в рабочих пределах независимо от режимов работы и внешних условий движения машины.

Рекомендуемый диапазон изменения температуры охлаждающей жидкости и масла определяется эксплуатационной документацией. При этом оптимальным значением температурного режима работы моторно-силовой установки является среднее значение указанного интервала:

$$K_{\text{ОПТ}} = \frac{T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{2}. \quad (8)$$

Тогда точность регулирования температурного режима двигателя и трансмиссии определяется средним значением квадрата разности регулируемой температуры T_i и значением температуры $T_{\text{ОПТ}}$:

$$D_{\text{точ}} = \sum_{i=1}^k (T_i - T_{\text{ОПТ}})^2 P_i, \quad (9)$$

где P_i – частота события.

Устойчивость регулирования температурного режима двигателя и трансмиссии определяется дисперсией или средним квадратическим отклонением текущего значения $T_{i\text{от}}$ среднего значения регулируемой температуры T :

$$D_{\text{уст}} = \frac{\sum_{i=1}^k (T_i - T)}{k-1}; \quad \sigma_{\text{уст}} = \sqrt{D_{\text{уст}}}, \quad (10)$$

где k – число измерений.

Эффективность автоматизации регулирования температурного режима работы ДВС и трансмиссии определяется в результате сравнительного анализа значений T , $D_{\text{уст}}$, $D_{\text{точ}}$ при ручном и автоматическом управлении.

Оценка влияния автоматизации процесса переключения передач на динамическую нагруженность силовой цепи «двигатель – трансмиссия – гусеничный движитель» осуществляется сравнением результатов измерений моментов на ведущих колесах машины при переключениях передач в ручном и автоматическом режимах в различных видах движения.

При обработке результатов измерений, произведенных на режимах «разгона–торможения» на прямолинейных участках пути и при движении машины на подъемах и спусках, определяются моменты на ведущих колесах машины непосредственно до и после переключения передач. Для каждого измерения рассчитывается коэффициент K_{Mi} , представляющий собой отношение момента M_2 после переключения к моменту M_1 до переключения:

$$K_{Mi} = \frac{M_{2i}}{M_{1i}}. \quad (11)$$

Полученные данные группируются по номерам передач и режимам движения. Для каждой группы данных определяется среднее значение коэффициента K_{Mi} :

$$K_{Mn} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Mi}}{n}. \quad (12)$$

Данный метод оценки эксплуатационных свойств ГМ, оснащенной БИУС, позволяет осуществить проверку качества автоматизации процессов контроля и управления в наиболее характерных условиях функционирования машины.

Предлагаемый метод обеспечивает оценку влияния БИУС на основные эксплуатационные свойства машины: тягово-динамические, топливно-экономические, а

также ее способности обеспечить защиту от предельных и нерациональных режимов работы систем и агрегатов шасси ГМ.

Объем получаемой в ходе испытаний информации и способы ее обработки обеспечивают не только оценку эффективности функционирования БИУС, но и выявление факторов, определяющих качество решения задач управления и контроля.

Библиографический список

1. Концепция создания и развития бортовых информационно-управляющих систем образцов бронетанкового вооружения и техники, и военной автомобильной техники / ГУП 38 НИИИ МО РФ; инв. № 5286 - М., 2000. - С. 96.

2. Принципы построения систем управления движением и диагностики гусеничных машин / В.Ф. Ягубов // Материалы научно-технич. Конф. МГТУ им. Н.Э. Баумана, посвященной 65-летию факультета «Специального машиностроения». - М., 2003. - С. 72-79.

3. Савочкин, В.А., Дмитриев, А.А. Статистическая динамика транспортных и тяговых машин. - М.: Машиностроение, 1990. - С. 320.

УДК 004.42

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛОВЫХ ОПЕРАТОРОВ В PYTHON, C++ И JAVA

Сьянов С.Л., доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем факультета (связи), (кандидат технических наук).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: hydrolics@ya.ru.

В работе рассматривается способ оптимизации программного кода в операторах цикла. Проведён анализ быстродействия цикловых операторов по времени выполнения условий выхода из цикла в теле оператора и с помощью оператора break. Проводится анализ влияния оператора break на быстродействие программного кода на языках Python, C++ и Java.

Ключевые слова: оптимизация; быстродействие; операторы цикла; Python; C++; Java.

PERFORMANCE ANALYSIS OF LOOP OPERATORS IN PYTHON, C++ AND JAVA

Syanov S.L., Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software (Candidate of Technical Sciences).

Perm Military Institute of National Guard Troops, Perm.

E-mail: hydrolics@ya.ru

The paper considers a method for optimizing the program code in loop statements. The analysis of the performance of loop operators in terms of the time of fulfillment of the conditions for exiting the loop in the body of the operator and with the help of the break operator is carried out. The influence of the break statement on the speed of program code in Python, C++ and Java is analyzed.

Keywords: optimization; code performance; break statement; loop operators; Python; C ++; Java.

Скорость выполнения боевой задачи напрямую связана с необходимостью обеспечения производительности программного обеспечения при управлении комплексами и системами военного назначения. Для обеспечения быстродействия программного кода проводят его оптимизацию на уровне исходного кода или на уровне разработки трансляторов языков программирования. Под оптимизацией кода подразумевается обеспечение удобочитаемости и простоты кода, что берут на себя обычно системы разработки программного обеспечения, а также повышение производительности программы за счет организации определенной структуры проекта и операторов языка. Оптимизация играет важную роль в количественной оценке быстродействия кода. В больших программах с помощью изменения нескольких строк кода – микрооптимизации, можно достичь существенного роста производительности. В большинстве случаев, на маленькие куски кода

приходится большая часть времени выполнения программы [1]. При использовании операторов цикла также сталкиваешься с проблемой времени выполнения программы. Использовать ли цикл с проверкой в начале или использовать цикл с выходом break. Сразу же встает вопрос – как влияет на скорость выполнения кода оператор break в интерпретируемом языке Python, компилируемом языке C++ и в байт-коде Java.

При анализе быстродействия цикловых операторов на выбранных языках Python, C++ и Java основным элементом будет пример цикла с выходом break и цикл, с проверкой в начале.

Пример участка кода с проверкой в начале цикла while(Python)

```
List = []
i = 0
while i < 25 and len(List) < 25:
    List.append(i)
    i += 1
```

Пример участка кода с while и выходом break(Python)

```
List = []
i = 0
while i < 25:
    List.append(i)
    i += 1
    if len(List) == 25:
        break
```

Пример участка кода с проверкой в начале цикла while(Java)

```
public void run() {
    for (int j = 0; j < INNER_ITERATION_COUNT; j++) {
        ArrayList<Integer> integerArrayList = new ArrayList<Integer>();
        int i = 0;
        while (i < INNER_ITERATION_COUNT_2 & integerArrayList.size() <
INNER_ITERATION_COUNT_2) {
            integerArrayList.add(i);
            i++;
        }
    }
}
```

Пример участка кода с while и выходом break(Java)

```
public void run() {
    for (int j = 0; j < INNER_ITERATION_COUNT; j++) {
        ArrayList<Integer> integerArrayList = new ArrayList<Integer>();
        int i = 0;
        while (i != INNER_ITERATION_COUNT_2) {
            integerArrayList.add(i);
            i++;
            if (integerArrayList.size() == INNER_ITERATION_COUNT_2) {
                break;
            }
        }
    }
}
```

Пример участка кода с проверкой в начале цикла while(C++)

```
for (int i = 0; i < b; i++)
{
    int j = 0;
```

```

vector<int> num;
while (j < c)
{
    j++;
    num.push_back(j);
}
}

```

Пример участка кода с while и выходом break(C++)

```

for (int i = 0; i < b; i++)
{
    int j = 0;
    vector<int> num;
    while (j < c)
    {
        j++;
        num.push_back(j);
        if (j == c)
        {
            break;
        }
    }
}

```

В случае работы с Python участок кода представляет собой функцию заполнения массива 0 до 24 с помощью вызова метода append. Append заполняет массив, добавляя элемент в конец списка [2]. Для подсчёта времени небольших участков кода будет использована специальная библиотека – Timeit, встроенная в стандартный дистрибутив Python [3]. При работе с Java и C++ участок кода представляет собой заполнение массива 60000 элементами с помощью метода add и pushback соответственно.

Величина 60000 выбрана, исходя из того, что при большом количестве итераций в цикле, появляется ошибка памяти. Также, чтобы появилась возможность количественно оценить время, необходимо запускать данные участки кода хотя бы 100 раз с помощью цикла for. При маленьких значениях времени невозможно сказать точно, что будет эффективнее: цикл с break или без него. Помимо этого, для наибольшей точности результатов будет проведено цикличное измерение времени блока кода и будет подсчитано среднее арифметическое значение всего затраченного времени. Чтобы среднее значение времени не отличалось от истинного, также необходимо найти его доверительный интервал. Доверительный интервал – это интервал правильных значений с заданной доверительной вероятностью [4]. Для оценки доверительного интервала необходимо найти случайную погрешность, которая представляет собой половину доверительного интервала. Она находится по формуле:

$$\Delta_s x = t_{n\alpha} \cdot \sigma, \quad (1)$$

где t – коэффициент Стьюдента, а σ [5].

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}. \quad (2)$$

Коэффициент Стьюдента зависит от числа измерений и от доверительной вероятности [6]. Для точного значения случайной погрешности необходимо взять за доверительную вероятность 0.95. Значение коэффициента находим с помощью таблицы коэффициентов

Стьюдента [7]. Так как время выполнения одного циклового участка кода на Python достигает несколько секунд, а на Java и C++ миллисекунд, для оптимального значения случайной погрешности необходимо взять 1000 измерений на Python и 20000 измерений на C++ и Java. Исходя из количества измерений, на Python коэффициент Стьюдента будет иметь значение 1.96393224, а на Java и C++ 1.960082. По подсчетам, случайная погрешность не превышает 0.01 % от среднего значения времени выполнения.

Пример функции подсчета случайной погрешности вычислений на Python

```
def inaccuracy(array, count, stud):
    tmp = 0
    avg = sum(array) / count
    for i in array:
        tmp += math.pow(i - avg, 2.0)
    return math.sqrt(tmp / (count * (count - 1))) * stud.
```

Все элементы кода, участвующие в подсчёте времени должны запускаться в одном блоке внутри цикла. Это связано с тем, что на оценивание времени могут повлиять системные процессы, и если измерять время по отдельности, мы можем получить неправильные значения. На примере Python это представлено в виде цикла for, который запускает отсчёт каждого куса кода, записывая время в отдельный массив определенного циклового оператора.

Пример отсчёта времени всех кусков кода (Python)

```
for i in range(iterCount):
    res1[i] = t1.timeit()
    res2[i] = t2.timeit()
    res3[i] = t3.timeit()
    res4[i] = t4.timeit()
```

Результаты расчётов представлены в таблице 1. Также для удобства, в таблице 1 были введены следующие обозначения для циклов: JustWhile, JustDoWhile, WhileBreak, ForBreak, doWhileBreak, где слово Just обозначает цикл с проверкой в операторе While и doWhile, а слово Break обозначает цикл с выходом по оператору if и Break. JustFor обозначает цикл for без условий выхода из цикла.

Таблица 1 – Время выполнения цикловых операторов с условием выхода из цикла в теле-оператора и с помощью оператора break

Цикловой оператор \ Язык программирования	Python(sec)	C++(Millisec)	Java(Millisec)
JustWhile	11,21	19.53	47,21
WhileBreak	10.47	20.54	46,01
JustFor	5.47	19.47	47,21
ForBreak	8.63	19.91	43,16
JustDoWhile	-	19.66	44,79
doWhileBreak	-	19.87	47,69

Найдем сравнительные характеристики по быстродействию выполнения кода в цикле, отраженные в таблице 1. Оценка быстродействия находится из отношения времени выполнения соответствующего цикла с выходом по условию цикла на время выполнения цикла с выходом по break. Данные по вычисленному быстродействию представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ быстродействия цикловых операторов

Цикловой оператор \ Язык программирования	Python (%)	C++ (%)	Java (%)
While	6.6	4.9	2.5
For	36,6	2.2	8.5
doWhile	-	1	6.4

Таким образом, проведен сравнительный анализ времени выполнения условий выхода из цикла в цикловом операторе и с помощью оператора break. По результатам видно, что оператор break способствует уменьшению времени выполнения циклового участка кода в 3 из 8 представленных случаях в таблице 1, исключениями являются случаи с for на языке Python, do While на Java и все случаи на C++. Наибольший прирост в быстродействии выполнения кода при внедрении оператора break получил цикловой оператор for на языке Java. Анализируемые функции возможно применять и при реализации методов оптической обработки информации в корреляционно-экстремальных оптических измерительных системах [8].

Все программы запускались на компьютере с процессором Intel Core i3-6006U (тактовая частота 2 ГГц, объем оперативной памяти 4.00 GB), на 64-разрядной операционной системе Windows 10, также исходные программные коды на Java, Python и C++ запускались на IDE Intelij idea (Community edition 2019.2.2) с версией Java 13.0.1, PyCharm (Community edition 2019.2.2) с версией Python 3.4 и Visual Studio 2019 C++ 2015–2019 соответственно.

Библиографический список

1. Макконнелл, С. Совершенный код. Kindle Edition, 2014.
2. Swaroop, С.Н. Byte of Python, 2013.
3. TimeIt [Электронный ресурс]. - URL: <https://docs.python.org/3/library/timeit.html> (дата обращения: 20.04.22).
4. Трофимов, А. Математическая статика: учебное пособие для СПО. - 2-е изд., 2019.
5. Батоврин, В.К., Бессонов, А.С., Мошкин, В.В., Папуловский, В.Ф., Lab VIEW: практикум по основам измерительных технологий, 2009. - С. 33-38.
6. Косинов, А.Д., Костюрина, А.Г., Брагин, О.А. Методы физического эксперимента: учебное пособие для вузов, 2018. - С. 18.
7. Квантили распределения Стьюдента [Электронный ресурс]. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%B%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%A1%D1%82%D1%8C%D1%8E%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0 (дата обращения: 20.04.22).
8. Здоровцов, А.Г. Реализация методов оптической обработки информации в корреляционно-экстремальных оптических измерительных системах / А.Г. Здоровцов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2019. – № 1 (33). – С. 57-61. – EDN TSJAFU.

УДК 378.14

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ИГР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Тарутин А.В., доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем (кандидат технических наук, доцент).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Электронный адрес: povtas-pvi@yandex.ru.

В статье рассматриваются методы теории игр при решении задач военного управления. Особое внимание уделено рассмотрению использования в таких задачах методов теории игр. Такие методы наиболее точно подходят для задач, которые подразумевают наличие противоборства сторон. Правильное понимание сути задачи и адекватное построение платежной матрицы являются залогом успешного решения задач теории управления.

Ключевые слова: принятие решений; оптимальное решение; процесс принятия решений; теория игр; методы теории игр.

APPLICATION OF GAME THEORY METHODS FOR SOLVING APPLIED PROBLEMS

Tarutin A.V., Associate Professor of the Department of Computer Software and Automated Systems (Ph.D. (Engineering), Associate Professor).

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm.

E-mail: povtas-pvi@yandex.ru.

The article discusses the methods of game theory in solving problems of military management. Special attention is paid to the consideration of the use of game theory methods in such problems. Such methods are most accurately suitable for tasks that imply the presence of a confrontation between the parties. A correct understanding of the essence of the task and an adequate construction of the payment matrix are the key to successfully solving the problems of management theory.

Keywords: decision-making; optimal decision; decision-making process; game theory; methods of game theory.

Методы теории принятия решений находят очень широкое применение во многих областях деятельности человека. Не является исключением и принятие решений при решении задач военного управления.

Одним из наиболее перспективных направлений принятия решений является автоматизация данного процесса. Такой подход позволяет минимизировать количество ошибок, сводит к нулю влияние человеческого фактора, а также играет принципиальную роль вопрос защиты информации и информационная безопасность. На сегодняшний день в войсках национальной гвардии активно применяются автоматизированные системы, такие как информационная система автоматизации работы должностных лиц «Витязь», сервис

электронного документооборота автоматизации делопроизводства Росгвардии, информационная система автоматизации деятельности по выработке и реализации государственной политики «Нормативно-правовые акты Росгвардии», информационно-справочная система «Юрист», информационная система автоматизации учета транспортных средств «ВАИ», информационная система – сервис управления доступом к информационным системам и ресурсам федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации «СУДИС» и т. п. [1].

Нашли широкое применение автоматизированные системы и в структуре ИТ-инфраструктуры военных вузов. Развитие и поддержка информационных процессов деятельности военных институтов Росгвардии является одним из приоритетных направлений стратегии развития военного образования [2].

Однако автоматизация процессов управления предполагает глубокое знание и реализацию методов, обеспечивающих всеобъемлющий учет внешних факторов, корректное выполнение начальных и граничных условий, точную постановку задачи и адекватные выводы из полученных решений. Именно к таким методам относятся методы классической науки – теории принятия решений. И более узкое направление использования данной науки – теория игр.

Изложенные ранее методы [3; 4] позволяют рассматривать широкий класс задач, в которых противоборству участвующих сторон (а это является аналогом ведения боевых действий) уделяется основное внимание. Основным средством учета «сил и средств» противоборствующих сторон являются платежные матрицы. Именно они составляют основу математического аппарата, используемого при решении. Применим ранее описанные методы теории игр, используемые при решении задач по принятию оптимальных решений, на примере прикладных задач.

Рассмотрим несколько практических примеров использования методов теории игр.

Первый пример.

Имеются противоборствующие стороны, представленные двумя игроками. Обозначим игроков – X и Y .

Суть игры состоит в следующем. Игроки загадывают числа. Загадывают в тайне друг от друга. Одновременно. Независимо. Затем числа складываются и проверяются на четность. Выигравшей стороной считается та, кто поставил на четность.

Для упрощения постановки задачи и понимания процесса решения ограничим возможность выбора чисел игроками значениями 1, 2 и 3. А также закрепим выбор четного значения суммы за игроком X .

Рассмотрим возможные игровые стратегии сторон. Так как выбор чисел игроками не ограничен и одинаков (1, 2, 3), то и возможные игровые стратегии сторон могут быть выбраны одинаковые:

- 1 – выбрать число 1;
- 2 – выбрать число 2;
- 3 – выбрать число 3.

Введем наименование данных стратегий. Если, как уже указывалось ранее, возможные стратегии сторон одинаковые, то обозначим их – $X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_3, Y_3$, где индекс указывает на выбираемое число – 1, 2 или 3.

Игра с таким выбором стратегий походит под определение 3×3 . И на её основе можно построить матрицу игры (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица игры

$X_i \backslash Y_j$	Y_1	Y_2	Y_3
X_1	2	3	4
X_2	3	4	5
X_3	4	5	6

Введем в таблице 1 с использованием знака «минус» обозначение нечетных вариантов. Также введем колонки для определения верхней и нижней цен игры.

В результате матрица игры примет вид таблицы 2.

Таблица 2 – Матрица игры

$X_i \backslash Y_j$	Y_1	Y_2	Y_3	α_i
X_1	2	-3	4	-3
X_2	-3	4	-5	-5
X_3	4	-5	6	-5
β_j	4	4	6	

Используя метод максимина и минимакса найдем цены игры:

- верхняя цена, $\beta = 4$;
- нижняя цена, $\alpha = -3$.

Анализ матрицы показывает, какие гарантированные выигрыши получает игрок при использовании той или иной стратегии. Например, если оба игрока будут использовать только свои стратегии 3 (выбирать всегда число 3), то гарантированный выигрыш составит -5 у игрока X и -6 у игрока Y.

Это значит, что если игрок X всегда будет применять стратегию X_3 (выбирать число 3), то ему гарантирован выигрыш -5 (игрок проиграет 5 единиц).

Если игрок Y всегда будет применять стратегию Y_3 (выбирать число 3), то ему гарантирован проигрыш 6 (игрок проиграет не более 6 единиц).

Рассматривая задачи такого типа следует учитывать, что их решение по принципу минимакса является неустойчивым. Если противник выбрал стратегию Y_1 нам приходится в противовес (чтобы быть в выигрыше) выбирать стратегию X_3 . Противник в ответ, чтобы избавиться от проигрышного положения, переходит на стратегию Y_2 . Теперь в проигрыше остается игрок X. Ему необходимо перейти на выигрышную стратегию. В результате выбирается стратегию X_2 . И так далее. Неустойчивость минимакса приводит к необходимости постоянной смены стратегии в зависимости от стратегии противника. В таких задачах можно наглядно показать роль информации о стратегии противника, по-военному – роль разведки в процессе принятия правильного решения.

Таким образом, из приведенного примера видно, что положение, когда обе противоборствующие стороны пользуются своими минимаксными стратегиями, приводит к появлению неустойчивости в обстановке. Резко возрастает роль сведений о противнике и применяемых им стратегиях.

Рассмотрим альтернативный пример.

Второй пример.

Пусть игра задана платежной матрицей 4x4 (таблица 3).

Таблица 3 – Матрица игры

$X_i \backslash Y_j$	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	α_i
X_1	0,4	0,5	0,9	0,3	0,3
X_2	0,8	0,4	0,3	0,7	0,3
X_3	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6
X_3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,2
β_j	0,8	0,6	0,9	0,9	

Аналогично с предыдущим примером определим верхнюю и нижнюю цены игры, используя принцип максимина и минимакса.

$$\beta = \min_j \max_i \beta_{ij} = 0,6.$$

$$\alpha = \max_i \min_j \alpha_{ij} = 0,6.$$

Данный пример существенно отличается от первого примера. Отличие состоит в том, что цены игры (верхняя и нижняя) равны.

$$\alpha = \beta = v.$$

В такой ситуации в противостоянии наступает стабилизация, а сама игра называется игрой с чистой ценой игры.

Значения цены игры, которые равны, в теории игр называются седловой точкой. Наличие такого признака в игре свидетельствует о том, что стратегия близка к оптимальной, а вся палитра оптимальных стратегий – решение игры.

Очевидно, что понятие чистой цены для игровой модели противостояния подразумевает меньшую активность сторон в ходе дальнейшего развития событий в игре.

Таким образом, можно сделать ряд выводов по итогам рассмотрения вышеизложенных примеров.

1. Наличие седловой точки в матрице игры позволяет говорить о том, противостоящие стороны применяют чистые стратегии.

2. Использование в игре чистой стратегии позволяет говорить о некотором запасе устойчивости.

3. В исходной матрице игры одновременно может быть несколько седловых точек. Однако это не ведет к появлению противоречивого результата.

Библиографический список

1. Бибик, А.В. Направления развития информационных систем в войсках национальной гвардии / А.В. Бибик // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2021. – № 4 (4). – С. 36-43.

2. Заскалкин, Е.Б. Проблема развития и совершенствования ИТ-инфраструктуры электронной информационной образовательной среды ВООВО Росгвардии / Е.Б. Заскалкин // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2021. – № 4 (4). – С. 150-155.

3. Тарутин, А.В. Методы теории игр при решении задач на принятие оптимальных

решений / А.В. Тарутин // Применение современных информационных технологий в служебно-боевой деятельности: Материалы XIV Межвуз. научно-практич. конф., Пермь, 15 апреля 2020 года. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2020. – С. 79-81.

4. Тарутин, А.В. Использование методов теории игр при подготовке специалистов в вузах войск национальной гвардии / А.В. Тарутин // Развитие системы подготовки военных специалистов в войсках национальной гвардии Российской Федерации: традиции и современность: Сборник научных трудов / под общ. ред. В.Ф. Купавского. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2018. – С. 431-435.

УДК 621.37

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАПРЕЩЕННЫХ
К ПРОНОСУ (ПРОВОЗУ) ПРЕДМЕТОВ (МАТЕРИАЛОВ)
НА ОБЪЕКТАХ, ОХРАНЯЕМЫХ ВОЙСКАМИ НАЦИОНАЛЬНОЙ
ГВАРДИИ**

Ташков Д.Ю., преподаватель кафедры инженерно-технических средств охраны.

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

E-mail: dimondlion@mail.ru

Статья содержит информацию о классификации предметов поиска на объектах, охраняемых войсками национальной гвардии Российской Федерации. Рассмотрены основные технические устройства и детекторы, используемые в качестве средств обнаружения запрещенных к проносу (провозу) предметов (материалов), их принципы действия и использования в составе комплекса инженерно-технических средств охраны. Статья иллюстрирована рисунками с перечнем объектов, охраняемых войсками национальной гвардии, с классификацией предметов поиска и средств обнаружения запрещенных к проносу (провозу) предметов (материалов). Рекомендуются для широкого круга читателей (военных специалистов) в целях систематизации знаний об инженерно-технических средствах, используемых в охране объектов.

Ключевые слова: инженерно-технические средства охраны; охраняемый объект; предметы поиска; средства обнаружения запрещенных к проносу (провозу) предметов (материалов).

**USING DETECTION DEVICES PROHIBITED FOR CARRYING
(TRANSPORTATION) ITEMS (MATERIALS) AT OBJECTS PROTECTED
BY NATIONAL GUARD'S FORCES**

Tashkov D.Y., teacher of the Department of engineering-technical means of protection.

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

E-mail: dimondlion@mail.ru

It contains the information, connected with classification of search items at the objects protected by the national guard's forces of the Russian Federation. The main technical devices and detectors used as means of detection of prohibited items (materials) and their principles of operation and using in complex of engineering-technical means of protection are considered. The article is illustrated with schemes of search subject and classification of means of detection of prohibited items (materials). It is recommended to a wide range of readers (military specialists) in order to systematize knowledge about engineering and technical means of protection used in the protection of objects.

Keywords: engineering-technical means of protection; protected object; search items; means of detection of prohibited items (materials).

Многообразие задач, стоящих перед войсками национальной гвардии Российской Федерации (далее – ВНГ РФ) и изложенных в статье 2 Федерального закона от 3 июля 2016 г. № 226-ФЗ «О войсках национальной гвардии Российской Федерации», обуславливает специфику войск и необходимость охранять объекты внутри страны. Объекты, подлежащие охране ВНГ РФ, представлены на рисунке 1 [1].



Рисунок – 1 Объекты, охраняемые войсками национальной гвардии Российской Федерации

Разнообразные по значимости и своей структуре объекты предполагают определённую специфику системы и способов их охраны. Силам охраны необходимо оценить возможные угрозы охраняемому объекту.

Под угрозой безопасности охраняемых объектов понимается потенциальная возможность нанесения охраняемым объектам определенного вида ущерба [2]. В общем случае эти угрозы могут проявиться в результате:

действий нарушителей;

воздействия стихийных сил;

сбоев в работе комплекса инженерно-технических средств охраны (далее – ИТСО);

воздействия субъективного фактора, связанного с непреднамеренными ошибками сотрудников охраняемых объектов, недостаточного уровня их квалификации.

В нашем случае к целям, которые могут преследовать нарушители, можно отнести:

диверсия в отношении охраняемого объекта;

захват заложников с целью выдвижения требований путём угрозы совершения несанкционированных действий;

несанкционированный вынос (вывоз) производимой продукции, других материальных средств;

воспрепятствование нормальному функционированию охраняемого объекта;

хищение конфиденциальной информации о системе охраны, о производимой продукции.

На основании вышеизложенного можно отметить, что предметы поиска условно разделяются на четыре основные составляющие: предметы охраны; средства, используемые для совершения диверсионно-террористического акта; электронные средства, используемые для хищения информации; нарушитель, т. е. человек, пытающийся незаконно проникнуть на (с) территорию (территории) охраняемого объекта.

На рисунке 2 приведена классификация предметов поиска [3].



Разнообразие вышеуказанных предметов поиска и специфика производимых на объекте предметов охраны приводит к необходимости определения оптимального состава комплекса ИТСО.

Одной из задач инженерного обеспечения ВНГ РФ является оборудование (участие в дооборудовании) охраняемых объектов инженерно-техническими средствами охраны и их эксплуатация в целях повышения эффективности охраны объекта. Соответственно объекты, охраняемые ВНГ РФ, в обязательном порядке должны быть оборудованы инженерными и техническими средствами охраны.

В состав технических средств охраны входят средства обнаружения запрещённых к проносу (провозу) предметов (материалов) (далее – СОЗППМ), которые предназначены для применения лицами суточного наряда с контрольно-пропускными функциями в целях недопущения несанкционированного проникновения на охраняемый объект (с охраняемого объекта) объектов поиска. Данные средства могут быть стационарными, установленными в проходах, проездах или носимыми.

Одним из основополагающих факторов, обуславливающих повышение эффективности и надёжности охраны объектов, является применение СОЗППМ в составе комплекса ИТСО, их целесообразное и обоснованное размещение на КПП по пропуску людей и автотранспорта охраняемого объекта. Оборудование КПП с целью обнаружения предметов поиска включает установку специальных технических средств и организацию определенного порядка контроля и принятия решения. Большое разнообразие рассмотренных выше предметов поиска создаёт значительные трудности в определении общих характерных признаков, по которым они однозначно могли бы быть выявлены специальной аппаратурой. Поэтому не существует универсального прибора, позволяющего решать все задачи и выявлять все типы и разновидности предметов поиска.

Для предупреждения проноса (провоза) запрещенных предметов на объект (выноса с объекта) необходимы следующие действия:

1. Определить перечень и параметры предметов поиска для каждой зоны (отдельно для вноса и выноса), чтобы отличать их от предметов личного пользования.
2. Определить для каждого КПП конкретные СОЗППМ, соответствующие требуемым характеристикам: вероятности обнаружения предметов поиска, пропускной

способности, размерам КПП.

3. Определить возможность (необходимость) интеграции СОЗПППМ с системой контроля и управления доступом, что позволит повысить надёжность охраны объекта.

4. Определить необходимость участия часового в процедуре досмотра.

5. Составить несколько вариантов оснащения КПП, сравнить их по стоимости и эффективности и выбрать наиболее оптимальный, удовлетворяющий принятой на охраняемом объекте модели угроз [4].

В настоящее время в составе комплексов ИТСО объектов, охраняемых ВНГ РФ, в качестве СОЗПППМ используются различные технические устройства и детекторы, которые решают задачи по недопущению несанкционированного проникновения на охраняемый объект (с охраняемого объекта) предметов поиска (рисунок 3).



Рисунок – 3 Классификация средств обнаружения запрещённых к проносу (провозу) предметов (материалов), используемых в составе комплекса ИТСО объекта, охраняемого ВНГ РФ

Рассмотрим более подробно их назначение, принцип действия и использование в целях повышения надёжности охраны объекта.

На КПП по пропуску людей наиболее эффективно использовать: металлодетекторы, рентгеновское оборудование, детекторы взрывчатых веществ, детекторы ядерных и радиационных материалов и детекторы радиолокационной аппаратуры. В свою очередь на КПП по пропуску автотранспорта актуальным к использованию из всех СОЗПППМ будут: средства визуального контроля, рентгеновское оборудование, детекторы ядерных и радиационных материалов.

Одним из самых распространённых СОЗПППМ являются средства визуального контроля, которые предназначены для осмотра труднодоступных частей и полостей автомобиля без использования рентгеновской аппаратуры, а также для уточнения показаний рентгеновской аппаратуры. К средствам визуального контроля относятся: досмотровые зеркала, эндоскопы (жёсткие эндоскопы, гибкие волоконно-оптические эндоскопы и видеэндоскопы) (рисунок 4), переносные средства охранного телевидения.

В общем, принцип действия всех эндоскопов заключается в осмотре объекта с помощью специальной оптической системы, позволяющей передавать изображение на экран.

Модернизация, а именно замена в системе передачи изображения жесткого (гибкого) эндоскопа волоконно-оптического жгута на электронику позволила повысить разрешающую способность приборов и увеличить их длину и привела к появлению видеэндоскопов. Изображение в них через объектив попадает на ПЗС матрицу, затем сигнал через блок преобразования выводится на монитор.



Рисунок – 4 Эндоскопы:
а) жёсткий; б) гибкий волоконно-оптический; в) видеоэндоскоп

Использование средств визуального контроля позволяет обнаружить скрытно установленные под днищем автомобиля самодельные взрывные устройства, а также различные материальные ценности, спрятанные в пустотах или кузове автотранспорта.

Применение металлодетекторов в составе комплекса ИТСО обусловлено необходимостью обнаружения у человека, проходящего через КПП по пропуску людей, запрещённых к проносу изделий из металла, в том числе оружия и взрывных устройств (содержащих металл) под одеждой. Они подразделяются на стационарные, мобильные и ручные (рисунок 5).



Рисунок – 5 Металлодетекторы:
а) стационарный; б) мобильный; в) ручной

Металл обладает токопроводящими свойствами. Соответственно, если магнитное поле с передающей катушки встречает на пути распространения волн металлический предмет, то вокруг него создается отражённое (переизлучённое) магнитное поле, которое регистрируется принимающей катушкой и нарушает установившийся баланс. В ручных металлодетекторах, как правило, используется одна катушка. Магнитный поток с катушки достигает металла, отражается и фиксируется той же катушкой, которая в этот момент находится в состоянии покоя.

В качестве основного наиболее эффективного инструмента для досмотра человека и его ручной клади, с целью обнаружения запрещённых к проносу предметов, используются различного типа рентгеновские или рентгенотелевизионные установки. Они позволяют в режиме реального времени рассмотреть внутреннюю структуру контролируемого объекта, идентифицировать инородные включения или дефекты.

В основе принципа действия всех рентгеновских систем досмотра используется облучение досматриваемого объекта посредством рентгеновского излучения (прямо проходящий луч или обратно рассеянный) для получения рентгеновского изображения на экране. Рентгеновские установки делятся на стационарные и мобильные (носимые, передвижные) (рисунок б).



а)



б)

Рисунок – 6 Рентгеновская установка:

а) стационарная; б) мобильная

В зависимости от производимой продукции, модели угроз охраняемому объекту, в состав комплекса ИТСО на КПП по пропуску людей может входить детектор взрывчатых веществ. По варианту исполнения они разделяются на стационарные и портативные (рисунок 7). В основе работы детекторов взрывчатых веществ в основном используются принципы действия, основанные на рентгеновском и нейтронном излучении, методах электрохимического анализа и методе ядерного квадрупольного резонанса [5].



а)



б)

Рисунок – 7 Детектор взрывчатых веществ:

а) стационарный; б) портативный

Детекторы ядерных и радиационных материалов (далее – ЯРМ) в основном используются на КПП по пропуску автотранспорта и позволяют выявлять предмет поиска очень малого количества и низкой активности. К основным методам обнаружения ЯРМ относятся следующие методы: ионизационный; газоразрядный; фотографический (химический); сцинтилляционный.

В настоящее время существуют многочисленные образцы ручных и порталных детекторов ЯРМ (рисунок 8). На КПП по пропуску людей такие детекторы целесообразно применять совместно с детекторами металла для повышения вероятности обнаружения низкоактивных металлических радиоактивных веществ [3].



а)



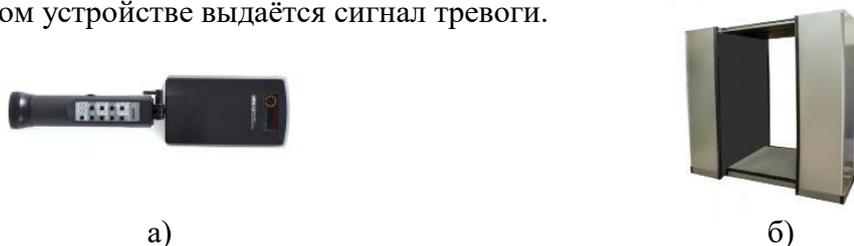
б)

Рисунок – 8 Детектор ядерных и радиационных материалов:

а) ручной; б) порталный

В целях предотвращения раскрытия системы и способа охраны, утечки информации о производимой продукции, технологии её производства на КПП по пропуску людей необходимо осуществлять контроль проноса на объект различной радиоэлектронной аппаратуры (далее – РЭА). В этих целях используются ручные и реже порталные детекторы РЭА (рисунок 9), принцип действия которых основан на методе нелинейной локации. Его

суть заключается в том, что при облучении сверхвысокочастотными сигналами всех нелинейных радиоэлементов (диоды, транзисторы и пр.), входящих в состав предмета поиска, в пространство излучаются гармонические составляющие, кратные частоте облучения. После этого различные гармонические частоты анализируются, и на исполнительном устройстве выдаётся сигнал тревоги.



а) б)
Рисунок – 9 Детектор радиоэлектронной аппаратуры:
а) ручной; б) порталный

Необходимо помнить, что для каждого объекта, охраняемого ВНГ РФ, структура и состав комплекса ИТСО строго индивидуальна. В зависимости от степени важности производимого (хранящегося) на охраняемом объекте предмета охраны, его структуры, принятой в системе охраны модели угроз количество предметов поиска, количества персонала, количества сил охраны, необходимо использовать различные по назначению и принципам действия СОЗППМ [3].

Библиографический список

1. О войсках национальной гвардии Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 3 июля 2016 г. № 226-ФЗ. (дата подписания 3 июля 2016 г., опубликован 3 июля 2016 г.). - URL: [www.http://rg.ru](http://rg.ru) Российская газета — Федеральный выпуск № 7014 (146) 6 июля 2016 г. (дата обращения: 11.02.2021).
2. Бояринцев, А.В., Бражник, А.Н., Зуев, А.Г. Проблемы антитерроризма: Категорирование и анализ уязвимости объектов. – Санкт-Петербург: ИСТА-Системс, 2006. - 251 с.
3. Ташков, Д.Ю. Средства обнаружения запрещённых к проносу (провозу) предметов (материалов) // Перспективы совершенствования технической подготовки военнослужащих и сотрудников войск национальной гвардии Российской Федерации: Междунар. сб. научно-практич. матер. - Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2021. - С. 276-280.
4. Журин, С.И. Системный подход к оснащению КПП СФЗ средствами автоматического контроля объектов поиска / С.И. Журин, К.Г. Терехов // Спецтехника и связь. - Москва, 2012. - № 5-6. - С. 19-23.
5. Илькухин, Н.Ю. Исследование технологий детектирования взрывчатых веществ в процедурах обеспечения авиационной безопасности: дис. науч. руковод. Москвин С.В.: кандидат тех. наук, доцент. - Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та гражданской авиации, 2016.

УДК 355/359

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНОСТРАННЫХ БЫСТРОХОДНЫХ ШТУРМОВЫХ МАШИН

Фаткиев И.Я., доцент кафедры войскового тыла факультета (тыла)(кандидат военных наук).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

Аликин Р.М., старший преподаватель кафедры войскового тыла факультета (тыла).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

В статье изложена история развития военной техники для подразделений специального назначения армий различных государств, авторы затронули периоды начала, середины и конца XIX века. Основной упор сделан на транспорт фирм «American Motors General Corp», «General Dynamics Defense Systems» «Джип» и «Додж».

Ключевые слова: автомобили; бронирование; вооружение; история развития; мобильность; диверсионные действия; подразделения специального назначения.

HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF FOREIGN HIGH-SPEED ATTACK MACHINES

Fatkiev I.Y., Associate Professor of the Department of Military Logistics of the Faculty (Logistics) (Candidate of Military Sciences).

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm. .

Alikin R.M., Senior Lecturer of the Logistics Department of the Faculty (Logistics).

Perm Military Institute of the National Guard Forces, Perm.

The article describes the history of the development of military equipment for the joint purpose of the armies of various states, the authors touched upon the periods of the beginning, centers and the end of the 19th century. The main emphasis is placed on the transport companies American Motors General Corp, General Dynamics Defense Systems, Jeep and Dodge.

Keywords: cars; booking; application; history of development; mobility; sabotage actions; special forces unit.

Крещение огнем автомобили, оснащенные комплексом стрелково-пулеметного вооружения, прошли еще в годы первой мировой войны. В 1914 г. французские офицеры из кавалерийского корпуса «Сордэ» из-за практически полного отсутствия бронетехники были вынуждены реквизировать в Седане гражданские грузовые и легковые автомобили. Причем использовали их не только как транспортные средства и средства связи, но и в качестве боевых машин. Кто-то из французов догадался установить на автомобилях станковые

пулеметы «Сент-Этьен» М.1907 и «Гочкис» М.1914 [1]. В подобном виде новое боевое средство использовали для ведения разведки, а также для сопровождения автоколонн.

Опыт французов не был забыт. Гражданская война в России привнесла свой вклад в использование автомобилей в качестве боевого средства. В начале 1920 г. Первая конная армия вела бои за Ростов-на-Дону. В районе хутора Волошин белоказачьи части, не выдержав флангового удара буденовцев, начали отступать. Наперерез им двинулись боевые машины автобронеполка им. Я.М. Свердлова. Наряду с броневыми автомобилями бой вели и несколько грузовых автомобилей, в кузовах которых было установлено по два станковых пулемета «Максим» обр. 1910 г. Перед экипажами двух грузовиков была поставлена боевая задача – захватить батарею, мешавшую продвижению красноармейцев. Водители машин Е. Архипов и С. Пискунов на максимальной скорости ворвались в расположение батареи врага и пулеметным огнем артиллерийские расчеты были практически мгновенно уничтожены. Успех автомобилистов помог выиграть неравный бой.

Вторая мировая война вдохнула новые силы в старые идеи. Боевые действия на столь специфичном театре военных действий, как Северная Африка с ее пустынной местностью, породили много новшеств в тактике использования боевой техники и вооружений. Одним из открытий стало использование британскими войсками специального назначения автомобилей для проведения рейдовых и диверсионных действий в тылу противника. Новатором в практике боевых действий британского спецназа стал майор английской армии Ральф Багнольд, который в июне 1940 г. впервые создал в Египте специальные разведывательные силы LRDG (пустынные группы дальнего действия). Для оснащения этого подразделения у автомобильной компании «Шевроле» было закуплено 14 полутоннажных грузовиков, на которых монтировали легкое пехотное оружие – станковые и ручные пулеметы.

Уже первая операция, проведенная LRDG на столь мощных, быстроходных и хорошо вооруженных автомобилях-вездеходах, приспособленных для ведения маневренного боя, получила широкую известность. В конце декабря 1940 г. патруль LRDG прошел 1500 км на юго-запад от Каира вплоть до плоскогорья Феццан в Ливии, преодолев при этом неисследованные барханы. Там англичане соединились с частями войск генерала Де Голля «Свободная Франция» и совместной атакой наголову разбили итальянский гарнизон в г. Мурзук.

Рейд на Мурзук подтвердил высокие оперативные возможности сил специального назначения в проведении разведывательно-диверсионных операций. Уже вскоре для этих целей в составе британских сил специального назначения было создано элитное подразделение «Специальная авиадесантная служба» (SAS), впоследствии завоевавшая всемирную известность. Предполагалось, что в тылу противника будут действовать оперативные группы SAS численностью по 15-20 человек. В их задачи входило проведение диверсионных операций, уничтожение живой силы и техники врага за линией фронта, нарушение коммуникаций, сбор разведывательных данных. Спецназовцы были вооружены американским оружием – 11,43-мм пистолетами-пулеметами Томпсон М.1928, 11,43-мм пистолетами «Кольт» М.1911А1, а также ножами. Специально для подвижных моторизованных групп из состава подразделений глубокой разведки и десантных специальных частей SAS, проводивших успешные операции на коммуникациях противника в Северной Африке (за что они получили название «пираты пустыни»), в июле 1942 г. были созданы мобильные пулеметные установки на базе американских полноприводных автомобилей – вездеходов «Джип» (Willys MB или Ford GPW) и «Додж» [2]. Неприхотливые «Джипы» представляли собой легкие и короткие приземистые машины с максимально упрощенным кузовом, который вместо дверей имел вырезы для посадки пассажиров. На «Джипах» устанавливался четырехцилиндровый двигатель «Виллис-442», трехступенчатая коробка передач и двухступенчатый демультипликатор. Вооружение боевых машин английского спецназа состояло из одного-двух спаренных 7,71-мм авиационных пулеметов «Виккерс» мод.К «VGO» с барабанными магазинами на 100 патронов каждый. Причем одна пулеметная установка была направлена вперед, по ходу движения, а другая – назад. Передняя

турель устанавливалась на неподвижной части капота, ветровое стекло при этом снималось. Огонь вел старший машины, сидевший слева от водителя. Кроме того, на левом или правом борту с помощью шкворня монтировались еще один-два авиационных пулемета «Виккерс» или один «Льюис», зачастую оснащенный полукруглым броневым щитком. Варианты вооружения могли быть самыми разнообразными. На всякий случай англичане брали с собой еще один-два ручных пулемета «Брен». Автомобиль загружался канистрами с бензином, водой, ящиками с патронами, и экипированные подобным образом группы глубинной разведки могли находиться в полностью автономном движении по пустыне до нескольких недель. Каждый оперативный отряд SAS состоял из двух-трех автомобилей-вездеходов «Джип» и одного американского грузового «Шевроле», служившего для транспортировки грузов (эти автомобили также вооружались двумя ручными пулеметами «Брен», смонтированными на универсальных станках, или пулеметами «Льюис» — на зенитных турелях). Мощное авиационное оружие, смонтированное на «Джипах», позволяло спецназовцам в считанные мгновения развивать высочайшую плотность огня (до 2400 выстр./мин у спаренных установок «Виккерс» К), а затем, пользуясь высокой мобильностью своих вездеходов, максимально быстро уходить из-под ответного удара. Поэтому среди возможных и доступных объектов «пираты пустыни» из службы SAS выбирали в первую очередь такие, при нападении на которые они могли использовать свои специфические преимущества и свести таким образом на нет превосходство противника в живой силе и технике. Специфика действий спецназа состояла в том, чтобы избежать открытого боя. Используя преимущества скоростных и отлично вооруженных «Джипов», спецназовцы, как правило, прибегали к внезапному огневому налету с ближних и средних дистанций, не превышавших 400-500 м, и выбирали для этого самые чувствительные объекты — штабы или тыловые подразделения.

Для усиления огневой мощи на «Джипах» помимо спаренных «Виккерсов» стали монтировать еще и 12,7-мм крупнокалиберный пулемет «Браунинг» М.2НВ. Теперь с каждого вездехода можно было произвести залп из всех стволов оружия — 5000 выстр./мин.

Радикально новый подход к диверсионным действиям, взятый на вооружение службой SAS, уже вскоре принес высокие результаты. Так во время рейда на аэродром Багуш командиры штурмовых групп Дэвид Стирлинг и Пэдди Мейн въехали на своих «Джипах» прямо на летное поле и открыли огонь из всех пулеметов. В течение считанных секунд были уничтожены 7 самолетов. Всего же, прежде чем войска Роммеля начали отход из Ливии, германская авиация потеряла от подобных «комариных укусов» «пиратов пустыни» из LRDG и SAS более 400 самолетов, что сравнимо с количеством боевых машин, уничтоженных в воздушных боях. После переноса боевых действий в Европу в 1943-44 гг. подобный арсенал, значительно утяжелявший легкие маневренные «Джипы», оказался излишним. На вездеходах оставили только одну спаренную пулеметную установку.

После окончания Второй мировой войны, оснащенные легким вооружением «Джипы», стандартизированные как М 38, использовали в качестве вспомогательного боевого средства, в основном в разведывательных батальонах пехотных дивизий. Хотя на тот период «Джипы» уже не отвечали современным требованиям, и в первую очередь из-за непрочности рам и недостаточной устойчивости при движении на высоких скоростях, все-таки их широкие возможности позволили монтировать на базе этих автомобилей повышенной проходимости самые разнообразные системы вооружения, начиная от крупнокалиберных пулеметов и заканчивая ПТУрами и артиллерийскими безоткатными орудиями «Дэви Крокет», которые могли вести стрельбу тактическими ядерными боеприпасами.

В начале 1980-х гг. в связи с созданием в НАТО сил быстрого развертывания стали разрабатывать специальные легкие колесные и гусеничные машины, предназначенные для ведения современных скоротечных боевых операций в тылу врага, т. е. обладающие повышенной мобильностью и проходимостью, высокой надежностью и живучестью, авиатранспортабельностью, а также пригодные для различного применения. Американская

автомобильная компания American Motors General Corp из штата Индиана в 1982 г. разработала семейство высококомобильных многоцелевых колесных транспортных средств High Multi-purpose Wheeled Vehicle, более известных под обозначением «Хаммер». Уже через год они были приняты на оснащение Вооруженных Сил США под индексом «М 998». Способный нести максимальную полезную нагрузку до 1075 кг, «Хаммер» является скорее легким грузовиком, чем легковым автомобилем. Широкий (2,16 м) и приземистый (1,83 м), «Хаммер» имеет низко расположенный центр тяжести, в связи, с чем эта машина очень устойчива в движении. М 998 имеет несущую раму и независимую подвеску всех четырех ведущих колес, снабженных гидроамортизаторами. Большой дорожный просвет (0,40 м) при низком силуэте был достигнут с помощью расположения трансмиссии в центре машины, использования колесных редукторов и низкого расположения сидений водителя и пассажиров. Оснащенный гидроусилителем руля и автоматической коробкой переключения передач, «Хаммер» очень прост в управлении. На автомобиле установлены восьмицилиндровый V-образный дизельный двигатель водяного охлаждения объемом 6,21 л и мощностью 150 л.с., а также автоматическая трехскоростная коробка передач с гидротрансформатором. Раздаточная коробка двухскоростная с приводом на оба моста. На М 998 установлены широкопрофильные шины низкого давления. В конструкции корпуса широко использованы алюминиевые сплавы, что позволило уменьшить его массу и повысить антикоррозийную стойкость. «Хаммеры» оснащаются устройством для размещения дополнительных запасных колес и канистр с горючим, системой центрального регулирования давления в шинах и специальным комплектом для действий в условиях пустыни, включающим систему двойной очистки масла и горючего, герметически закрытые отверстия маслоизмерительных стержней и воздушный вентилятор с постоянным приводом. Автомобиль «Хаммер» выпускается в 15 базовых модификациях, из которых 8 рассчитаны на монтаж легкого вооружения: ПТУР «ТОУ», 40-мм автоматических гранатометов Мк 19, 12,7-мм и 7,62-мм пулеметов, ЗРК «Стингер». Вооруженные модификации «Хаммера» позволяют перевозить трех-четыре человека из разведывательного дозора с оружием и снаряжением в условиях пустыни, тропиков или умеренного среднего пояса. Автомобили имеют встроенное усиленное бронирование, что позволяет использовать их в качестве тактических автомобилей поля боя, предназначенных в основном для всестороннего обеспечения войск, в том числе и огневой поддержки непосредственно в районах боевых действий.

К началу 1990-х гг. в американской армии имелось уже более 55000 «Хаммеров» [3]. Во время боевых действий в пустынях Саудовской Аравии и Ирака они зарекомендовали себя в высшей степени надежной и выносливой армейской машиной.

Однако вариант подобного транспортного средства все-таки не полностью устраивал военное командование армии США, которое постоянно держало в памяти высокие возможности мобильных пулеметных установок на базе «Джипов». Традиции подразделений SAS использовать легкие автомобили повышенной проходимости для проведения «набеговых» действий были востребованы, но уже применительно к современным реалиям. В середине 1980-х гг. сухопутные войска США начали изучать возможность использования легкой высокоскоростной машины повышенной проходимости типа «багги» для выполнения задач разведки и огневой поддержки пехоты из состава сил быстрого реагирования. В соответствии с этими требованиями машина, создаваемая по программе Fast Attack Vehicle FAV (быстроходная штурмовая машина), должна была быть приспособлена для установки на ней различных видов вооружения. Фирма Emerson Electric разработала опытный образец подобной машины с заднеприводным мостом и массой всего 700 кг. Она имела карбюраторный двигатель воздушного охлаждения мощностью 94 л.с. и четырехскоростную коробку передач. Двигатель размещался в задней части автомобиля, что делало его менее уязвимым от огня стрелкового оружия и улучшало обзор стрелку и водителю. Благодаря энергоемкой и динамичной подвеске, низкому расположению центра тяжести и широкопрофильным шинам ведущего моста, машина развивала хорошую скорость (130 км/ч

по шоссе), была авиатранспортабельна и могла сбрасываться на парашюте. Однако недостаточная проходимость при движении вне дорог, особенно по пересеченной местности, существенно снижал практическую ценность этого образца. Требовалось другое решение.

Известная американская фирма General Dynamics Defense Systems совместно с компанией Chenoweth Corporation разработали на базе шасси спортивного гоночного автомобиля «багги» перспективный облегченный боевой автомобиль Advanced Light Strike Vehicle (ALSV) с колесной формулой 2x4. Это было новое мобильное и хорошо вооруженное средство, обладающее высокоманевренными качествами. ALSV сконструирован для ведения боевых действий силами быстрого реагирования, принимающими участие в военных конфликтах низкой интенсивности. Трехместный автомобиль фирмы Chenoweth Corporation получил существенное преимущество перед двухместным автомобилем FAV, поскольку третий член его экипажа, сидящий на задней платформе, получил возможность ведения огня из тяжелого оружия.

На ALSV возлагались следующие задачи: внезапная атака, глубокое проникновение в тыл противника, вывод живой силы из-под огня, наблюдение за полем боя, разведка, участие в полицейских операциях миротворческих миссий. Могли использоваться автомобили и для небоевых целей – например, для охраны аэродромов и других протяженных объектов, когда необходимо быстро добраться до удаленного места. Специально для монтажа вооружения – ПТУР «ТОУ», ПЗРК «Стингер», 40-мм автоматического гранатомета Мк 19 или 12,7-мм пулемета «Браунинг» М2НВ – конструкторы фирмы Chenoweth Corporation создали управляемую стабилизированную платформу. Высокая скорость и способность преодолевать пересеченную местность позволили ALSV стать в своем классе одним из лучших боевых автомобилей [4].

ALSV имеет несущую раму и независимую подвеску всех четырех ведущих колес, снабженных гидроамортизаторами. Несмотря на относительно небольшой клиренс (380 мм), достаточная ширина конструкции автомобиля (2,11 м) вкуче с широкопрофильными шинами низкого давления обеспечивает отличную проходимость во внедорожных условиях. Низкий силуэт (1,9 м) автомобиля делает его незаметным не только для приборов наблюдения, работающих в видимом диапазоне, но и для датчиков инфракрасного излучения, реагирующих на тепло, выделяемое нагретыми двигателем и шасси. На ALSV в носовой части корпуса установлен пятицилиндровый дизельный двигатель водяного охлаждения мощностью 140 л.с., а также автоматическая шестискоростная коробка передач с гидротрансформатором. Раздаточная коробка двухскоростная с приводом на оба моста. В конструкции корпуса широко использованы алюминиевые сплавы, что позволило уменьшить его массу и повысить антикоррозионную стойкость, причем встроенное усиленное бронирование позволило использовать ALSV непосредственно на поле боя. Этот автомобиль оснащается шинами с регулируемым давлением и бензобаком с пористым наполнителем, который при попадании в него зажигательной пули снижает вероятность взрыва паров бензина. ALSV имеет анатомические кресла и ремни безопасности, позаимствованные у спортивных «Багги», снабжен дугами безопасности. Личные вещи членов экипажа размещаются в проволочных ящиках по бокам машины. Небольшие габариты и малый вес позволяют транспортировать ALSV по воздуху транспортными вертолетами CH 47, CH 53 и самолетами C-130.

Во время операции «Буря в пустыне» специальные части многонациональных Вооруженных Сил успешно использовали опыт тактики действий «летучих отрядов» второй мировой войны. В январе-феврале 1991 г. группы командос из 22-го полка британской SAS на вездеходах «Лендровер» Pink Panther и «зеленых беретов» из американской «Дельты» на «Хаммерах» и ALSV вели охоту за иракскими «Скадами» (мобильными оперативно-тактическими ракетными комплексами советского производства Р300 (9К72). Воспользовавшись отличными боевыми возможностями облегченного боевого автомобиля ALSV, американские диверсанты скрытно пробирались в места потенциального размещения ракетных установок. С помощью лазерных дальномеров и приборов ночного видения они

устанавливали точное местонахождение иракских ракетных комплексов и через спутниковую систему связи выдавали координаты своей авиации. За 10 секунд до установленного времени командос приводили в действие лазерный целеуказатель, который облегчал летчикам обнаружение замаскированной цели. Вся акция длилась несколько секунд, ракеты накрывали цель. Оставив позади себя моря огня, командос молниеносно уходили на своих автомобилях в заранее намеченные точки, откуда их забирали вертолеты.

Библиографический список

1. Иванов, В.С. Техническое обеспечение во внутренних войсках в период 1917-2007 гг. Аналитический отчет. – Пермь: Пермский военный институт внутренних войск МВД России, 2008. – 80 с.
2. Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 225 с.
3. Иванов, В.С., Гридюшко, Е.И. Особенности технического обеспечения служебно-боевой деятельности войск в ходе их участия в охране общественного порядка и обеспечения общественной безопасности при проведении массовых спортивных мероприятий международного характера. Аналитический обзор. – Пермь: Пермский военный институт внутренних войск МВД России, 2009. – 30 с.
4. Дюнов, В.А., Ладанов, В.И., Булгаков, Н.С. Современные образцы специальных машин войск национальной гвардии. Сборник научных материалов. / Перспективные направления развития военной и специальной техники. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2019. – 34-38 с.

УДК 623

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ ОТ КОРРОЗИИ

Чурсин А.А., доцент, (доцент кафедры эксплуатации артиллерийского вооружения).

Пермский военный институт войск национальной гвардии, г. Пермь.

E-mail: chursin2017@inbox.ru

В статье рассмотрены вопросы защиты вооружения от коррозии в различных условиях эксплуатации. Показаны основные методы антикоррозионной защиты. Даны основные понятия и определения способов коррозионной защиты артиллерийского вооружения с учетом опыта боевого применения оружия и боеприпасов.

Ключевые слова: антикоррозийная защита; коррозионная стойкость; ресурс живучести ствола; производственные дефекты; хромовое покрытие деталей вооружения.

BASIC METHODS FOR PROTECTING ARTILLERY ARMS AGAINST CORROSION

Chursin A.A., Associate Professor, (Associate Professor, Department of Operation of Artillery Arms).

Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm.

The article deals with the issues of protection of weapons from corrosion in various operating conditions. The main methods of anticorrosive protection are considered. The basic concepts and definitions of methods of corrosion protection of artillery weapons are given.

Keywords: anticorrosion protection; corrosion resistance; barrel survivability resource; manufacturing defects; chrome plating of weapon parts.

Опыт боевого применения оружия показывает, что оружие, обладающее хорошей действительностью огня и высокой маневренностью, не может получить признания, если оно не обеспечивает основных боевых качеств артиллерийского вооружения.

Боевые качества оружия всецело зависят от состояния отдельных деталей, частей и механизмов, которые постоянно подвергаются воздействию окружающей среды и условиям эксплуатации. Одним из основных факторов прямого воздействия на оружие является коррозия. При этом особое значение имеет своевременность чистки и смазки оружия, уменьшающей износ деталей и предохраняющей их от коррозии. Коррозия металлов и сплавов, применяемых в артиллерийской технике, вызывает не только потери металла с течением времени, ухудшение качества изделия вообще, но и, что самое главное, приводит к ухудшению боевых качеств вооружения, снижению надежности и боевой эффективности.

В ходе анализа состояния вооружения в подразделениях, стало понятно, что возникновение и развитие коррозии, ее интенсивность зависят от многих причин, главными

из которых являются условия эксплуатации и боевого применения. Если при проектировании и в производстве изделия в достаточной степени были учтены основные эксплуатационные факторы, определяющие возможность возникновения и развития коррозионного процесса, то коррозионная устойчивость, а следовательно, его надежность и боевая эффективность будут выше за весь период эксплуатации и, в свою очередь, условия эксплуатации в наименьшей степени будут влиять на возникновение и развитие коррозии в узлах изделия.

Под условиями эксплуатации следует понимать условия, в которых осуществляется боевое применение, транспортировка, хранение и сбережение, восстановления и ремонт артиллерийского вооружения с момента изготовления и приемки изделия до момента полного исчерпания их боевых характеристик (для боеприпасов – до момента их боевого применения) или снятия с вооружения [1].

Главными факторами, характеризующими условия эксплуатации, являются климатические (температура, влажность атмосферы, солнечная радиация, осадки, ветер, загрязненность воздуха промышленными газами и т. п.).

В различных зонах планеты комплекс этих факторов проявляется различно. Наиболее опасными в коррозионном отношении являются районы влажного морского климата умеренной и тропической зоны.

Для артиллерийского вооружения необходимо обеспечить антикоррозийную устойчивость во всех климатических зонах.

Обеспечение антикоррозийной защиты изделий – сложная техническая и важная экономическая задача. Она решается в два этапа – в промышленном проектировании и производстве изделий и в войсках, в процессе эксплуатации.

При проектировании и производстве объектов артиллерийского вооружения антикоррозийная защита предусматривается и обеспечивается в основном путем применения следующих методов:

- выбором коррозионно - устойчивых материалов;
- применением соответствующих защитных средств и средств консервации;
- обеспечением пылевлагозащищенности, конструктивными особенностями, контейнеризацией, герметизацией узлов и механизмов;
- применением ингибиторов коррозии.

В процессе эксплуатации и хранения в войсках, антикоррозийная защита обеспечивается:

- строгой регламентацией сроков и объема технических обслуживаний и регламентных работ;

- применением наиболее эффективных эксплуатационных и защитных материалов (масел, смазок, жидкостей, красок, пленок, укупорки и т. п.);

- периодическим ремонтом и восстановлением защитных средств при технических обслуживаниях, текущем, среднем или капитальном ремонте;

- применением при консервации для длительного хранения наиболее эффективных методов и технологических процессов консервации;

- применением средств статической и динамической осушки воздуха в консервационной таре, рабочих отсеках объекта вооружения или в помещениях хранения.

Основными металлами артиллерийской техники являются углеродистые и легированные стали, латуни, бронзы, легкие сплавы на основе алюминия, магния и некоторые другие [2].

Коррозионная стойкость этих металлов и сплавов в различных условиях различна.

Коррозионной стойкостью металлов называется способность металла противостоять возникновению и развитию коррозии при взаимодействии с окружающей средой в заданных условиях.

Коррозионная стойкость сталей и чугунов в условиях атмосферной коррозии в основном зависит от следующих факторов:

- структуры сплавов;

химического состава;

термообработки;

чистоты обработки поверхности и некоторых других.

Коррозионная стойкость цветных и черных металлов без защитных покрытий оценивается по десятибалльной шкале в зависимости от скорости коррозии, измеряемой в миллиметрах в год (мм/год).

Под скоростью коррозии в этом случае понимается проникновение коррозии в глубину металла, которая рассчитывается из данных потери веса образца после удаления продуктов коррозии с его поверхности (поверхность измеряется в мм²).

Проникновение коррозии в глубину металла P рассчитывается по зависимости:

$$P = (K / \rho) \cdot 10^{-3} \text{ мм/год,}$$

где K — потеря веса, Г/м² · год;

ρ — плотность металла, г/см³.

Десятибалльная шкала содержит шесть групп стойкости:

- 1) совершенно стойкие 0,001 – 1 балл;
- 2) весьма стойкие 0,001 до 0,01 – 3 балла;
- 3) стойкие 0,01 до 0,1 – 4 – 5 баллов;
- 4) пониженно-стойкие 0,1 до 1,0 – 6 – 7 баллов;
- 5) малостойкие 1,0 до 10,0 – 8 – 9 баллов;
- 6) нестойкие 10 – 10 баллов.

При скорости коррозии 0,5 мм/год и выше оценка стойкости производится по группам стойкости, а при скорости коррозии ниже 0,5 мм/год – по баллам.

Коррозионная стойкость меди и медных сплавов определяется высоким положительным электродным потенциалом меди, что исключает протекание коррозии меди с водородной деполяризацией. В атмосфере, не загрязненной сернистыми соединениями, медь имеет очень высокую коррозионную стойкость за счет образования на поверхности защитных пленок из основных углекислых солей $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$.

Сплавы на основе меди: бронзы и латуни – еще более высокую коррозионную стойкость, чем медь (особенно бронзы). Оловянистые бронзы, ранее применявшиеся в противооткатных устройствах артиллерийских систем, менее стойки в щелочах и некоторых окислительных средах (стеол М). Поэтому при необходимости обеспечения работы бронзовых деталей в таких средах в них добавляют ингибиторы коррозии (например, диэтилоаминофосфат). Алюминиевые бронзы, которые в настоящее время практически заменили оловянистые в артиллерийской технике, очень стойки в морской воде и атмосфере (особенно легированные железом). Алюминиевые бронзы (Бр.А7, Бр.АЖ9 – 4, Бр.АЖМц10 – 3 – 1,5) стойки в разбавленных кислотах, не являющихся окислителями (соляной, фосфорной, уксусной и других). Коррозионно-стойкими являются кремнистые, бериллиевые бронзы (Бр.К2, Бр.КМц3 – 1, Бр.КН1 – 3, Бр.Б2 и др.) [3].

Наиболее активный коррозионный процесс развивается в изделиях при контактировании бронз с цинком, свинцом и алюминием, железом вследствие значительной разности электродных потенциалов.

Аналогично в коррозионном процессе ведут себя латуни.

Латуни могут подвергаться коррозионному растрескиванию под воздействием паров аммиака, солей ртути, некоторых щелочей, сернистого газа и других агрессивных сред. Легирование кремнием снижает склонность к коррозионному растрескиванию. При поверхностной коррозии латуни обедняется цинком («краснеет» – цинк переходит в раствор, медь остается).

Алюминий и сплавы на его основе имеют в большинстве электролитов сильно отрицательный потенциал. В нейтральных электролитах возможна коррозия не только с кислородной, но и с водородной деполяризацией. Коррозионная стойкость алюминия и

большинства сплавов на его основе достаточно высока, так как алюминий обладает высокой способностью к пассивации и пассивируется уже на воздухе с образованием прочной и плотной окисной пленки Al_2O_3 толщиной 50 – 150 Å. Чем толще окисная пленка, тем более положительным становится электродный потенциал алюминия.

Наивысшей коррозионной стойкостью в большинстве агрессивных сред обладают благородные металлы – серебро, золото, и металлы платиновой группы (платина, иридий, рутений, палладий, родий). Это очень термодинамически устойчивые металлы. Из этой группы наименее коррозионно-устойчивыми является серебро, наиболее устойчивыми – платина.

Эти металлы дороги, поэтому их применение в артиллерийской технике ограничено.

Следует понимать, что коррозионная стойкость металлов и сплавов в различных условиях различна, а также различны возможности образования коррозионных элементов при попадании электролита на поверхность изделий, выбор наиболее эффективных методов защиты металла от коррозии в каждом конкретном случае может быть также различным.

Наиболее эффективными для изделий артиллерийской техники в условиях ее производства, эксплуатации и хранения являются следующие методы антикоррозионной защиты металлов [4]:

легирование металла в направлении повышения его коррозионной стойкости в заданных условиях;

защита покрытиями (металлическими и неметаллическими);

защита маслами, смазками и красками;

электрохимическая (протекторная) защита;

защита путем обработки коррозионной среды.

Защита металлов от коррозии покрытиями подразделяется на три группы [5]:

защита металлическими покрытиями;

защита неметаллическими химическими покрытиями (окисными, окисно-хроматными, фосфатными и др.);

защита неметаллическими покрытиями (лакокрасочными материалами, пластмассами, резиной и др.).

Одним из современных способов защиты оружия от коррозии является нанесение на его поверхность современных специализированных лакокрасочных покрытий.

Специальные ЛКП, предназначенные для нанесения на поверхности металлов, пластика, дерева, композитов и стекла, служащие для обеспечения повышения коррозионной стойкости металлов, придания им внешнего вида и защитных свойств при облучении радиоволнами и световыми волнами разных спектров.

На рынке сейчас присутствуют несколько производителей:

Lauer Custom Weaponry (США);

NIC Industries (США);

KG Industries (США);

Тайга (Россия).

Есть на рынке специальное эластичное резиноподобное матовое лакокрасочное покрытие «Софт тач» (анг. Soft-feel). Переводится как «мягкий на ощупь». Выглядит как «мягкий пластик» и «прорезиненный пластик». При помощи ЛКП можно не только придавать металлам, пластикам, композитам защитные свойства, но и делать их разными по цвету для использования в различных климатических условиях.



Рисунок 1 — Образцы оружия для использования в различных физико-географических районах земли

Таким образом, физическая сущность защиты металлов от коррозии покрытиями сводится и изоляции поверхности защищаемого металла от коррозионной среды или к замедлению (вплоть до полного предотвращения) коррозионного процесса металла за счет взаимодействия с коррозионной средой слоя покрытия.

Защита маслами и смазками является способом защиты, занимающим промежуточное положение между способом защиты покрытиями и воздействием на коррозионную среду.

Заметим, что коррозия под слоем хрома развивается только в том случае, если на поверхности слоя хрома есть электролит, так как электролита, образующегося в трещине, хватает только для того, чтобы втянуть с поверхности основной электролит и дать начало коррозии. Поэтому, если канал ствола, покрытый слоем хрома, смазать, то коррозия под ним не развивается высокими темпами и практически не проявляется.

Следовательно, для поддержания оружия в боеготовом состоянии, предохранения деталей оружия от разрушения ржавлением, его надлежит чистить, строго соблюдая приемы, правила и сроки чистки, определенные соответствующими руководствами и наставлениями.

Библиографический список

1. Основы устройства и функционирования вооружения и военной техники. Средства поражения и боеприпасы: учеб. пособие / И.И. Грачев, А.А. Котосов. - Пенза: Пензенский артиллерийский инженерный ин-т, 2017. - 305с.
2. Организация производства и технология изготовления автомата Калашникова на Ижевском машиностроительном заводе: учеб.-метод. пособие / В.И. Санников, Ю.Б.

Брызгалов, Д.В. Чирков. - Ижевск: Изд-во УИР ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2021. - 220 с.

3. Теоретические основы эксплуатации артиллерийского вооружения: учебник / Салуквадзе К.В. и др. – М.: Воениздат, 1978. – 276 с.

4. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного и артиллерийского оружия: учебник. Ч. 1. / А.А. Королев, В.Г. Кучеров. - Волгоград: Волгоград: Волг ГТУ, 2002.

5. Муралев, А.А., Корноухов, А.Ю. К вопросу оценки сохраняемости образцов вооружения / Известия Тульского государственного университета: Технические науки. - 2020. - № 11. - С. 155-159.

ПЕРМСКИЙ ВОЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**АЛЬМАНАХ
ПЕРМСКОГО ВОЕННОГО ИНСТИТУТА
ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ**

№ 2 (6)

Редактор: А.Г. Здоровцов
Технический редактор: А.Н. Дозморова
Корректор: А.А. Мехоношина

Подписано в печать 30.05.2022 г.
Формат 60x84, 1/8. Бумага ВХИ.
Усл. печ. л. 19,3. Уч.-изд. л. 9,7
Тираж 1000 экз. Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ПВИ войск национальной гвардии,
г. Пермь

Пермь
2022

