

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации (ВА МТО)

Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, 8

ИЗДАТЕЛЬ

Филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации в г. Омске

Адрес: 644098, Омская обл., г. Омск, 14-й военный городок

Распространяется в Российской Федерации
Размещается в базе данных РИНЦ.

16+

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Нехарашев Сергей Максимович
Рахимжанов Нуржан Есмагулович
Серяков Олег Александрович
Радченко Михаил Анатольевич
Киселев Александр Александрович
Кучеряева Полина Владимировна

Адрес редакции: 644098, Омская обл., г. Омск, 14-й военный городок, дом 119

Сайт: omsk.vamto.mil.ru
E-mail: otiu@mil.ru

Регистрационный номер
СМИ ПИ № ФС 77-73969
от 12.10.2018 г.
Выдано Федеральной службой
по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

Топоров Андрей Викторович – д-р. экон. наук, начальник академии.
ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Заместители главного редактора

Цельковских Александр Александрович – д-р воен. наук, профессор,
заместитель начальника академии по учебной и научной работе.
ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Кобзарь Павел Евгеньевич – канд. пед. наук, доцент, заместитель
начальника филиала по учебной и научной работе. Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) ВА МТО

Члены редакционного совета

Беленький Владимир Яковлевич – д-р техн. наук, профессор. Пермский военный институт внутренних войск МВД России

Веприяк Иван Алексеевич – д-р техн. наук, профессор. Военный институт (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Гаврилов Сергей Владимирович – д-р истор. наук, доцент. ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Гладких Владимир Павлович – д-р воен. наук, профессор. Военный институт (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Горбунов Михаил Михайлович – канд. техн. наук, профессор, (НИИ ВСИ МТО ВС РФ) ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Гуков Дмитрий Васильевич – д-р техн. наук, профессор. Военный институт (ИТ) ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Ермошин Николай Алексеевич – д-р воен. наук, профессор. ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Ефремов Валерий Яковлевич – д-р истор. наук, профессор. Вольский военный институт материального обеспечения (филиал) ВА МТО

Жуков Алексей Иванович – д-р воен. наук, доцент. ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Ивахнюк Григорий Константинович – д-р хим. наук, профессор. Военный институт (ИТ) ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Калекин Вячеслав Степанович – д-р техн. наук, профессор. Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) ВА МТО

В журнале публикуются статьи, содержащие результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки, готовые для использования и являющиеся актуальными либо представляющие научно-познавательный интерес.

Предполагается проверка материалов в системе «Антиплагиат». Авторы несут ответственность за подбор и достоверность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных, имен собственных (в том числе географических названий) и иных сведений энциклопедического характера.

Все статьи рецензируются конфиденциально. В случае отклонения статьи редакция направляет автору мотивированный отказ. Исправленные и доработанные статьи должны быть переданы в редакцию повторно в течение двух месяцев. По истечении указанного срока статья с рассмотрения снимается и может быть представлена как новая.

Перепечатка материалов возможна по согласованию с редакцией.

Перевод на английский язык

Л.В. Мойсевич, Н.В. Быкова,
И.В. Лещёва

Корректоры

О.Ю. Барелюк, Е.В. Мусорина,
А.А. Посох, И.Г. Соловьева

Компьютерная верстка и дизайн

И.Л. Бычкова

© Редакция журнала «Наука и военная безопасность», 2021

© Омский автобронетанковый инженерный институт, 2021

Подписано в печать 30.03.2021 г.

Выход в свет 31.03.2021 г.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать оперативная. Усл.-печ.л. 18,0. Уч.-изд.л. 14,6.

Тираж 170. Заказ № 1076.

Распространяется бесплатно.

Отпечатано в типографии ОАБИИ
644098, г. Омск, 14-й военный городок

Калугин Юрий Борисович – д-р техн. наук, профессор. Военный институт (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Козин Михаил Николаевич – д-р экон. наук, профессор. Вольский военный институт материального обеспечения (филиал) ВА МТО; ФКУ НИИ ФСИН России

Косенко Григорий Иванович – д-р физ.-мат. наук, доцент. Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) ВА МТО

Кравченко Андрей Михайлович – д-р техн. наук, профессор. Рязанское военное высшее десантное командное училище

Кузнецов Вячеслав Владимирович – канд. воен. наук, доцент. Тюменское высшее военно-инженерное командное училище

Лускань Олег Александрович – д-р техн. наук, доцент. Вольский военный институт материального обеспечения (филиал) ВА МТО

Мигачев Алексей Сергеевич – д-р техн. наук, профессор. Военная академия войск радиационной, химической и биологической защиты и инженерных войск, г. Кострома

Мигачев Юрий Сергеевич – д-р техн. наук, доцент. Военная академия войск радиационной, химической и биологической защиты и инженерных войск, г. Кострома

Митрофанов Дмитрий Геннадьевич – д-р техн. наук, профессор. Военная академия войсковой противовоздушной обороны, г. Смоленск

Никитин Юрий Александрович – д-р экон. наук, профессор. ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Подчинок Василий Михайлович – д-р техн. наук, профессор. Рязанское военное высшее десантное командное училище

Савицкий Владимир Яковлевич – д-р техн. наук, профессор. Пензенский артиллерийский инженерный институт (филиал) ВА МТО

Савченко Федор Анатольевич – д-р техн. наук. Пензенский артиллерийский инженерный институт (филиал) ВА МТО

Сак-Саковский Владимир Иосифович – д-р воен. наук, профессор. Военная академия войсковой противовоздушной обороны, г. Смоленск

Фесенко Ольга Петровна – д-р филол. наук, профессор. Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) ВА МТО

Шабалин Денис Викторович – д-р техн. наук, профессор. Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) ВА МТО

СОДЕРЖАНИЕ

ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

Вооружение и военная техника.

Комплексы и системы военного назначения

- Соломин О.О., Левашов И.Н., Годяев С.А.* Перспективы применения микроэлектромеханических сенсоров в качестве датчиков систем навигации транспортных средств специального назначения..... 5
- Щербо А.Н., Соломин О.О., Шаталов А.М.* Перспективы применения бесколлекторных шаговых двигателей в качестве исполнительных электроприводов транспортных средств специального назначения 12
- Соломин О.О., Давыдович А.Ю., Мирончик А.С., Грязнов А.С.* Применение систем и технологий передачи потоковых видеоданных в телевизионных каналах приборов наблюдения современных образцов вооружения, военной и специальной техники 18
- Шаховцов А.В., Серяков О.А., Радченко М.А., Серяков К.О.* Оценка вероятности преодоления мелководных участков водных преград БТР-82А и БТР М113А3 при различных углах наклона берега . 24
- Дерюженко С.А., Ушинуцев С.В., Усиков В.Ю., Келлер А.В.* Повышение манёвренности базовых колесных шасси совершенствованием конструкции рулевого управления..... 29
- Подшивалов С.Ф., Привалов И.И., Вдовикина О.А., Комолова Н.В.* Экспериментальное определение критической силы на стенде ОСМ-8ЛР-09 36
- Соломенцев А.М., Голубенко Е.А.* Каркасно-панельные и бронированные кабины новых и модернизированных автомобилей АО «АЗ «Урал»» 43

Эксплуатация и восстановление вооружения и военной техники, техническое обеспечение

- Комаров К.М., Габдрашитов И.Р.* Применение нейронной сети при диагностике коробок переключения передач военной автомобильной техники..... 55
- Шефер В.Э., Вторушин А.М., Шаргаёв А.А., Ядровская Н.В., Шудыкин А.С.* Сущность понятия «Организация эксплуатации вооружения и военной техники»..... 61
- Шефер В.Э., Шаргаёв А.А., Ядровская Н.В., Якимушкин Р.В., Шудыкин А.С.* Математический аппарат для оптимизации затрат в целях обеспечения надежности объекта вооружения и военной техники 75
- Нагорных А.В., Шефер В.Э., Шаргаёв А.А., Ядровская Н.В., Шудыкин А.С.* Математический аппарат оценки показателей надежности для невозстанавливаемых военных технических изделий... 81
- Никорчук В.И., Башко А.Ю., Ержанов Р.М., Амержанов Е.Б.* Двухэтапный пуск двигателя внутреннего сгорания электростартером 85
- Матери И.В., Корытов М.С., Колунина Ю.А.* Анализ недостатков существующих средств обеспечения пуска дизельного двигателя и путь их устранения 89
- Мухортов Е.А., Дворцов А.И., Овчинников В.П.* Порядок проведения технического обслуживания № 2 при хранении с переконсервацией и контрольным пробегом на военной автомобильной технике 94
- Селюк Д.В., Воробьев А.Н., Гавриленко Р.С.* Совершенствование системы эксплуатации вооружения, военной и специальной техники в федеральной службе войск Национальной гвардии Российской Федерации 101

Кудрявцев А.В., Черненко А.Н., Саидов Д.Н. Анализ организации системы технического обслуживания и ремонта в войсках Национальной гвардии Российской Федерации..... 105

Кудрявцев А.В., Черненко А.Н., Саидов Д.Н. Оценка условий факторов, влияющих на систему восстановления вооружения военной и специальной техники войск Национальной гвардии Российской Федерации при совершении марша 109

ВОЕННО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Военная экономика и оборонно-промышленный потенциал

Козлов В.Г., Поправко Д.П., Шура-Бура К.С. Анализ действующей системы снабжения и обеспечения военно-техническим имуществом войск Национальной гвардии 116

Воинское обучение и воспитание, боевая подготовка,

военная педагогика и психология, управление повседневной деятельностью войск

Жуков С.А. Теория и практика обучения воспитанников военных учебных заведений Российской империи во второй половине XIX века 122

Ширяев В.Н. Проблемы комплексной воднотранспортной подготовки (горной) и пути их решения. Обучение войск и горно-транспортного резерва военной организации России ... 129

Правила оформления статей 136

Contents 137

ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА. КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

УДК 62-523.2

ГРНТИ 45.29.33

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ В КАЧЕСТВЕ ДАТЧИКОВ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

О.О. Соломин, И.Н. Левашов, С.А. Годяев

*Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии
материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otii@mil.ru*

В статье рассматривается перспективность применения микроэлектромеханических сенсоров в качестве датчиков систем навигации транспортных средств специального назначения.

Ключевые слова: навигационные системы, микроэлектромеханические сенсоры, МЭМС-технологии.

PROSPECTS OF APPLICATION OF MICROELECTROMECHANICAL SENSORS AS SENSORS OF NAVIGATION SYSTEMS OF SPECIAL-PURPOSE VEHICLES

O.O. Solomin, I.N. Levashov, S.A. Godyaev

*Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch)
of Khrulev Military Academy of Logistics in Omsk
Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otii@mil.ru*

The article considers the prospects of application of microelectromechanical sensors as sensors for navigation systems of special-purpose vehicles.

Keywords: navigation systems, microelectromechanical sensors, MEMS technologies.

Современные навигационные системы, применяемые на различных видах транспортных средств специального назначения, предназначенные для позиционирования в пространстве, в основном подразделяются на два типа:

- 1) локально позиционируемые;
- 2) геолокационные.

Первый тип систем имеет более раннее применение на наземной технике и реализуется посредством применения совокупных

возможностей оборудования, устройств и оснастки, определяющих условное перемещение машины относительно начально заданной привязки. В состав таких комплексов входит оборудование, определяющее как линейное изменение скорости, так и курсовое направление движения машины на протяжении отрезка времени. В качестве прибора, определяющего линейное измерение скорости, обычно служит спидометр, а курсовое изменение – гироскопический прибор. Оба этих прибора ра-

ботают в совокупности со счетчиком времени, формируют управляющий сигнал для координатного устройства – механического либо электронного устройства, отображающего текущее положение машины в пространстве на карте местности.

Спидометры, применяемые в таких системах, – электронные, представляющие собой совокупность однофазного либо трехфазного генератора в качестве датчика и синхронного двигателя в качестве считывающего устройства, которое и сообщает системе изменения линейного перемещения машины. При движении машины вращение колеса движителя передается ротору трехфазного генератора-датчика. Ротор генератора вращается с угловой скоростью, пропорциональной скорости вращения вала колеса движителя. В обмотках статора индуцируется электродвижущая сила (ЭДС), частота которой пропорциональна скорости вращения ротора, т. е. скорости вращения коленчатого вала двигателя. Обмотка статора генератора соединена с обмоткой статора синхронного двигателя, поэтому в обмотке статора синхронного двигателя протекают фазные токи, создающие вращающийся магнитный поток. Угловая скорость вращения магнитного потока статора синхронного двигателя пропорциональна скорости вращения вала двигателя колеса движителя.

В качестве гироскопического прибора, определяющего курсовое отклонение машины, применяются гироскопы, работа которых основана на различных физических принципах:

– роторно-механический – заключается в способности сохранять в пространстве неизменное направление оси вращения при отсутствии воздействия на него моментов внешних сил и эффективно сопротивляться действию внешних моментов сил;

– лазерный оптический (для измерения угловой скорости), в котором используется эффект Саньяка – появление фазового сдвига встречных световых волн во вращающемся кольцевом интерферометре. Два луча генерируются в резонаторе лазерного гироскопа; если прибор вращается, то происходит генерация волн разной частоты для разных направлений из-за различной длины резонатора для разных направлений обхода, вызванной вра-

щением;

– вибрационный, принцип которого основан на том, что вибрационный элемент (вибрационный резонатор) подвержен эффекту Кориолиса, состоящему в том, что вызывается вторичная вибрация, ортогональная оригинальному направлению вибрации.

Самым распространённым является роторно-механический способ, так как системы стабилизации, основанные на его свойствах, являлись первыми, примененными в практике, но тем не менее изначально он имел неустраняемые, ввиду конструктивного устройства приборов и систем, в которых реализован, погрешности:

– большие массогабаритные размеры;
– длительное время выхода в рабочий режим;

– высокая культура с задействованием ручного труда и, как следствие, сложность и дороговизна производства.

Общим недостатком такого типа системы является большая погрешность и необходимость в периодической стационарной привязке к местоположению, что значительно снижает мобильность машины, на которой она установлена.

Второй тип систем – геолокационный, получил развитие сравнительно недавно, когда технологии спутниковой связи стали развитой индустрией и позволили их применение практически во всех отраслях жизнедеятельности. Суть его заключается в геопривязке объекта наблюдения к координирующим меткам, расположенным статично относительно поверхности. В частности, такой системой является спутниковая система навигации – комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения (географических координат и высоты, а также параметров движения скорости и направления движения для наземных, водных и воздушных объектов). Основа системы – 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли и равномерно распределенных в трёх орбитальных плоскостях. В каждой орбитальной плоскости расположено по 8 спутников со сдвигом по аргументу широты 45° . Орбиты спутников являются близкими к круговым, их высота – около 19100 км. Наклонение орбиты составляет $64,8^\circ$.

Основной принцип работы системы основан на спутниковой трилатерации. Для определения координат 3D необходимо производство четырех измерений (рис. 1):

– одно измерение указывает положение

объекта (машины) на поверхности сферы, мы находимся на поверхности этой сферы (а);

– второе измерение указывает наше местоположение на пересечении двух сфер, при их пересечении образуется круг (б);

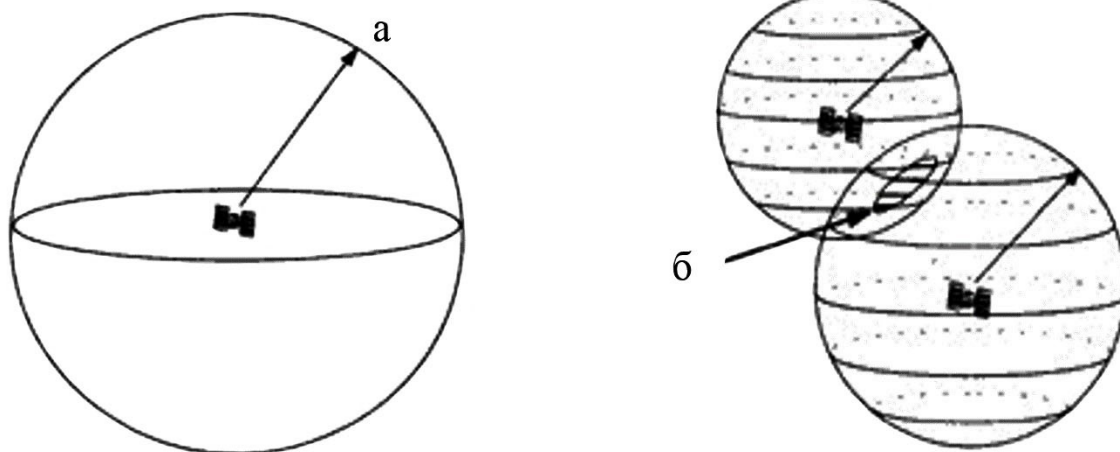


Рис. 1. Принцип спутниковой трилатерации

Главная сложность – точное определение момента передачи сигнала со спутника. Для решения проблемы применены:

- синхронизация спутника и приемника в общей шкале времени;
- кодирование передаваемого со спутника сигнала;
- для определения скорости используется эффект Доплера.

Скорость передачи данных рассчитывается по формуле:

$$D = \Delta t \cdot C.$$

При обработке сигналов компьютер приемника начинает прибавление (или вычитание) Δt к измеренным псевдодальностям, пока не найдет решения при пересечении трех окружностей (сфер) (см. рис. 2).

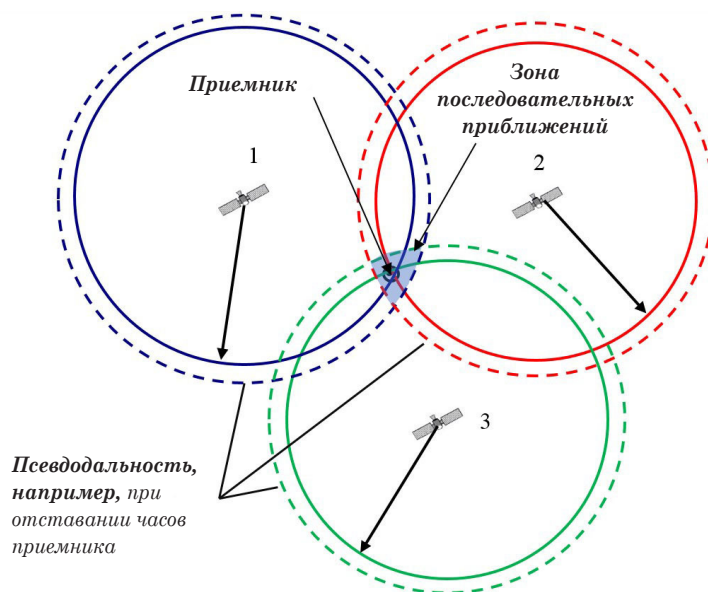


Рис. 2. Принцип определения координат и скорости перемещения приемника

В каждой точке земной поверхности и околоземного пространства одновременно наблюдаются не менее четырех спутников. Их взаимное расположение обеспечивает необходимые точностные характеристики системы.

Данный способ лежит в основе отечественной навигационной системы ГЛОНАСС, в свою очередь, состоящей из трёх подсистем:

- подсистемы космических аппаратов (далее – ПКА);
- подсистемы контроля и управления (далее – ПКУ);
- навигационной аппаратуры потребителей (далее – НАП).

ПКА состоит из 24 спутников, находящихся на круговых орбитах высотой 19100 км, наклонением 64,8 и периодом обращения 11 часов 15 минут в трех орбитальных плоскостях. Орбитальные плоскости разнесены по долготе на 120 градусов. В каждой орбитальной плоскости размещаются по 8 спутников с равномерным сдвигом по аргументу широты 45 градусов. Кроме того, сами плоскости сдвинуты относительно друг друга по аргументу широты на 15 градусов. Такая конфигурация ПКА позволяет обеспечить непрерывное и глобальное покрытие земной поверхности и околоземного пространства навигационным полем.

Подсистема контроля и управления состоит из Центра управления системой ГЛОНАСС и сети станций измерения, управления и контроля, рассредоточенной по всей территории России. В задачи ПКУ входит контроль правильности функционирования ПКА, непрерывное уточнение параметров орбит и выдача на спутники временных программ, команд управления и навигационной информации.

Навигационная аппаратура потребителей состоит из навигационных приемников и устройств обработки, предназначенных для приема навигационных сигналов спутников ГЛОНАСС и вычисления собственных координат, скорости и времени.

НАП подразделяется на:

- навигационную аппаратуру индивидуального пользования;
- навигационную аппаратуру возимую;
- навигационную аппаратуру геодезическую;
- аппаратуру спутниковой навигации систем мониторинга подвижных объектов.

Аппаратура спутниковой навигации и её

использование при ориентировании и совершении марша, привязке элементов боевых порядков наземных машин может выполнять следующие задачи:

– координатно-временное обеспечение в интересах:

- неподвижных потребителей для получения точных текущих географических координат точки земной поверхности или объекта с целью топографической привязки, геодезической съёмки местности, картографирования;

- подвижных потребителей с целью решения задач навигации морских и речных судов, аэронавигации летательных аппаратов, навигации наземных мобильных средств, а также наведения высокоточных средств поражения воздушного, морского и наземного базирования, выброски воздушных десантов и грузов;

- высокодинамичных потребителей с целью решения задач баллистического и эфемеридно-временного обеспечения применения ракет-носителей, разгонных блоков, космических аппаратов, баллистических ракет;

- потребителей с целью временной привязки и частотной синхронизации их действий.

Мониторинг подвижных объектов – это, во-первых, оперативный контроль местоположения, скорости движения и состояния контролируемых транспортных средств с отображением на электронных цифровых картах; во-вторых, накопление, хранение и обработка информации о перемещении контролируемых транспортных средств для дальнейшего анализа результатов их использования.

Ориентирование на местности – во-первых, получение информации о местоположении, направлении и скорости движения, а также о пройденном пути с отображением на цифровой карте; во-вторых, привязка элементов боевого порядка, определение ориентирных направлений, навигационного обеспечения марша (перемещения) по маршруту на местности.

Данный тип системы в настоящее время применяется повсеместно как на транспортных средствах специального назначения, так и на гражданских машинах ввиду компактности аппаратуры, устанавливаемой на объекте, точности позиционирования и простоты

использования, однако имеет определенный глобальный недостаток – зависимость от спутниковой связи и уверенного сигнала приема, что обуславливает его использование исключительно в составе коммуникационной сети.

Использовать в качестве дублирующей, аварийной навигационной системы уже упомянутые локальные системы в том их виде, в котором они были описаны ввиду их массогабаритных характеристик, а также интенсивно снижающейся точности и эффективности в режиме длительной работы без контрольной юстировки, нецелесообразно.

Перспективным решением проблемы использования дублирующей системы может являться применение в качестве датчиков микроэлектромеханических сенсоров, позволяющих осуществлять регистрацию как осевых, так и линейных перемещений посредством миниатюрного датчика либо их множества, что значительно повышает точность измерений.

В общем случае под МЭМС понимаются различные механико-электрические (сенсорные) или электромеханические преобразователи (актюаторы) размером порядка микрон (не более 1 мм). Перемещение подвижных элементов МЭМС-структуры при этом также не превышает нескольких микрон. Концепция МЭМС построена на интеграции на кремниевой подложке с помощью технологий микропроизводства микромеханических структур датчиков (сенсоров, измерительных компонентов), актюаторов (исполнительных управляющих элементов) и электронных устройств, выполняющих функции сбора, анализа, контроля, формирования управляющих сигналов. Эти технологии во многом сходны с теми, что используются для производства микросхем. Поэтому интегральные МЭМС-устройства обеспечивают высокий уровень функциональности, надежности, низкую цену. Это и предопределило их столь же широкое применение, что и изделий микроэлектроники. Хотя техника и приборы специального назначения допускают сравнительно высокую цену, то обстоятельство, что МЭМС-технологии позволяют достичь низкой цены, значительно расширяет возможности развертывания сенсорных сетей там, где прежде системным интеграторам это могло показаться избыточным.

Наиболее эффективными МЭМС с тех-

нологией 3D, позволяющей реализовать контроль по всем трем геометрическим осям, являются ёмкостные гироскопы-акселерометры.

Принцип действия ёмкостного акселерометра

В рассматриваемом типе трехосевых акселерометров принцип определения ускорения достаточно прост и надежен: инерционная масса дает людям возможность ощущать ускорение за счет перемещения в соответствии со вторым законом Ньютона. **Основные элементы акселерометра** – тело, пружина и инерционная масса (ИМ). Когда скорость тела сенсора изменяется, ИМ через пружину также побуждается последовать этим изменениям. Сила, воздействующая на ИМ, является причиной изменения ее движения, поэтому пружина изгибается и расстояние между телом и ИМ изменяется пропорционально ускорению тела.

Рабочие принципы сенсоров различаются в зависимости от того, по какому принципу определяется движение между телом и ИМ. В ёмкостном сенсоре тело и ИМ изолированы друг от друга, их ёмкость или ёмкостный заряд измеряются. Когда дистанция между ними уменьшается, ёмкость увеличивается и электрический ток идет по направлению к сенсору. В случае, когда расстояние увеличивается, наблюдается обратная ситуация: сенсор преобразует ускорение тела в электрический ток, заряд или напряжение.

Превосходные характеристики рассматриваемых датчиков основаны на технологии ёмкостного измерения и хорошо подходят для определения малых изменений в движении. Чувствительный элемент для определения ускорения сделан из монокристалльного кремния и стекла. Это обеспечивает сенсору исключительную надежность, высокую точность и устойчивость показаний по отношению к воздействию времени и температуры.

Как правило, чувствительный элемент датчика с диапазоном измерений $\pm 1g$ выдерживает как минимум 50000g ускорений (1g – ускорение, вызванное силой тяжести Земли). Датчик измеряет ускорение как в положительном, так и в отрицательном направлении и чувствителен к статическому ускорению и вибрации. «Сердцем» акселерометра является симметричный чувствительный элемент (далее – ЧЭ), изготовленный по технологиям

объемной микромеханики, у которого есть два чувствительных конденсатора. Симметрия ЧЭ уменьшает зависимость от температуры и чувствительности по оси и улучшает линейность. Герметичность датчика обеспечивается за счет анодного соединения пластин друг с другом. Это облегчает корпусирование элементов, повышает надежность и позволяет использовать газовое затухание в сенсорном элементе.

Концепция гетерогенной Chip-on-MEMS-интеграции МЭМС-элементов и интегральных микросхем

В ходе производства трёхосевого акселерометра применяют новую концепцию гетерогенной интеграции для объединения чувствительного элемента МЭМС и микросхемы (ASIC): «ЧИП-на-МЭМС» или CoM (chip-on-MEMS). Эта концепция основана на комбинации инкапсулированных на уровне пластины 3D-МЭМС-структур, технологии корпусирования на уровне пластины и технологии чипа на пластине. Все указанные процессы уже существуют на протяжении несколько лет. Их комбинация позволяет решать наиболее сложную проблему корпусирования: как экономически эффективно совместить МЭМС-элементы и интегральные микросхемы.

Изменение емкости под действием линейного ускорения (в акселерометрах) или силы Кориолиса (в гироскопах) позволяет оценить

амплитудные значения указанных воздействий.

Несмотря на малые габариты, массу и энергопотребление, практическое применение MEMS-датчиков в бесплатформенных системах ориентации и навигации ограничивается низкой чувствительностью, нестабильностью масштабного коэффициента и высоким уровнем шумов выходного сигнала по сравнению с другими типами гироскопов и акселерометров. Из существующих типов гироскопов MEMS имеют наибольший дрейф (до 300...1000°/час), что не позволяет использовать их без периодической корректировки угловых координат – процедуры выставки по пространственному положению (ориентации относительно заданной базы – например, горизонта).

Таким образом, благодаря e-технологии CoM, можно получить полноценное функциональное МЭМС-устройство с размером корпуса по периметру 4x2 мм и высотой 1 мм. Данная технология полностью готова для производства датчиков как для небольших партий, так и в промышленных масштабах.

О том, каким образом возможна реализация таких устройств в решении задач по созданию системы локальной навигации и позиционирования, будет рассказано в следующей публикации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. MEMS компоненты, датчики движения, беспроводное применение, энергосбережение и технологические инновации – в фокусе выставки Sensors Expo&Conference 2008.
2. Борзенко, А. Технология MEMS / А. Борзенко // BYTE / Россия. – 2006. – С. 26–32.
3. Основы автоматки и танковые автоматические системы/ В.В. Корнеев [и др.]; под ред. В.В. Корнеева. – Москва: ВА БТВ, 1976. – 545 с.
4. Рилей Джордж, А. Мир микро- и наноэлектроники: учебное пособие по современным технологиям в производстве микросистем. – Ч. 2. А. Рилей Джордж. – «Экспромт», 2009.
5. Сысоева, С. Магнитоуправляемые МЭМС и мультисенсорные датчики движения 2009 года – функциональнее, точнее, миниатюрнее предшественников / С. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2009. – № 8.

REFERENCES

1. MEMS komponenty, datchiki dvizheniya, besprovodnye primeneniya, energosberezhenie i tehnologicheskie innovatsii – v fokuse vystavki Sensors Expo&Conference, 2008.
2. Borzenko, A. Tehnologiya MEMS / A. Borzenko // BYTE / Rossiya. – 2006. – S. 26–32.
3. Osnovy avtomatiki i tankovyе avtomaticheskie sistemy/ V.V. Korneev [i dr.]; pod red. V.V. Korneeva. – Moskva: VA BTV, 1976. – 545 s.
4. Riley Dzhordzh, A. Mir mikro- i nanoelektroniki: Uchebnoe posobie po sovremennym tehnologiyam v proizvodstve mikrosistem. – Ch. 2. A. Riley Dzhordzh «Eksprompt», 2009.
5. Sysoeva, S. Magnitoupavlyaemye MEMS i mul'tisensornye datchiki dvizheniya 2009 goda – funktsional'nee, tochnee, miniatyurnee predshestvennikov / S. Sysoeva // Komponenty i tehnologii. – 2009. – № 8.

6. Ходот, В.И. Автоматические системы управления вооружением. Курс лекций. Часть 2. – В.И. Ходот. – Омск: ОБТИУ, 1988. – 157 с.

Соломин Олег Олегович – преподаватель кафедры электрооборудования и автоматики; Левашов Илья Николаевич – старший преподаватель, начальник топографической службы кафедры технического обеспечения (и тактики); Годяев Сергей Александрович – преподаватель кафедры технического обеспечения (и тактики). Омский автобронетанковый инженерный институт.

6. Hodot, V.I. Avtomaticheskie sistemy upravleniya vooruzheniem. Kurs lektsiy. Chast' 2. – V.I. Hodot. – Omsk: OVTIU, 1988. – 157 s.

Solomin Oleg Olegovich – Lecturer of the Electrical Equipment and Automatics Department; Levashov Ilya Nikolaevich – Senior Lecturer, Head of Topographic Service at the Equipment Support and Tactics Department; Godyaev Sergey Aleksandrovich – Lecturer at the Equipment Support and Tactics Department. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute.

Статья поступила в редакцию 11.01.2021

УДК 621.316.722.1
ГРНТИ 45.37.31

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫХ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*А.Н. Щербо, О.О. Соломин, А.М. Шаталов
Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии
материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otii@mil.ru*

В статье рассматривается проблема совершенствования систем приводов и ходовых устройств специальных транспортных средств посредством применения в них шаговых бесколлекторных двигателей как устройств, позволяющих реализовывать как тяговые свойства, так и возможности управления самими средством в одном устройстве.

Ключевые слова: бесколлекторный мотор, контроллеры шаговых двигателей.

PROSPECTS FOR THE USE OF BRUSHLESS STEP MOTORS AS EXECUTIVE ELECTRIC DRIVES OF SPECIAL-PURPOSE VEHICLES

*A.N. Scherbo, O.O. Solomin, A.M. Shatalov
Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch)
of Khrulev Military Academy of Logistics in Omsk
Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otii@mil.ru*

The article deals with the problem of improving the drive systems and running devices of special purpose vehicles through the use of step brushless motors as devices that allow you to implement both the traction properties and the ability to control the vehicle itself in one device.

Keywords: brushless motor, controllers of the stepping motors.

В настоящее время для обеспечения передвижения современных специальных транспортных средств, будь то транспортные автомобили либо роботизированные сухопутные беспилотные системы, в качестве тяговых устройств, осуществляющих непосредственно вращение движителя, применяются двигатели внутреннего сгорания, реже электродвигатели. Данные системы в своем составе имеют трансмиссию различного типа. Инженерам пришлось выбирать пути работы, отталкиваясь от реалий времени и возможностей технологии и технического развития в целом. Схемы «двигатель-трансмиссия-движитель»

используются повсеместно, зарекомендовали себя как надежные, эффективные и технически отработанные, однако наряду с тем имеют ряд значительных недостатков:

- конструктивная сложность;
- относительная надежность;
- большие энергетические потери в зависимости от температуры окружающей среды;
- невысокий КПД;

Однако в последнее время, ввиду интенсивного развития микропроцессорной техники, которая дает возможность осуществлять контроль над процессами без непосредствен-

ного участия человека, появилась целая индустрия решений, позволяющая значительно увеличить, модернизировать и модифицировать уже существующие конструкции. В частности, объединить в единое устройство двигатель и движитель – создать мотор-колесо. В таких устройствах возможно одинаково эффективно осуществлять контроль над оборотами, крутящим моментом, а также организовывать взаимодействие всех имеющихся на транспортном средстве аналогичных по назначению устройств в целях осуществления их совместной работы – движения и управления всем транспортом.

Такие устройства относятся к категории электроприводов и являются бесколлекторными шаговыми двигателями.

Бесколлекторные двигатели постоянного тока называют также вентильными, в зарубежной литературе BLDCM (BrushLess Direct Current Motor) или PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor).

Конструктивно бесколлекторный двигатель состоит из ротора с постоянными магнитами и статора с обмотками, а из конструкции двигателя удаляется довольно сложный, требующий обслуживания тяжелый и искрящий узел – коллектор. Состав двигателя существенно упрощается, он становится легче и

компактнее. Значительно уменьшаются потери на коммутацию, поскольку контакты коллектора и щетки заменяются электронными ключами. В итоге получаем электродвигатель с наилучшими показателями КПД и показателем удельной мощности, с наиболее широким диапазоном изменения скорости вращения. На практике бесколлекторные двигатели греются меньше, чем их коллекторные аналоги и переносят большую нагрузку по моменту. Применение мощных неодимовых магнитов сделали бесколлекторные двигатели еще более компактными. Конструкция бесколлекторного двигателя позволяет эксплуатировать его в воде и агрессивных средах, и бесколлекторные двигатели практически не создают радиопомех.

Единственным недостатком считают относительно сложный дорогостоящий электронный блок управления (регулятор или ESC).

Бесколлекторный двигатель постоянного тока состоит из ротора с постоянными магнитами и статора с обмотками. Различают два типа двигателей: Inrunner (а), у которых магниты ротора находятся внутри статора с обмотками, и Outrunner (б), у которых магниты расположены снаружи и вращаются вокруг неподвижного статора с обмотками (рис. 1).

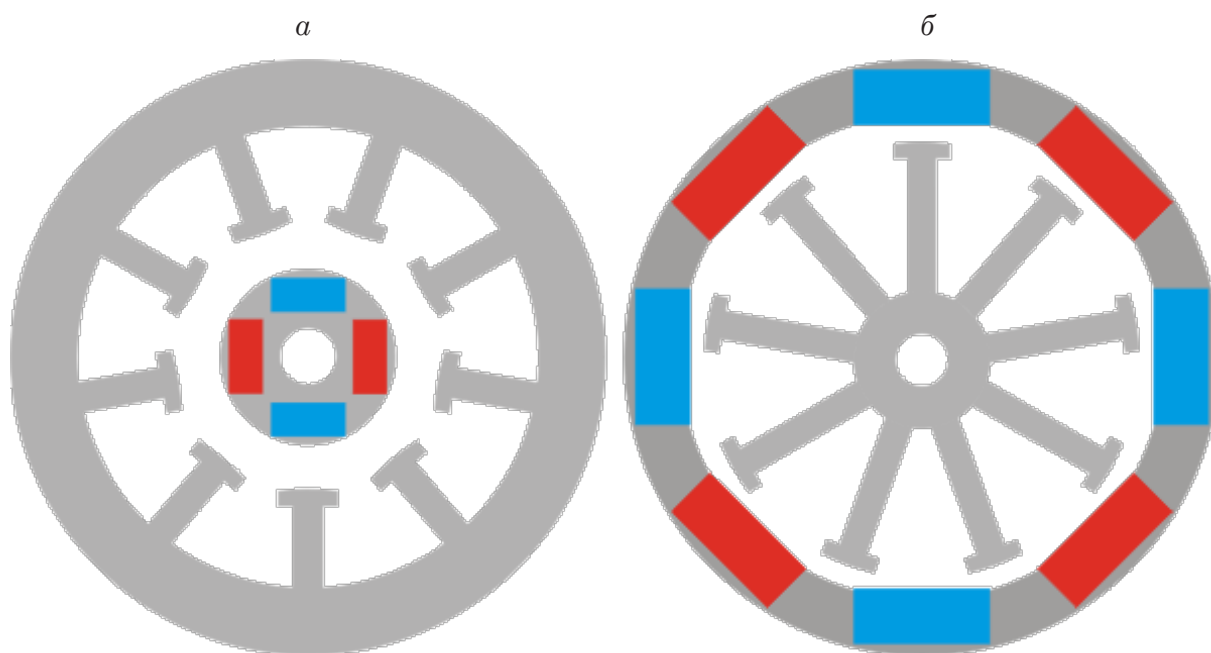


Рис. 1. Конструкции бесколлекторных шаговых двигателей

Схему Inrunner обычно применяют для высокооборотистых двигателей с небольшим количеством полюсов. Outrunner – при необходимости получить высокомоментный двигатель со сравнительно небольшими оборотами. Конструктивно Inrunners проще из-за того, что неподвижный статор может служить корпусом. К нему могут быть смонтированы крепежные приспособления. В случае Outrunners вращается вся внешняя часть. Крепеж двигателя осуществляется за неподвижную ось либо детали статора. В случае мотор-колеса крепление осуществляется за неподвижную ось статора, провода заводятся к статору через полую ось.

Количество полюсов на роторе четное. Форма применяемых магнитов обычно прямоугольная. Цилиндрические магниты применяются реже. Размер магнитов зависит от геометрии двигателя и характеристик мотора. Чем сильнее применяемые магниты, тем выше момент силы, развиваемый двигателем на валу.

Магниты на роторе закрепляются с помощью специального клея. Реже встречаются конструкции с держателем магнитов. Материал ротора может быть магнитопроводящим (стальным), немагнитопроводящим (алюминиевые сплавы, пластики и т.п.), комбинированным. Обмотка трехфазного бесколлекторного двигателя выполняется медным проводом. Провод может быть одножильным или состоять из нескольких изолированных жил. Статор выполняется из нескольких сложенных вместе листов магнитопроводящей стали.

Количество зубьев статора должно делиться на количество фаз. т.е. для трехфазного бесколлекторного двигателя количество зубьев статора должно делиться на 3. Количество зубьев статора может быть как больше, так и меньше количества полюсов на роторе. Например, существуют моторы со схемами: 9 зубьев/12 магнитов; 51 зуб/46 магнитов (рис. 2).

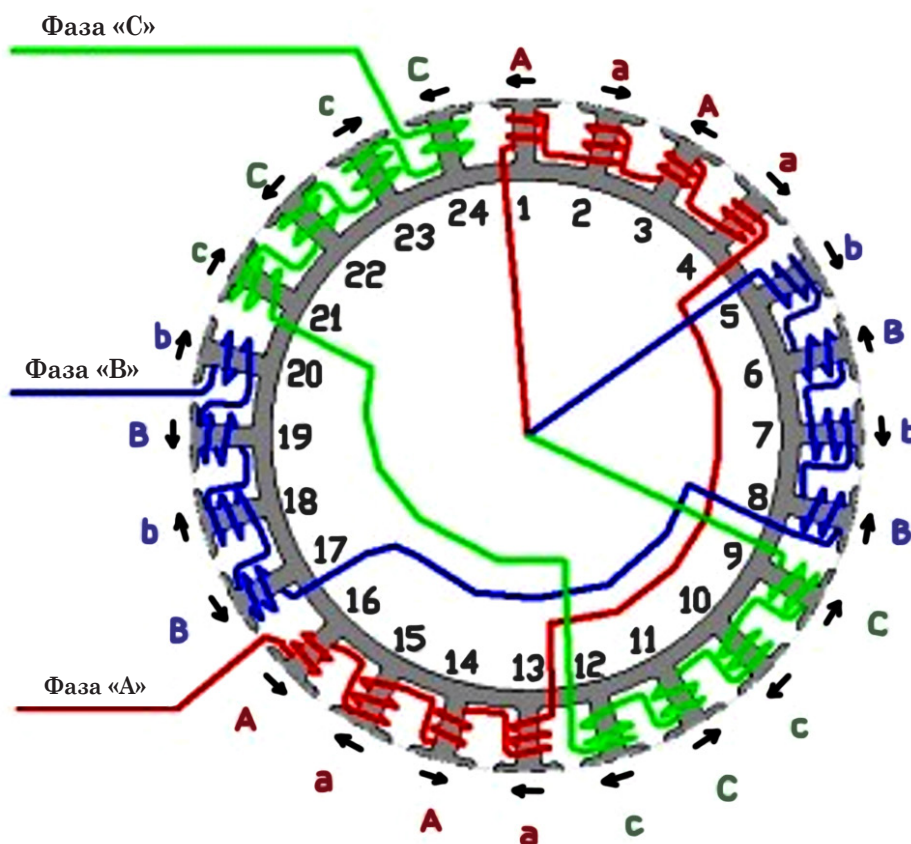


Рис. 2. Конструкция трехфазного бесколлекторного шагового двигателя

Если ротор двигателя имеет два полюса, то при одном полном обороте магнитного поля на статоре ротор совершает один полный оборот. При 4 полюсах, чтобы повернуть вал двигателя на один полный оборот, потребуется два оборота магнитного поля на статоре. Чем больше количество полюсов ротора, тем больше потребуется электрических оборотов для вращения вала двигателя на один оборот. Например, имеем 42 магнита на роторе. Для того чтобы повернуть ротор на один оборот, потребуется $42/2=21$ электрический оборот. Это свойство можно использовать как своеобразный редуктор. Подобрать необходимое количество полюсов, можно получить двигатель с желаемыми скоростными характеристиками.

Устройство двигателей без датчиков отличается от двигателей с датчиками только отсутствием последних. Других принципиальных отличий нет. Наиболее распространены датчики положения, работающие на основе эффекта Холла. Датчики реагируют на магнитное поле, их располагают, как правило, на статоре таким образом, чтобы на них воздействовали магниты ротора. Угол между датчиками должен быть 120 градусов. На некоторых двигателях датчики устанавливают на специальном устройстве, которое позволяет перемещать датчики в определенных пределах. С помощью такого устройства устанавливается угол опережения (timing). Однако, если двигатель требует реверса (вращения в обратную сторону), потребуется второй комплект датчиков, настроенных на обратный ход. Поскольку timing не имеет решающего значения при старте и низких оборотах, можно установить датчики в нулевую точку, а угол опережения корректировать программно, когда двигатель начнет вращаться.

Каждый двигатель рассчитывается под определенные требования и имеет следующие основные характеристики:

– режим работы, на который рассчитан двигатель, длительный или кратковременный. Длительный режим работы подразумевает, что двигатель может работать часами. Показатели данного вида двигателей рассчитываются таким образом, чтобы теплоотдача в окружающую среду была выше тепловыделения самого двигателя. В этом случае он не будет разогреваться. пример: вентиляция, привод эскалатора или конвейера. Крат-

ковременный режим работы подразумевает, что двигатель будет включаться на короткий период, за который не успеет разогреться до максимальной температуры, после чего следует длительный период, за время которого двигатель успеет остыть;

сопротивление обмотки двигателя. Сопротивление обмотки двигателя влияет на его КПД, чем меньше сопротивление, тем выше КПД. Измерив сопротивление, можно выяснить наличие межвиткового замыкания в обмотке. Сопротивление обмотки двигателя составляет тысячные доли ома. для его измерения требуется специальный прибор или специальная методика измерения;

максимальное рабочее напряжение – максимальное напряжение, которое способна выдержать обмотка статора. Максимальное напряжение взаимосвязано со следующим параметром;

максимальные обороты. Иногда указывают не максимальные обороты, а количество оборотов двигателя на один вольт без нагрузки на валу (kv). Умножив этот показатель на максимальное напряжение, получим максимальные обороты двигателя без нагрузки на валу;

максимальный ток – максимально допустимый ток обмотки. Как правило, указывается и время, в течение которого двигатель может выдержать указанный ток. Ограничение максимального тока связано с возможным перегревом обмотки. поэтому при низких температурах окружающей среды реальное время работы с максимальным током будет больше, а в жару двигатель сгорит раньше;

максимальная мощность двигателя. Напрямую связана с предыдущим параметром, это пиковая мощность, которую двигатель может развить на небольшой период времени, обычно – несколько секунд. При длительной работе на максимальной мощности неизбежен перегрев двигателя и выход его из строя;

номинальная мощность – мощность, которую двигатель может развивать на протяжении всего времени включения;

угол опережения фазы (timing). Обмотка статора имеет некоторую индуктивность, которая затормаживает рост тока в обмотке. Ток достигнет максимума через некоторое время. Для того чтобы компенсировать эту задержку, переключение фаз выполняют с некоторым

опережением аналогично зажиганию в двигателе внутреннего сгорания, где выставляется угол опережения зажигания с учетом времени воспламенения топлива.

Также следует обратить внимание на то, что при номинальной нагрузке вы не получите максимальных оборотов на валу двигателя. Кв указывается для незагруженного двигателя. При питании двигателя от батарей следует учесть «проседание» питающего напряжения под нагрузкой, что, в свою очередь, также снизит максимальные обороты двигателя.

При включении звездой ток протекает через две обмотки. Результирующее сопротивление равно сумме сопротивлений двух обмоток:

$$R=R_1+R_2. \quad (1)$$

Соответственно максимально возможный ток, протекающий через обмотки:

$$I=U/(R_1+R_2). \quad (2)$$

Потребляемая мощность:

$$P=U \cdot I. \quad (3)$$

Предположим, что напряжение – 10 В, а сопротивление обмотки – 1 Ом. Тогда ток: $I=10/(1+1)=5\text{А}$. Потребляемая мощность: $P=10 \cdot 5=50\text{ Вт}$.

Если при включении треугольником ток протекает через все обмотки, результирующее сопротивление обмоток вычисляется по формуле:

$$R=(R_1 \cdot (R_2+R_3))/(R_1+R_2+R_3). \quad (4)$$

Соответственно, максимально возможный ток, протекающий через обмотки, соответствует формуле:

$$I=U/((R_1 \cdot (R_2+R_3))/(R_1+R_2+R_3)). \quad (5)$$

При таком же напряжении и сопротивлении обмоток получаем ток: $I=10/((1 \cdot (1+1))/(1+1+1))=15\text{А}$. Потребляемая мощность: $P=10 \cdot 15=150\text{ Вт}$.

При включении треугольником вырастают и обороты двигателя. Обмотки двигателя, соединенные треугольником, греются больше, чем при включении звездой.

Очевидно, что простым переключением обмотки со звезды в треугольник можно получить двигатель с совершенно другими характеристиками.

В высокомоментных двигателях с длительным режимом включения целесообразно применять звезду. В двигателях, работающих в кратковременном режиме, требующих более высоких оборотов, целесообразно применять треугольник.

Таким образом, по своим параметрическим характеристикам и возможностям перспективного развития бесколлекторные шаговые двигатели намного превосходят известные по назначению аналоги. О дальнейшей принципиальной и конструктивной разработке системы с электроприводом от шагового двигателя будет рассказано в следующей публикации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бесколлекторный двигатель. Принцип работы, характеристики, преимущества и недостатки. Е.Т.Л. компания. – Режим доступа: https://etl-company.ru/index.php?route=blog/blog&blog_id=49 (Дата обращения: 28.12.2020).
2. Преимущества четырехполюсных бесколлекторных двигателей постоянного тока. Режим доступа: <https://www.elec.ru/articles/preimushhestva-chetyryohpolyusnyh-beskollektornyh-d/> (Дата обращения: 28.12.2020).
3. Шаговые двигатели: принцип работы и управление. – Режим доступа: https://purelogic.ru/article/shagovye_dvigateli_printsip_raboty_i_upravlenie/ (Дата обращения: 28.12.2020).

REFERENCES

1. Beskollektornyy dvigatel'. Printsip raboty, harakteristiki, preimushchestva i nedostatki. E.T.L. kompaniya. Rezhim dostupa: https://etl-company.ru/index.php?route=blog/blog&blog_id=49 (Data obrascheniya: 28.12.2020).
2. Preimushchestva chetyrehpolyusnyh beskollektornyh dvigateley postoyannogo toka. Rezhim dostupa: <https://www.elec.ru/articles/preimushhestva-chetyryohpolyusnyh-beskollektornyh-d/> (Data obrascheniya: 28.12.2020).
3. Shagovye dvigateli: printsip raboty i upravlenie. – Rezhim dostupa: https://purelogic.ru/article/shagovye_dvigateli_printsip_raboty_i_upravlenie/ (Data obrascheniya: 28.12.2020).

Щербо Александр Николаевич – кандидат технических наук, начальник кафедры электрооборудования и автоматики; Соломин Олег Олегович – преподаватель кафедры электрооборудования и автоматики; Шаталов Алексей Михайлович – курсант. Омский автобронетанковый инженерный институт.

Scherbo Aleksandr Nikolaevich – Cand. Sc. {Engineering}, Head of the Electrical Equipment and Automatics Department. Solomin Oleg Olegovich – Lecturer of the Electrical Equipment and Automatics Department; Shatalov Aleksey Mihaylovich – Cadet. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute.

Статья поступила в редакцию 06.01.2021

УДК 62-523.1
ГРНТИ 45.29.33

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ ПОТОКОВЫХ ВИДЕОДАНЫХ В ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КАНАЛАХ ПРИБОРОВ НАБЛЮДЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

О.О.Соломин, А.Ю. Давыдович, А.С. Мирончик, А.С. Грязнов
Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии
материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otii@mil.ru

В статье анализируются возможности и физические свойства современных систем визуализации и технологий передачи потоковых видеоданных. Рассматриваются пути реализации данных систем с целью расширения возможностей приборов наблюдения современных образцов ВВСТ.

Ключевые слова: телевизионный канал, КМОП-матрица, ИК-фильтр.

APPLICATION OF SYSTEMS AND TECHNOLOGIES OF STREAMING VIDEO DATA TRANSFER IN TELEVISION CHANNELS OF OBSERVATION DEVICES OF MODERN SAMPLES OF WEAPONS, MILITARY AND SPECIAL EQUIPMENT

O.O.Solomin, A.Yu. Davydovich, A.S. Mironchik, A.S. Gryaznov
Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch)
of Khrulev Military Academy of Logistics
Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otii@mil.ru

The article analyzes possibilities and physical properties of modern systems of visualization and technologies of streaming video data transfer. The authors consider ways of realization of the given systems to expand the possibilities of observation devices of modern samples of weapons, military and special equipment.

Keywords: television channel, КМОП-MATRIX, IK-filter.

Современный уровень развития и технологической доступности современных средств электронной визуализации и потоковой передачи видеоданных открывает широкие возможности по созданию новых и модернизации существующих систем наблюдения, применяемых в современных образцах вооружения и военной техники.

В данной статье анализируются штатные системы и приборы наблюдения состоящих на вооружении образцов вооружения, военной и

специальной техники (далее – ВВСТ), относящихся к устройствам, позволяющим производить оптическое наблюдение за дорогой и окружающей местностью в дневное и ночное время, – приборы наблюдения водителя (механика-водителя), а также возможности существующих разработок в области электронно-оптических устройств по использованию их в качестве альтернативных средств и средств модернизации вышеупомянутых систем и приборов наблюдения.

Основными приборами наблюдения водителя (механика-водителя) современных образцов ВВСТ, бронетанковой и автомобильной техники являются приборы наблюдения в дневное время: ТНПО-168В, ТНПО-170А (танки Т-72, Т-90 и их модификации, ГМ-569 и их модификации), ТНПО-160, ТНПО-165А (танк Т-80, МТ-ЛБ и их модификации), а также приборы ночного видения: ТВНЕ-4, ТВН-5 и их модификации. Данные приборы отвечают большинству требований, предъявляемых к их эксплуатационной надежности, удобству наблюдения, качеству представления изображения и массогабаритным характеристикам.

Наряду с этим, данные приборы имеют ряд недостатков, существенность которых возрастает пропорционально развитию качества, надежности и миниатюризации приборов и электронно-оптических устройств, разрабатываемых в настоящее время посредством современных технологий. Выделим основные из них:

1. Окулярная часть прибора по обозреваемой площади напрямую зависит от площади объективной части, которая в свою очередь создается из соображений минимизации и малой заметности. В данном случае основную роль играют компромиссные решения между максимальными размерами поля зрения и необходимостью конструкционного исполнения, определяемого требованиями маскировки и защищенности. Данные условия приводят к минимизации видимого поля зрения и неудобства наблюдения водителем (механиком-водителем) за обстановкой в обычных и тем более сложных условиях вождения, особенно по неровной дороге с большой амплитудой колебания корпуса.

2. Зависимость от времени суток. Данные приборы не универсальны и требуют взаимной замены в зависимости от условий дневной или ночной эксплуатации. Это приводит к необходимости использовать данные приборы в паре, что требует в условиях максимальной экономии рабочего пространства

механика-водителя отдельного места хранения одного из неиспользуемых приборов, значительного времени на их замену, сложности при эксплуатации в пограничных зонах.

3. Оптико-геометрические параметры, ставящие критические ограничения на габариты устройства, эргономику и удобство настройки положения прибора.

4. Сложная, энергоемкая и дорогостоящая аппаратура обеспечения питанием электронно-оптических преобразователей, обогрева оптических элементов, систем защиты от засветок.

На современном уровне развития разработки и производства электронно-оптических систем наблюдения и передачи потоковых видеоданных вышеуказанные недостатки могут быть частично или полностью устранены, если в качестве схемы передачи визуальной информации от объективной части, принимающей изображение окружающей среды, до окулярной части, отображающей и представляющей эту информацию наблюдателю – водителю (механику-водителю), использовать систему не прямой передачи электромагнитного сигнала – телевизионный канал. По сути, такой принцип передачи данных известен с середины прошлого века и реализовывался в различных областях деятельности, но ввиду сложности и значительных массогабаритных показателей распространения в малых пространствах сухопутных образцов ВВСТ не получил. Функциональная схема телевизионного канала наблюдения представлена на рисунке 1 и заключается в том, что изображение окружающей местности 1 в виде электромагнитного излучения 2 через фокусирующую оптическую линзу 3 объектива и инфракрасный фильтр 4 попадают на электронную матрицу 5, преобразующую излучение в электронный сигнал, и далее на центральный процессор обработки сигнала 6 через интерфейсный вывод 7 направляет по коммуникационному кабелю 8 на матрицу монитора 9, преобразующую сигнал в изображение.

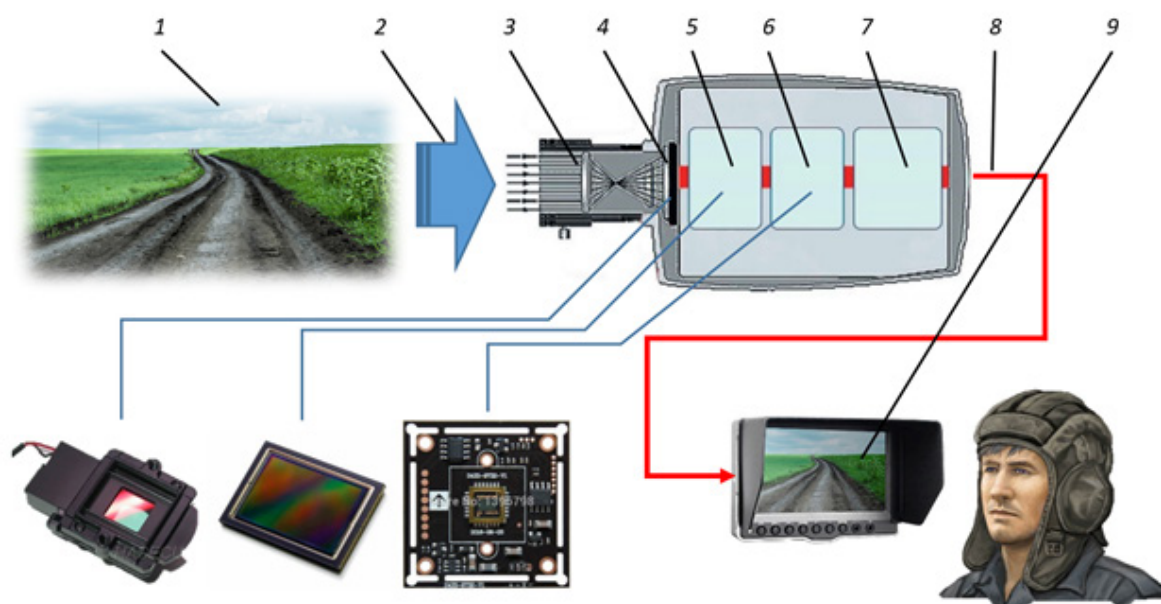


Рис. 1. Функциональная схема телевизионного канала наблюдения

Суть процесса заключается в том, что каждый элемент системы, выполняя свою функцию, частично или полностью устраняет перечисленные выше недостатки в приборах наблюдения, устанавливаемых в настоящее время.

Во-первых, фокусирующая оптическая линза позволяет, в зависимости от своей геометрии, формировать поле зрения значительно более широкое, чем обычное объективное окно триплексного прибора наблюдения.

На рисунке 2 представлены границы охвата поля зрения оптическими линзами с фокусными расстояниями 1.19 (2), 2.8 (3), 3.6 (4). Очевидным отличием является гораздо большая площадь охвата поля зрения оптическими линзами не только в сравнении со штатными приборами, но и при наблюдении невооруженным взглядом, что решает проблему ограниченного поля зрения приборов наблюдения.



Рис. 2. Границы охвата поля зрения оптическими линзами прибора наблюдения с телевизионным каналом

Однако следует учесть, что чем меньше фокусное расстояние между оптической осью линзы и электронной матрицей, тем больше становятся периферийные искажения в силу физических свойств и геометрии самой линзы. Тем не менее, при использовании линзы с фокусным расстоянием 3,6 мм, когда периферийные искажения сводятся к минимуму, охватываемое поле зрения значительно больше, чем у штатного прибора наблюдения, что говорит о неоспоримом преимуществе первого.

Во-вторых, установленный между оптической линзой и электронной матрицей инфракрасный фильтр позволяет отсекалть волны инфракрасного излучения, идущего от окружающей среды, что снижает спектральную зашумленность электронной матрицы, к ним чувствительной, в дневном режиме, при работе с цветным изображением. В то же время чувствительность электронной матрицы к электромагнитным волнам инфракрасного спектра с $\lambda = 780...940$ нм позволяет в темное время суток и естественном ночном освещении $5 \times 10^{-3}...5 \times 10^{-4}$ лк уверенно улавливать инфракрасное излучение. Для этого встроенный автоматический датчик освещенности дает сигнал на открытие инфракрасного фильтра и переключает работу системы в режим монохромного изображения с ночным видением. Это решает проблему, указанную во втором пункте, т.е. зависимости прибора от времени суток и степени освещенности, что делает прибор универсальным и не требует парного использования.

Разрабатываемый прибор, в целях обеспечения первых трёх пунктов вышеперечисленных требований, необходимо делать на базе низкоуровневой камеры с матричным сенсором для приема внешнего изображения и жидкокристаллических дисплеев для его отображения.

Матрицы бывают следующих типов.

Матрица ССД – микросхема, состоящая из светочувствительных фотодиодов и создан-

ная на кремниевой основе. В основе работы лежит принцип действия прибора с зарядовой связью. ССД матрицы были изобретены в 1969 г. и первоначально использовались как устройство памяти, но способность устройства получить заряд благодаря фотоэлектрическому эффекту, сделала применение матрицы основным именно в этом направлении.

Матрица КМОП (комплементарный металл-оксид-полупроводник). Эта технология использует транзисторы и отличается малым энергопотреблением. Микросхемы комплементарного металла-оксида-полупроводника были выпущены ещё в 1968 году и вначале нашли применение в калькуляторах, электронных часах и в тех устройствах, где энергопотребление было критичным.

Принципиальное различие между ними лежит не в способе накопления заряда, а в способе передачи накопленного заряда на устройства.

В ССД матрице заряд передается последовательно – из ячейки в ячейку по вертикальным сдвиговым регистрам (столбцам), а затем в горизонтальный сдвиговый регистр (строку). Все зарядовые пакеты (с каждой ячейки) считываются последовательно и затем преобразуются в напряжение в единой электронной схеме. Фокусное расстояние – это расстояние от центра объектива фотоаппарата до светочувствительного элемента, т.е. матрицы. Фокусное расстояние указывается в миллиметрах и определяет угол зрения. Более широкий угол обеспечивается меньшим фокусным расстоянием. И наоборот – чем фокусное расстояние больше, тем меньше угол зрения объектива. Нормальный же угол зрения видеокамеры эквивалентен углу зрения человека, при этом фокусное расстояние пропорционально размеру диагонали матрицы ПЗС. Исходя из выше сказанного, объективы принято делить на нормальные, короткофокусные и длиннофокусные. Рисунок 3 отображает структуры этих двух типов матриц.

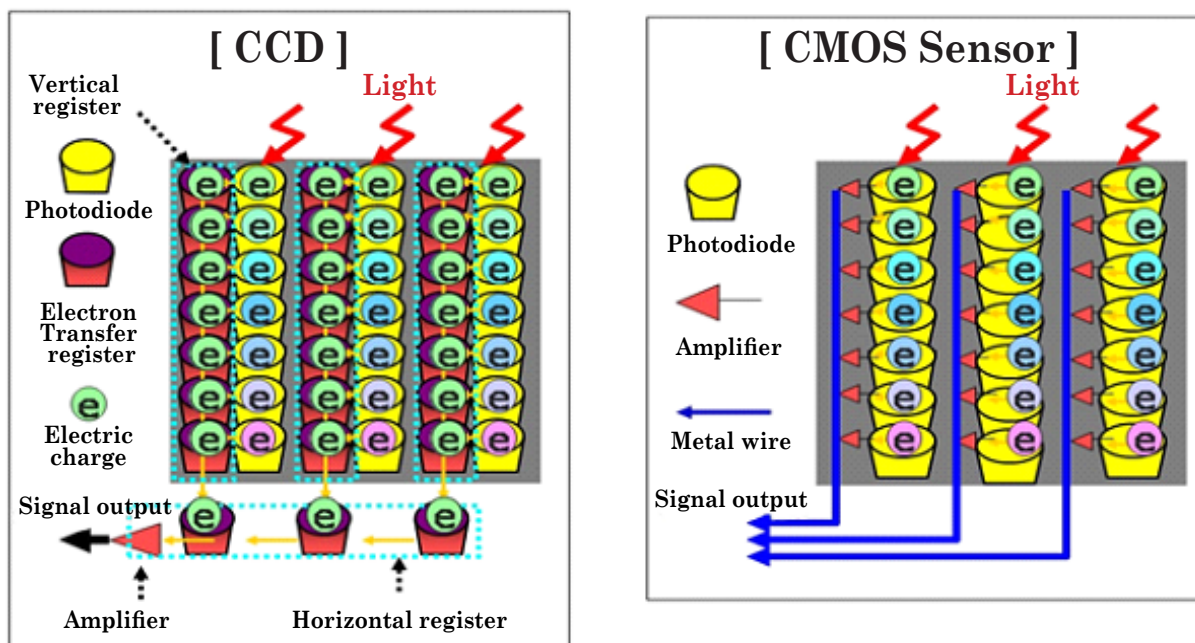


Рис. 3. CCD-матрица CMOS-матрица

Преимущества ССД-матриц:

- низкий уровень шума;
- высокая чувствительность;
- высокий коэффициент заполнения пикселей (приближается к 100%);
- высокая эффективность: отношение числа зарегистрированных фотонов к числу попавших на светочувствительную область ССД-матрицы приближается к 95 %.

Недостатки матриц типа ССД:

- сложная схема считывания сигнала (а значит, сложная технология в целом);
- высокое энергопотребление;
- высокая стоимость производства.

Преимущества КМОП-матриц:

- высокое быстродействие (достигает 500 кадров/с);
- низкое энергопотребление (практически в 100 раз ниже, чем ССД);
- перспективность технологии: на этом же кристалле несложно организовать дополни-

тельные схемы (аналогово-цифровые преобразователи, оперативную память, процессор – получится полноценная цифровая камера на одном кристалле);

Недостатки КМОП-матриц:

- невысокая чувствительность вследствие низкого коэффициента заполнения пикселей (эффективная поверхность пикселей составляет примерно 75 %, остальное занимают транзисторы);
- высокий уровень шума, спровоцированный «темповыми» токами, способствует усложнению технологии и повышению ее стоимости (даже при отсутствии освещения через фотодиод течет относительно высокий ток).

Исходя из решаемых задач определяем тип видеокамеры, который нужен для объекта.

Следующим этапом создания прибора является расчет конструкции, который будет описан в следующей публикации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конструкция электроспецоборудования ВГ и КМ: учебник / В.П. Пивоваров [и др.]. – Омск: ОАБИИ, 2013. – 545 с.
2. Пескин, А.Е. Системы видеонаблюдения. Основы построения и эксплуатации: Книга / А.Е. Пескин. – Горячая Линия, 2013. – 256 с.
3. Тявловский, К.Л. Системы видеонаблюдения: Методическое пособие / К.Л. Тявловский, Т.Л. Владимирова, Р.И. Воробей. – Минск: БНТУ, 2012 – 48 с.
4. Системы видеонаблюдения и инфракрасная подсветка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mirknig.su/knigi/apparatura/56055-sistemy-videonablyudeniya.html>. – Дата обращения: 30.12.2020.
5. Гуревич, М.М. «Фотометрия. Теория, методы и приборь», 2-е изд. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1983. – 272 с.

Соломин Олег Олегович – преподаватель кафедры электрооборудования и автоматики; Давыдович Антон Юрьевич – курсант; Мирончик Алексей Сергеевич – начальник отделения учебно-боевых танков базы обеспечения учебного процесса; Грязнов Алексей Сергеевич – начальник курса 2 факультета (автотехнического обеспечения). Омский автобронетанковый инженерный институт.

REFERENCES

1. Konstruktsiya elektropsoborudovaniya VG i KM: uchebnik / V.P. Pivovarov [i dr.]. – Omsk: OABII, 2013. – 545 s.
2. Peskin, A.E. Sistemy videonablyudeniya. Osnovy postroeniya i ekspluatatsii: Kniga / A.E. Peskin. – Goryachaya Liniya, 2013. – 256 s.
3. Tyavlovskiy, K.L. Sistemy videonablyudeniya: metodicheskoe posobie / K.L.Tyavlovskiy, T.L. Vladimirova, R.I. Vorobey. – Minsk: BNTU, 2012 – 48 s.
4. Sistemy videonablyudeniya i infrakrasnaya podsvetka [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://mirknig.su/knigi/apparatura/56055-sistemy-videonablyudeniya.html>. – Data obrascheniya: 30.12.2020.
5. Gurevich, M.M. «Fotometriya. Teoriya, metody i pribory», 2-e izd. – Leningrad: Energoatomizdat, 1983. – 272 s.

Solomin Oleg Olegovich – Lecturer at the Electrical Equipment and Automatics Department; Davydovich Anton Yur'evich – Cadet; Mironchik Aleksey Sergeevich – Head of the Combat Training Tanks Section at the Educational Activities Support Base; Gryaznov Aleksey Sergeevich – Regimental Commander at the Automotive and Technical Support Faculty. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute.

Статья поступила в редакцию 05.01.2021

УДК 623.438.7
ГРНТИ 78.25.10

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ МЕЛКОВОДНЫХ УЧАСТКОВ ВОДНЫХ ПРЕГРАД БТР-82А И БТР М113А3 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛАХ НАКЛОНА БЕРЕГА

А.В. Шаховцов¹, О.А. Серяков¹, М.А. Радченко¹, К.О. Серяков²

*¹Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otii@mil.ru*

*²Омский государственный университет путей сообщения
Россия, 644010, г. Омск, пр. К. Маркса 35; omgups@omgups.ru*

В данной статье проведена сравнительная оценка вероятности преодоления плавающими машинами бронетанкового вооружения мелководных участков водных преград при различных углах наклона берега. Оценка проводилась на примере основных образцов, состоящих на вооружении армии Российской Федерации (БТР-82А) и армии Соединенных Штатов Америки (БТР М113А3). Данные образцы являются наглядными представителями сочетаний основных типов сухопутного и водоходного движителей. Получены количественные результаты оценки проходимости в заданных условиях выхода на берег. Проведен анализ результатов моделирования.

Ключевые слова: плавающая машина, водная преграда, мелководный участок, выход на берег, проходимость, математическая модель, вероятность.

ASSESSMENT OF THE PROBABILITY OF OVERCOMING SHALLOW SECTIONS OF WATER BARRIERS BY BTR-82A AND BTR M113A3 AT DIFFERENT ANGLES OF THE BANK SLOPE

A.V. Shahovtsov¹, O.A. Seryakov¹, M.A. Radchenko¹, K.O. Seryakov²

*¹Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch)
of Khrulev Military Academy of Logistics
Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otii@mil.ru*

*²Omsk State Transport University
Russia, 644010, Omsk, prospekt K. Marksa, 35; omgups@omgups.ru*

The article presents a comparative assessment of the probability of overcoming shallow sections of water barriers by floating armored vehicles at different angles of the bank slope. The assessment was carried out on the example of the main models in service with the Army of the Russian Federation (BTR-82A) and with the Army of the United States of America (BTR M113A3). These samples are illustrative representatives of the combinations of the main types of land and water propulsion units. The authors obtain quantitative results of the assessment of the floatation ability under the specified conditions of exiting from water. They analyze the simulation results.

Keywords: floating vehicle, water barrier, shallow water area, exiting from water, floatation ability, mathematical model, probability.

Современный общевойсковой бой характеризуется высокой маневренностью, динамичностью, быстрыми изменениями обстановки, ведением боевых действий на широком

фронте и в высоких темпах, с частым форсированием подразделениями водных преград, которые являются серьезными естественными препятствиями для наступающих войск.

При успешном развитии наступления основным способом является форсирование водных преград с ходу, а в условиях непосредственного соприкосновения с противником на водном рубеже форсирование проводится с планомерной подготовкой [1].

При развитии наступления организация форсирования с ходу начинается, как правило, на значительном удалении от водной преграды и проводится в крайне сжатые сроки при наличии ограниченных сведений о водной преграде.

Учитывая характер ведения боевых действий, плавающие машины бронетанкового вооружения (ПМ БТВ) обычно применяются разведывательными, мотострелковыми подразделениями и подразделениями морской пехоты, так как действия этих подразделений отличаются быстротой выдвижения к урезу воды, стремительностью переправы и высокими темпами наступления на противоположном берегу, обладают способностью входить в воду, преодолевать водную преграду и выходить из воды.

Вход в воду и выход из воды имеют общую характерную особенность – это одновременное взаимодействие машины с водой и грунтом, в частности, одновременная работа сухопутного и водородного движителей или одновременное взаимодействие сухопутного движителя с грунтом и водой, если водородный движитель отсутствует. Такой режим движения возможен и на самом водном участке при недостаточной для полного всплытия глубине, а также в поймах рек и на прочих обводненных участках местности [2].

Опыт эксплуатации и экспериментальные исследования [3, 4] плавающих машин показывают, что в большинстве случаев водный участок становится непреодолимым препятствием из-за невозможности машин войти в воду и особенно выйти на неподготовленный берег прибрежной морской акватории.

Таким образом, при оценке проходимости ПМ БТВ на мелководных участках водных преград целесообразно использовать показатели, которые дают возможность сравнивать машины друг с другом и показывать достиг-

нутый технический уровень развития машин. К такому показателю можно отнести вероятность незастревания машины при выходе из воды на берег.

В данной статье проведена оценка вероятности преодоления мелководных участков водных преград ПМ БТВ при различных углах наклона берега.

Моделирование процесса выхода машины из воды на берег осуществлено с помощью математической модели [5], реализованной в виде программы расчета для ЭВМ [6].

Для проведения оценки выбраны современные отечественный и иностранный образцы ПМ БТВ: БТР-82А (Российская Федерация) и БТР М113А3 (Соединенные Штаты Америки). Выбор именно этих образцов объясняется тем, что они являются наглядными представителями сочетаний основных типов сухопутного и водородного движителей, что немаловажно для оценки.

Краткая характеристика исследуемых образцов

БТР-82А оснащен четырехтактным дизельным двигателем. Трансмиссия машины механическая с пятиступенчатой коробкой передач, двухступенчатой раздаточной коробкой, четырьмя разнесенными главными передачами. Подвеска машины независимая, торсионная. Колесный движитель с шинами регулируемого давления, колесная формула 8×8, четыре передних колеса – управляемые. Машина имеет один водометный движитель, привод которого зависимый, осуществляется от раздаточной коробки. Управление машиной на плаву осуществляется путем изменения направления выброса струи с помощью двух спаренных поворотных рулей, расположенных в выходном сечении водовода, а также поворотом управляемых колес. Основное средство водооткачки эжекционного типа.

БТР М113А3 оснащен четырехтактным дизельным двигателем с турбонаддувом. Гидромеханическая трансмиссия, сочлененная с механической коробкой передач, обеспечивает движение вперед на шести передачах и назад на одной. Подвеска машины индивидуальная торсионная. Водометных движителей машина не имеет, движение по водной поверхности осуществляется за счет перематывания гусениц.

Исходные данные по образцам ПМ БТВ

подготовлены с использованием таблиц технических характеристик [7] и результатов натуральных измерений [3]. Они приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета вероятности выхода на берег

Наименование параметра	Размерность	БТР-82А	БТР М113А3
Вес машины	кН	157	128
Средняя осадка по корпусу	м	1,05	1,25
Ширина корпуса	м	2,99	2,69
Мощность двигателя	кВт	221	202
Коэффициент распределения мощности на ВД	-	0,55	-
Ширина гусеницы	м	-	0,38
Длина опорной поверхности	м	-	3,25
Число опорных катков на борт	-	-	5
Диаметр опорного катка	м	-	0,61
Шаг трака гусеницы	м	-	0,15
Сила тяги ВД на швартовах	кН	10,2	-
Скорость на плаву при волнении 3 балла	км/ч	7,6	4,0
Коэффициент сцепления СД с намывным песком	-	0,40	0,50
Коэффициент сопротивления намывного песка движению ПМ	-	0,13	0,15
Угол наклона берега	град.	5–20	5–20

Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета вероятности выхода ПМ БТВ из воды на берег

Наименование показателя	БТР-82А				БТР М113А3			
	5°	10°	15°	20°	5°	10°	15°	20°
Вероятность незастревания в начале выхода	0,99	0,97	0,74	0,25	0,99	0,89	0,50	0,08

Вероятность незастревания в конце выхода	0,99	0,90	0,51	0,10	1,0	0,99	0,87	0,42
Вероятность выхода машины из воды на берег	0,99	0,90	0,51	0,10	0,99	0,89	0,50	0,08

Анализ результатов моделирования показывает, что при угле наклона берега 5–10° вероятность выхода из воды на берег сравниваемых образцов ПМ БТВ довольно высока и находится в пределах 0,89...0,99.

При угле наклона берега 15° БТР-82А в начале выхода имеет достаточно высокую вероятность незастревания – 0,74, так как оснащен водходным движителем, создающим силу тяги, не связанную с грунтом. Однако в конце выхода, когда водомет прекращают свою работу из-за оголения заборных отверстий водоводов, а колесный движитель не обеспечивает достаточной тяги по сцеплению на грунте с низкой несущей способностью, вероятность значительно снижается и составляет 0,51. Вероятность незастревания БТР М113А3 в начале выхода равна 0,5. Это объясняется тем, что БТР М113А3 не имеет специального водходного движителя, а сила тяги гусеничного движителя в начале выхода на берег значительно ниже суммарной тяги движителей машин, имеющих водометы. В конце выхода вероятность возрастает до 0,87.

В данных расчетных вариантах моделирования процесса выхода машин из воды на

берег тяга сухопутных движителей была ограничена по сцеплению с грунтом.

При угле наклона берега 20° применение БТР-82А и БТР М113А3 нецелесообразно, так как вероятность выхода находится в пределах 0,08...0,10.

Выводы:

1. Проведена количественная оценка проходимости БТР-82А и БТР М113А3 при выходе из воды на берег. По результатам моделирования можно сделать вывод о нецелесообразности использования при форсировании водной преграды с углом наклона берега более 10° плавающих машин с колесным движителем (вероятность выхода БТР-82А составляет 0,51), а также гусеничных машин, не имеющих специального водходного движителя (вероятность выхода на берег БТР М113А3 равна 0,50).

2. С помощью программы для ЭВМ [6] можно оценивать вероятность преодоления мелководных участков водных преград плавающими машинами бронетанкового вооружения с различным сочетанием сухопутного и водходного движителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крят, В.М. Методика оценки водных преград / В.М. Крят. – Москва: Воениздат, 1978. – 176 с.
2. Степанов, А.П. Проектирование амфибийных машин / А.П. Степанов. – Москва: Мегалион, 2007. – 420 с.
3. Результаты сравнительных испытаний БТ техники в морских условиях: отчет / Исполнители: В.Н. Талалаев, И.П. Гулько, А.В. Ближниченко. Инв. № 1635. – Кубинка: 38 НИИ МО РФ, 1978. – 124 с.
4. Концепция боевой плавающей машины морской пехоты: отчет о НИР, шифр «Концепция» / Отв. исполнитель О.А. Серяков. Инв. № 2519. – Омск: ОТИИ, 2010. – 100 с.

REFERENCES

1. Kryat, V.M. Metodika otsenki vodnyh pregrad / V.M. Kryat. – Moskva: Voenizdat, 1978. – 176 s.
2. Stepanov, A.P. Proektirovanie amfibiynnyh mashin / A.P. Stepanov. – Moskva: Megalion, 2007. – 420 s.
3. Rezul'taty sravnitel'nykh ispytaniy BT tehniki v morskikh usloviyah: otchet / Ispolniteli V.N. Talalaev, I.P. Gul'ko, A.V. Bliznichenko. Inv. № 1635. – Kubinka: 38 NIIP MO RF, 1978. – 124 s.
4. Kontseptsiya boevoy plavayuschey mashiny morskoy pehoty: otchet o NIR, shifr «Kontseptsiya» / Otv. ispolnitel' O.A. Seryakov. Inv. № 2519. – Omsk: OTII, 2010. – 100 s.

5. Серяков, О.А. Вероятностная математическая модель в задачах оценки проходимости амфибиями мелководной зоны: статья / О.А. Серяков, А.В. Шаховцов, К.О. Серяков / Наука и военная безопасность. – 2019. – № 3 (18). – С. 46–52.

6. Программа расчета вероятности преодоления плавающей машиной бронетанкового вооружения мелководного участка водной преграды / А.В. Шаховцов и др. – Москва: Реестр программ для ЭВМ, свидетельство о государственной регистрации от 13.01.2021 № 2021610853.

7. Холявский, Г.Л. Энциклопедия бронетехники. Гусеничные боевые машины, 1919–2000 гг. / Г.Л. Холявский – Мн.: ООО «Харвест», 2001. – 656 с.

5. Seryakov, O.A. Veroyatnostnaya matematicheskaya model' v zadachah otsenki prohodimosti amfibiymi melkovodnoy zony: stat'ya / O.A. Seryakov, A.V. Shahovtsov, K.O. Seryakov / Nauka i voennaya bezopasnost'. – 2019. – № 3 (18). – S. 46–52.

6. Programma rascheta veroyatnosti preodoleniya plavayushey mashinoy bronetankovogo vooruzheniya melkovodnogo uchastka vodnoy pregrady / A.V. Shahovtsov i dr. – Moskva: Reestr programm dlya EVM, svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii ot 13.01.2021 № 2021610853.

7. Holyavskiy, G.L. Entsiklopediya bronetehniki. Gusenichnye boevye mashiny, 1919–2000 gg. / G.L. Holyavskiy – Mн.: ООО «Harvest», 2001. – 656 s.

Шаховцов Алексей Владимирович – адъюнкт кафедры боевых гусеничных, колесных машин и военных автомобилей; Серяков Олег Александрович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры боевых гусеничных, колесных машин и военных автомобилей; Радченко Михаил Анатольевич – начальник учебно-методического отдела. Омский автобронетанковый инженерный институт; Серяков Кирилл Олегович – студент. Омский государственный университет путей сообщения.

Shahovtsov Aleksey Vladimirovich – Postgraduate of the Combat Tracked, Wheeled Carriers and Military Vehicles Department; Seryakov Oleg Aleksandrovich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor, Associate Professor of the Combat Tracked, Wheeled Carriers and Military Vehicles Department; Radchenko Mihail Anatol'evich – Head of the Curriculum & Instruction Department. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute; Seryakov Kirill Olegovich – Student. Omsk State Transport University.

Статья поступила в редакцию 09.03.2021

УДК 62-514.5
ГРНТИ 55.43.41

ПОВЫШЕНИЕ МАНЁВРЕННОСТИ БАЗОВЫХ КОЛЕСНЫХ ШАССИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ КОНСТРУКЦИИ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

С.А. Дерюженко¹, С.В. Ушнурцев¹, В.Ю. Усиков¹, А.В. Келлер²

*¹Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otii@mil.ru*

*²ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
Россия, 125319, г. Москва, ул. Ленинградский пр-т, д. 64, andreikeller@rambler.ru*

В статье проведен анализ научных разработок, предназначенных для повышения такого эксплуатационного свойства, как манёвренность базовых колесных шасси, реализуемого за счет конструкции рулевого управления, а также предложен авторский вариант, направленный на её повышение.

Ключевые слова: базовое колесное шасси, манёвренность, рулевое управление.

IMPROVING THE MANEUVERABILITY OF THE BASE WHEEL CHASSIS BY DESIGN DEVELOPMENT OF THE STEERING SYSTEM

S.A. Deryuzhenko¹, S.V. Ushnurtsev¹, V.Yu. Usikov¹, A.V. Keller²

*¹Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch)
of Khrulev Military Academy of Logistics
Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otii@mil.ru*

*²FGBOU VO "Moscow Automobile and Highway State Technical University"
Russia, 125319, Moscow, Leningradskiy prospekt, d. 64, andreikeller@rambler.ru*

The article analyzes the scientific developments for improving such an operational property as the maneuverability of the base wheel chassis, implemented due to the steering design. The authors propose a version aimed at improving maneuverability of the base wheel chassis.

Keywords: base wheel chassis, maneuverability, steering system.

Введение

Одним из эксплуатационных свойств любого колесного транспортного средства, связанного с движением, является манёвренность, которая заключается в возможности осуществлять поворот (разворот, маневрирование) на минимальной площади и в дорожных габаритах. В свою очередь, на манёвренность напрямую влияет рулевое управ-

ление, представляющее собой совокупность устройств, предназначенных для изменения и поддержания направления движения [1].

Кроме общих технических требований, предъявляемых к конструкции рулевого управления, к нему предъявляются специальные требования, в соответствии с которыми оно должно обеспечивать:

– минимальный радиус поворота для обе-

спечения высокой манёвренности;

- лёгкость управления;
- пропорциональность между усилием на рулевом колесе и сопротивлением повороту управляемых колес (силовое следящее действие);
- соответствие между углами поворота рулевого колеса и управляемых колес (кинематическое следящее действие);
- минимальную передачу толчков и ударов на рулевое колесо от дорожных неровностей;
- предотвращение автоколебаний управляемых колес вокруг осей поворота [2].

Несмотря на имеющийся большой задел в направлении совершенствования конструкций рулевого управления, интеграции электронных систем, например, таких как «Электронный руль DAS (Direct Adaptive Steering)» и др., вопрос о наиболее простой и функциональной конструкции рулевого управления остается открытым, особенно в отношении многоосных колесных шасси [3].

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод о необходимости дальнейшего совершенствования конструкции рулевого управления, включая автоматизацию его работы с учетом внешних факторов, оказывающих воздействие на манёвренность базового колесного шасси.

Основная часть

Для решения задачи повышения манёвренности базовых колесных шасси при движении в условиях недостаточной площади для совершения манёвра (поворота, разворота и т.д.) ранее предлагался ряд технических решений, направленных на совершенствование конструкции рулевого управления.

Например, техническое решение «Система рулевого управления колесами мостов самоходной машины», разработанное Черняковым Ю.Ф., защищенное патентом Российской Федерации на изобретение № 2464194, опубликованное 20.10.2012 года, бюллетень № 29 (рис. 1).

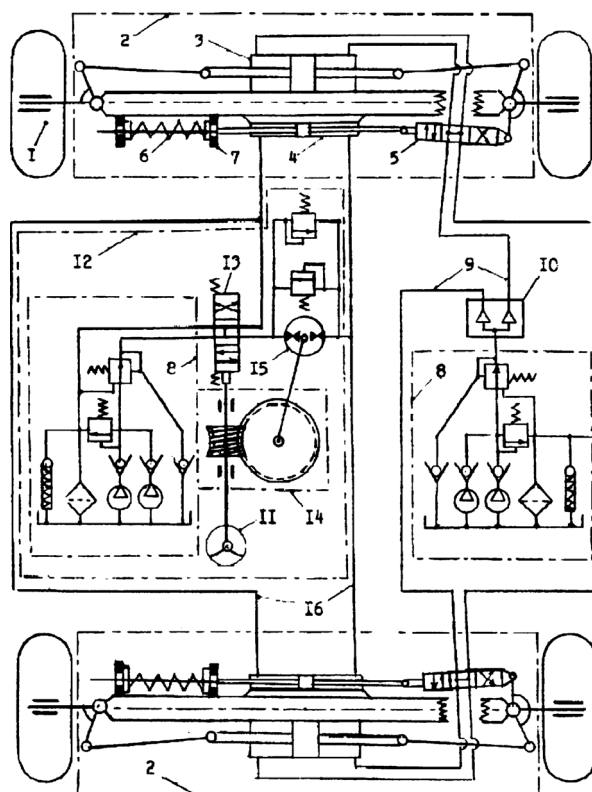


Рис. 1. Система рулевого управления колесами мостов самоходной машины

- 1 – поворотные колеса; 2 – гидроусилитель руля; 3 – первый гидроцилиндр; 4 – второй гидроцилиндр;
- 5 – гидроусилитель поворота колес; 6 – центрирующая пороговая пружина; 7 – рычаг поворота колеса;
- 8 – насосная станция; 9 – делитель потока; 10 – дистанционные маслопроводы;
- 11 – звенья прямой и обратной связи руля; 12 – гидроусилитель руля; 16 – дистанционные маслопроводы

Задачей и техническим результатом изобретения является рулевое управление колесами всех мостов поворотных колес двухосной и многоосной машины.

Сущность технического решения заключается в том, что система содержит отдельный для каждого моста поворотных колес гидросилитель, звенья прямой и обратной связи руля с поворотными колесами, дистанционные маслопроводы, сообщающие гидросилитель руля с отдельным для каждого моста поворотных колес гидросилителем поворота колес, причем данный гидросилитель содержит первый гидроцилиндр, чья подвижная часть связана шарнирно с рычагом поворота колеса, а полости сообщены с управляющими каналами гидрораспределителя, входной и выходной каналы которого сообщены маслопроводами с насосной станцией, с делителем потока, через корпус и золотник гидрораспределитель связывает поворотное колесо с центрирующей пороговой пружиной и со вторым гидроцилиндром, чьи полости сообщены с гидросилителем руля дистанционными маслопроводами.

Благодаря таким признакам поворотные колеса всех мостов поворачивают согласованно между собой в соответствии с заданным рулем радиусом поворота [4].

Недостатками данной системы являются невысокая надежность конструкции и малый эксплуатационный ресурс. Это обусловлено, прежде всего, сложностью конструкции, а также наличием большого числа гидравлических элементов, жестко связанных с механическими подвижными звеньями, которые, в свою очередь, по причине восприятия больших поворотных моментов, способны преждевремен-

но выводить из строя менее восприимчивые, гидравлические детали.

Техническое решение «Система рулевого управления колесной машины», разработанное авторами: Пестовым О.В., Стародубцовым А.В. [и др.], защищенное патентом Российской Федерации на изобретение № 2198811, опубликовано 20.02.2003, бюллетень № 5 (рис. 2) [5].

Повышение эффективности достигается тем, что система, включающая рулевой механизм, рулевой привод, продольную тягу 15 и гидросилитель поворота передних управляемых колес 11 с гидромагистралями 13 к золотнику 9 передних управления поворотом передних управляемых колес, снабжена вторым рулевым колесом 2, расположенным под первым 1 и имеющим свой рулевой механизм с рулевой сошкой, продольной рулевой тягой 16 поворота задних управляемых колес, золотником управления поворотом задних управляемых колес 10 с гидромагистралями 14 к гидросилителю поворота задних управляемых колес 12, двумя рулевыми трапециями задних управляемых колес 17 с возможностью поворота задних управляемых колес независимо от поворота передних управляемых колес.

Недостатками этой системы являются сложность предлагаемой конструкции и как следствие сложность управления колесной машиной при движении по криволинейному маршруту (при вхождении в поворот, совершении маневра на ограниченной площади и т.д.). Это обусловлено наличием второго руля, расположенного под основным, при помощи которого происходит управление ведущими колесами задней тележки.

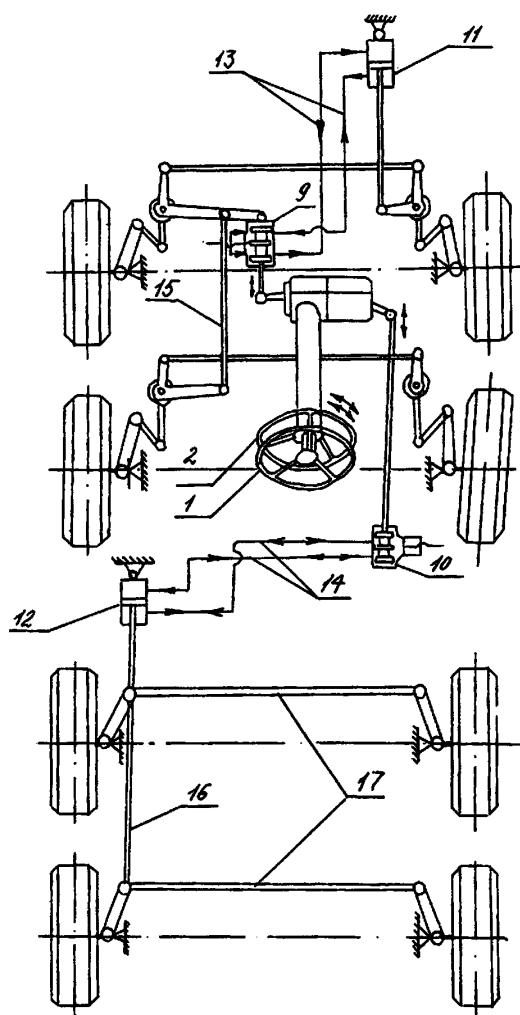


Рис. 2. Система рулевого управления колесной машины

- 1 – первое рулевое колесо; 2 – второе рулевое колесо;
 9 – золотник передних управления поворотом передних управляемых колес; 10 – задние управляемые колеса;
 11 – гидроусилитель поворота передних управляемых колес;
 12 – гидроусилитель поворота задних управляемых колес; 13 – гидромагистраль; 14 – гидромагистраль;
 15 – продольная тяга; 16 – продольная рулевая тяга; 17 – две рулевых трапеции задних управляемых колес

Задача повышения манёвренности и надёжности конструкции рулевого управления базового колесного шасси может быть решена оптимизацией конструкции посредством исключения излишних гидравлических (пневматических) элементов и применением дополнительной продольной рулевой тяги переменной жёсткости, передающей управляющее воздействие от рулевого колеса, и дополнительных рулевых трапеций с фиксирующей стопорной тягой.

Технический результат предлагаемой конструкции рулевого управления достигается тем, что управляющее воздействие передается от единого рулевого колеса через штатные гидроусилитель на гидроцилиндры левого и правого бортов, а затем на рулевые тяги ведущих колес первого и второго мостов.

Предлагаемый вариант исполнения рулевого управления многоосной колесной машины высокой проходимости [6] представлен на рисунке 3.

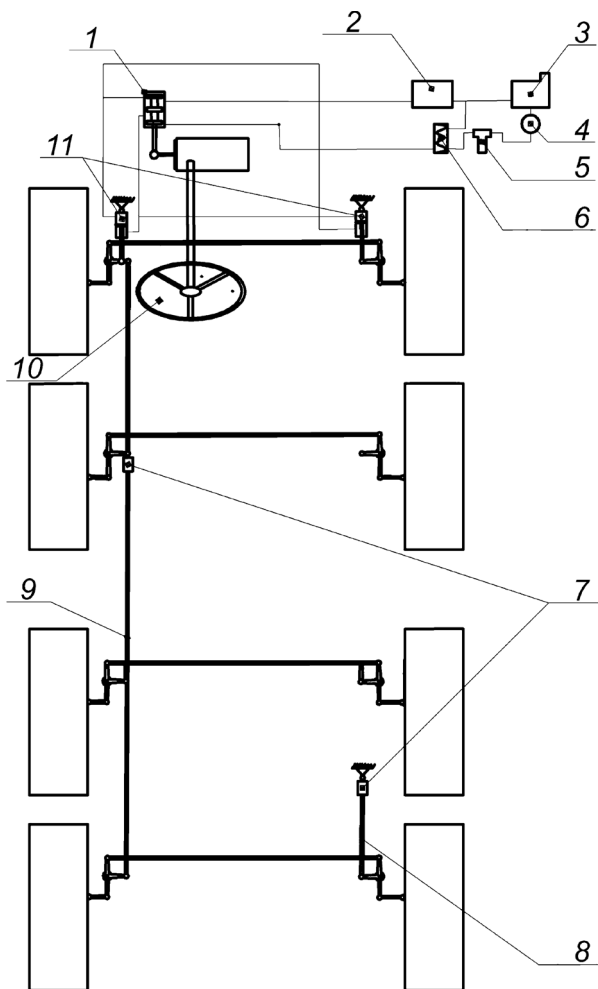


Рис. 3. Рулевое управление многоосной колесной машины высокой проходимости

1 – клапан гидроусилителя руля; 2 – гидрораспределитель; 3 – бачок; 4 – гидронасос; 5 – фильтр; 6 – предохранительный клапан; 7 – электромагнитные замки; 8 – стопорная тяга переменной жёсткости; 9 – продольная тяга переменной жёсткости; 10 – рулевое колесо; 11 – гидроцилиндр

При необходимости задействования ведущих колес третьего и четвертого мостов в режиме управления при помощи электромагнитных замков происходит блокировка продольной тяги переменной жёсткости, соединяющей рулевую трапецию второго моста с рулевыми трапециями третьего и четвертого мостов. Одновременно происходит разблокирование стопорной тяги переменной жёсткости, фиксирующей рулевые трапеции третьего и четвертого мостов. В данном случае сократится минимальный радиус поворота и повысится маневренность. При отключении электромагнитных замков происходит разблокировка продольной тяги переменной жёсткости с одновременной блокировкой стопорной тяги, что позволяет отключить управление

рулевыми трапециями третьего и четвертого мостов, с фиксацией их в положении, соответствующем прямолинейному движению [4].

Благодаря наличию дополнительной продольной рулевой тяги переменной жёсткости, передающей управляющее воздействие от рулевого колеса, и дополнительных рулевых трапеций с фиксирующей стопорной тягой появляется возможность управления ведущими колесами третьего и четвертого мостов для повышения маневренности.

Применение предлагаемого рулевого управления на многоосной колесной машине высокой проходимости позволит исключить излишние гидравлические (пневматические) элементы конструкции, при этом обеспечив сокращение среднего радиуса поворота и по-

вышение маневренности.

Предлагаемое устройство содержит: клапан гидроусилителя руля; гидрораспределитель; бачок; гидронасос; фильтр; предохранительный клапан; электромагнитные замки; стопорную тягу переменной жёсткости; продольную тягу переменной жёсткости; рулевое колесо; гидроцилиндры.

Рулевое управление многоосной колесной машины высокой проходимости работает следующим образом: в случае прямолинейного движения управляющее воздействие передается от рулевого колеса через гидравлическую систему (совокупность элементов: клапан гидроусилителя руля; гидрораспределитель; бачок; гидронасос; фильтр; предохранительный клапан; гидроцилиндры) на исполнительные механизмы (гидроцилиндры) в зависимости от траектории движения на правый или левый. При этом происходит поворот ведущих управляемых колес первого и второго мостов, пропорциональный повороту рулевого колеса. В данном случае ведущие управляемые колеса первого моста поворачиваются на больший угол, а ведущие управляемые колеса второго моста – на меньший угол соответственно.

При движении в стеснённых условиях, для совершения поворота малого радиуса, водитель из кабины приводит в работу электромагнитные замки, которые производят блокировку продольной тяги переменной жёсткости и разблокировку стопорной тяги переменной

жёсткости, тем самым обеспечив управление колёсами третьего и четвертого мостов. В таком случае управляющее воздействие передается от рулевого колеса через гидравлическую систему (совокупность элементов: клапан гидроусилителя руля; гидрораспределитель; бачок; гидронасос; фильтр; предохранительный клапан; гидроцилиндры) на исполнительные механизмы (гидроцилиндры) в зависимости от траектории движения на правый или левый, а дальше – на рулевые тяги ведущих колес переднего моста и через электромагнитные замки на продольную тягу переменной жёсткости и стопорную тягу переменной жёсткости управляемых ведущих колес задних мостов.

В случае необходимости электромагнитные замки отключаются водителем, и колесная машина продолжает движение с поворачивающимися ведущими колесами передних мостов. Применение полезной модели позволит исключить излишние гидравлические (пневматические) элементы конструкции, при этом обеспечив сокращение среднего радиуса поворота и повышение мобильности.

Заключение

Использование предлагаемого технического решения позволяет повысить маневренность базовых колесных шасси путем передачи управляющего воздействия от рулевого колеса посредством дополнительных рулевых тяг переменной жёсткости ведущими колесами задних мостов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вахламов, В.К. Конструкция, расчёт и эксплуатационные свойства автомобилей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В.К. Вахламов. – Москва: Издательский центр «Академия», 2007. – 560 с.
2. Конструкция многоцелевых гусеничных и колесных машин: учебник для студентов высших учебных заведений / Гладов Г.И. [и др.]; под ред. Г.И. Гладова. – Москва: Изд-й центр «Академия», 2010. – 400 с.
3. Жигунов, И.В. Современные тенденции развития рулевого управления / И.В. Жигунов, М.Ю. Карелина // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2014. – № 2. – С. 168–172.

REFERENCES

1. Vahlamov, V.K. Konstruktsiya, raschet i ekspluatatsionnye svoystva avtomobiley: uchebnoe posobie dlya studentov vysshih uchebnyh zavedeniy / V.K. Vahlamov. – Moskva: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2007. – 560 s.
2. Konstruktsiya mnogotselovykh gusenichnykh i kolesnykh mashin: uchebnik dlya studentov vysshih uchebnyh zavedeniy / Gladov G.I. [i dr.]; pod red. G.I. Gladova. – Moskva: Izd-y tsentr «Akademiya», 2010. – 400 s.
3. Zhigunov, I.V. Sovremennye tendentsii razvitiya rulevogo upravleniya / I.V. Zhigunov, M.Yu. Karelina // Avtomatizirovannoe proektirovanie v mashinostroenii. – 2014. – № 2. – S. 168–172.

4. Патент на изобретение № 2464194 РФ, МПК B62D 5/06. Система рулевого управления колесами мостов самоходной машины / Черняков Ю.Ф. Заявка № 2011123314/11; заявл. 08.06.2011; опубл. 20.10.2012, Бюл. № 29.

5. Патент на изобретение № 2198811 РФ, МПК B62D 7/14. Система рулевого управления колесной машины / Пестов О.В., Стародубов А.В. [и др.]. Заявка № 2001113916/28; заявл. 25.05.2001; опубл. 20.02.2003, Бюл. № 5.

6. Патент на полезную модель № 202116, МПК B62D 7/14. Рулевое управление многоосной колесной машины высокой проходимости / Келлер А.В., Ушнурцев С.В., Дерюженко С.А., Усиков В.Ю. [и др.]. Заявка № 2020133712/17; заявл. 14.10.2020; опубл. 02.02.2021, Бюл. № 4.

Дерюженко Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры боевых гусеничных, колесных машин и военных автомобилей; Ушнурцев Станислав Владимирович – кандидат технических наук, докторант кафедры боевых гусеничных, колесных машин и военных автомобилей; Усиков Виталий Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры боевых гусеничных, колесных машин и военных автомобилей. Омский автобронетанковый инженерный институт. Келлер Андрей Владимирович – доктор технических наук, профессор, врио ректора. ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».

4. Patent na izobretenie № 2464194 RF, MPK B62D 5/06. Sistema rulevogo upravleniya kolesami mostov samohodnoy mashiny / Chernyakov Yu.F. Zayavka № 2011123314/11; zayavl. 08.06.2011; opubl. 20.10.2012, Byul. № 29.

5. Patent na izobretenie № 2198811 RF, MPK B62D 7/14. Sistema rulevogo upravleniya kolesnoy mashiny / Pestov O.V., Starodubov A.V. [i dr.]. Zayavka № 2001113916/28; zayavl. 25.05.2001; opubl. 20.02.2003, Byul. № 5.

6. Patent na poleznuyu model' № 202116, MPK B62D 7/14. Rulevoe upravlenie mnogoosnoy kolesnoy mashiny vysokoy prohodimosti / Keller A.V., Ushnurtsev S.V., Deryuzhenko S.A., Usikov V.Yu. [i dr.]. Zayavka № 2020133712/17; zayavl. 14.10.2020; opubl. 02.02.2021, Byul. № 4.

Deryuzhenko Sergey Anatol'evich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor, Associate Professor at the Combat Tracked, Wheeled Carriers and Military Vehicles Department; Ushnurtsev Stanislav Vladimirovich – Cand. Sc. {Engineering}, Postdoctoral Student at the Combat Tracked, Wheeled Carriers and Military Vehicles Department; Usikov Vitaliy Yur'evich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor at the Combat Tracked, Wheeled Carriers and Military Vehicles Department. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute. Keller Andrey Vladimirovich – Doctor of Engineering, Professor, Temporarily Acting Rector. FGBOU VO "Moscow Automobile and Highway State Technical University".

Статья поступила в редакцию 10.03.2021

УДК 656.135.073
ГРНТИ 30.01.21

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ СИЛЫ НА СТЕНДЕ ОСМ-8ЛР-09

С.Ф. Подшивалов, И.И. Привалов, О.А. Вдовикина, Н.В. Комолова
Филиал военной академии материально-технического обеспечения (г. Пенза)
Россия, 440005, Пенза – 5, Филиал ВА МТО (г. Пенза); pait@mil.ru

В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований по определению критической силы в сжатых стержнях по разработанной методике на стенде ОСМ-8ЛР-09. Установлено, что экспериментальная методика с применением стенда ОСМ-8ЛР-09 позволяет проводить только качественные исследования явления потери устойчивости по Эйлеру и определять примерное значение критической силы. Приведены рекомендации по усовершенствованию применяемой методики.

Ключевые слова: виды потери устойчивости, критическая сила, форма равновесия, прогиб, внецентренное сжатие, экспериментальная методика, стенд, рекомендации.

EXPERIMENTAL CRITICAL FORCE ON STENDE OSM-8LR-09

S. F. Podshivalov, I. I. Privalov, O.A. Vdovikina, N. V. Komolova
Branch of Military Academy of Logistics (Penza)
Russia, 400005, Penza-5, Branch of Military Academy of Logistics; pait@mil.ru

The article presents the experimental results on the definition of critical force in push rods using the developed technique on the stand bench OSM-8LR-09. The authors determine that the experimental method using the OSM-8LR-09 stand bench enables to conduct only qualitative researches of the phenomenon of stability loss according to Euler and evaluate the approximate critical force. They give recommendations to improve the technique.

Keywords: types of stability loss, critical force, form of balance, deflection, eccentric compression, experimental technique, stand bench, recommendations.

Введение

Одним из условий надежного расчета сжатых стержневых элементов конструкций РАВ является определение критической силы. На лабораторных занятиях по сопротивлению материалов она определяется на новой стандартной установке ОСМ-8ЛР-09, которая рекомендуется и поставляется ООО Научно-производственное предприятие «Учебная техника-Профи» и включает в себя типовой комплект учебного оборудования «Основы сопротивления материалов» ОСМ-8ЛР-09. Описание лабораторных работ [1]. Целью

лабораторной работы является определение критической силы по формуле Эйлера [2, 3].

Предмет исследования заключается в изучении методики определения критической силы на данной установке и разработке рекомендаций по усовершенствованию проведения испытаний.

Модели и методы расчета

Существуют два основных вида потери устойчивости. К первому из них относится потеря устойчивости в центрально сжатом прямолинейном стержне. Вторым видом наблюдает-

ся при внецентренном приложении нагрузки.

Основы расчета первого вида потери устойчивости разработаны Л. Эйлером и завершены Ф.С. Ясинским. Опыт показывает, что в зависимости от величины силы F потеря устойчивости может сопровождаться прямо-

линейной (рис. 1, а) или искривленной (рис. 1, б) формой равновесия. Пока нагрузка меньше некоторого критического значения, $F < F_{cr}$, стержень сохраняет первоначальную прямолинейную форму равновесия и $N = F$. (рис. 1, а).

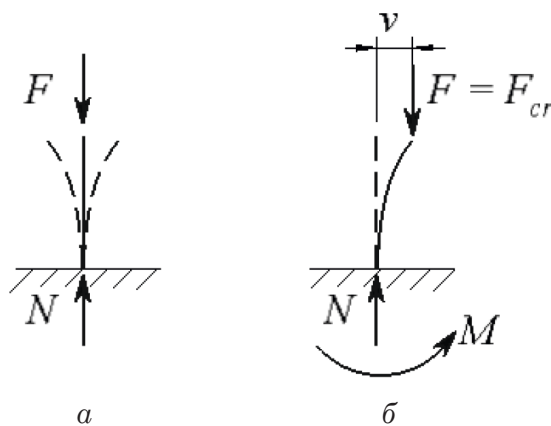


Рис.1. Формы равновесия первого вида потери устойчивости

При этом если слегка отклонить (пунктирная линия), а затем отпустить верхний конец стержня, то после нескольких колебаний он вернется в исходное положение. Следовательно, его прямолинейная форма равновесия считается устойчивой. Когда величина силы F достигнет критического значения, $F = F_{cr}$, стержень перейдет в состояние безразличного равновесия. Если теперь слегка отклонить его от прямолинейного положения, а затем отпустить, стержень останется в изогнутом состоянии (рис. 1, б). Следовательно, его прямолинейная форма равновесия оказалась неустойчивой и перешла в другую, новую «искривленную» форму равновесия. Происходит раздвоение форм равновесия – бифуркация, когда при одной и той же нагрузке, $F = F_{cr}$, наряду с прямолинейной возможно существова-

ние ее «искривленной» формы.

Потеря устойчивости приводит к качественному изменению условий равновесия – появлению изгибающего момента (рис. 1, б):

$$M = F \cdot v. \quad (1)$$

Напряжения на сжатой грани поперечного сечения образца и перемещения продольной оси стержня резко возрастают. Это может привести к разрушению стержня (даже незначительном увеличении нагрузки). Поэтому потеря устойчивости недопустима. Сила, при которой стержень теряет устойчивость, называется критической силой F_{cr} по Эйлеру. При выводе формулы F_{cr} он использовал расчетную схему, представленную на рисунке 2.

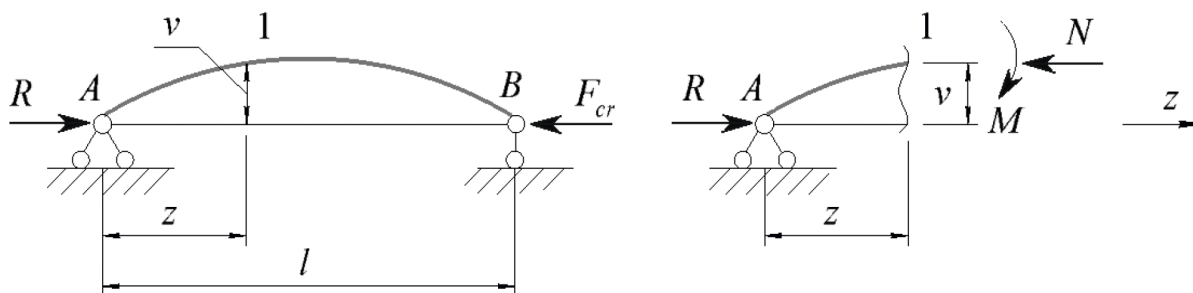


Рис. 2. Расчетная схема по Эйлеру

Основная гипотеза модели Эйлера заключается в предположении, что перемещения считаются бесконечно малыми, а горизонтальным смещением пренебрегаем. Кроме этого, он использовал приближенное уравнение изогнутой продольной оси стержня. В современном виде формула Эйлера есть:

$$F_{cr}^T = A \cdot \sigma_{cr} = A \cdot \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}. \quad (2)$$

Гибкость определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot \ell}{\min i}. \quad (3)$$

Наименьший радиус инерции находится по выражению:

$$\min i = \sqrt{\frac{\min J}{A}}. \quad (4)$$

Наименьший момент инерции равен:

$$\min J = \frac{b \cdot h^3}{12}. \quad (5)$$

Графическая интерпретация модели Эйлера показана на рисунке 3 (линия 1).

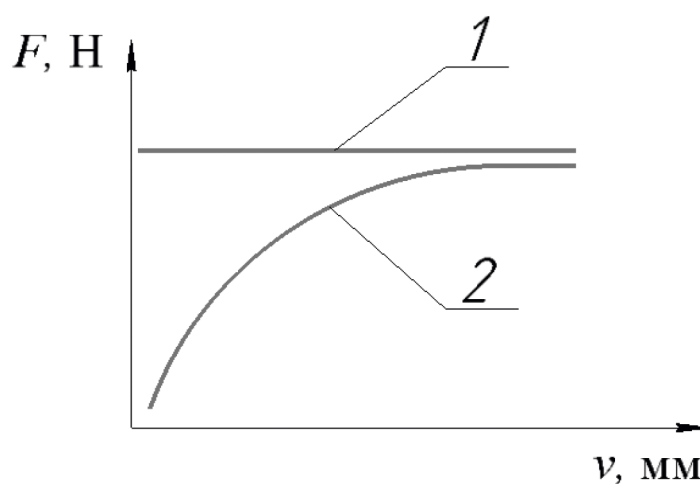


Рис. 3. Графическая интерпретация видов потери устойчивости – зависимости перемещений от силы: 1 – первый вид; 2 – второй вид

Экспериментальная методика и результаты

Практика показывает, что реализовать идеальную схему испытаний согласно рисунку 2 очень трудно [4, 5]. Поэтому разработчики стенда ОСМ-8ЛР-09 для исследования критической силы реализуют второй вид потери устойчивости со случайным малым экс-

центриситетом (рис.3), хотя это противоречит исходной постановке задачи Эйлера.

Методика определения критической силы на стенде ОСМ-8ЛР-09 заключается в следующем.

Образец для испытаний (рис. 4) устанавливается в захваты (рис.5).

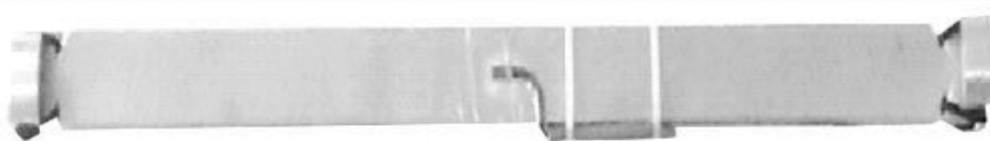


Рис. 4. Образец для испытания



Рис. 5. Стенд в сборе

При помощи двух тензодатчиков, установленных вдоль продольной оси на обеих поверхностях стержня, измеряется относительная линейная деформация [7]. Зависимость между нагрузкой и деформациями отображается на графиках (рис.6). Отметим, что увеличение сжимающих опережает рост растягивающих деформаций. В начале нагружения обе зависимости близки к линейным и уже регистрируется прогиб стержня. Далее определяется нагрузка, когда прирост относитель-

ных деформаций начинает резко опережать увеличение приложенной силы и достигает величины $600 \cdot 10^{-6}$ относительных единиц. При этом графики асимптотически приближаются к вертикальной прямой на отметке $F_{cr}^T = 1150$ Н практически без увеличения нагрузки. Следовательно, эта примерная величина и есть экспериментальная критическая сила снизу.

Результаты теоретических расчетов по формулам (2) – (5) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты теоретических расчетов

$h, \text{мм}$	$b, \text{мм}$	$l, \text{мм}$	$\min J, \text{мм}^4$	μ	$E, \text{ГПа}$	λ	$F_{cr}^T, \text{Н}$
4	20	400	106,7	1	200	348	1315

Как показали расчеты, гибкость превышает граничное ее значение 100 в несколько раз и, следовательно, применение формулы

Эйлера справедливо. Отклонение экспериментальных от теоретических данных составляет 10,2 %.

Зависимость деформаций (x_1 .ОЕ-6) от усилия (кН)

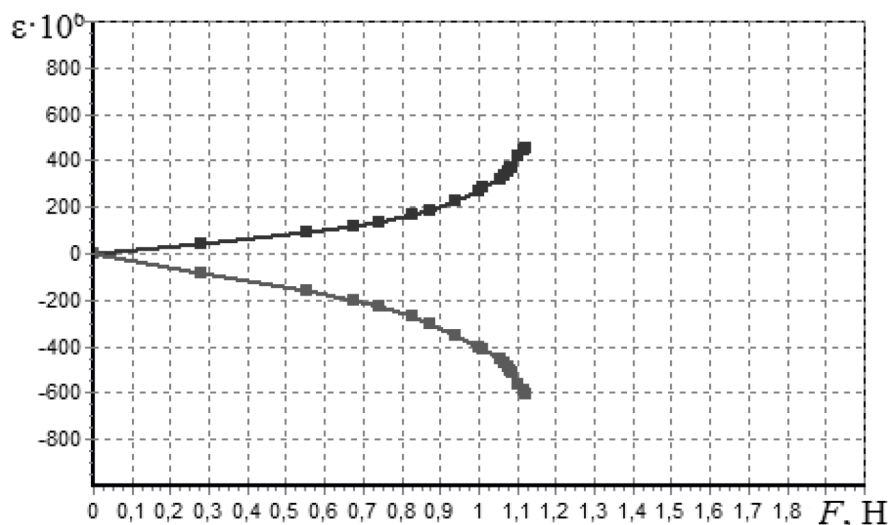


Рис. 6. Графики зависимостей относительных деформаций от силы

Таким образом, рассмотренную экспериментальную методику можно использовать, но только для качественного исследования явления потери устойчивости по Эйлеру и примерного определения критической силы.

Из анализа проведенного исследования и графиков следует, что величина перемещения при потере устойчивости незначительная, и невооруженным глазом на установке ОСМ-8ЛР-09 ее трудно увидеть, так как длина стержня маленькая. Для улучшения наглядности явления потери устойчивости следует привлекать анимацию [7]. На рисунке 7, а приведено положение стержня до приложения силы, на рис 7, б – состояние стержня при потере устойчивости по первому виду.

Выводы и рекомендации

1. После того как деформации достигнут $400 \cdot 10^{-6}$ относительных единиц, приращение нагрузки на этапе требуется уменьшить до

20 Н. Нагружение образца производить до тех пор, пока деформации не начнут резко возрастать и достигнут $500 \cdot 10^{-6}$ относительных единиц. Дальнейшее нагружение образца прекратить, поскольку оно может привести к возникновению в стержне необратимых деформаций.

2. Образец всегда имеет начальную кривизну при его изготовлении, и приложить нагрузку точно в центре тяжести его поперечного сечения на экспериментальной установке невозможно. Поэтому при установке образца в стенд ОСМ-8ЛР-09 необходимо следить, чтобы он располагался выпуклостью вверх. Тогда под действием собственного веса кривизна уменьшится, а точность испытаний увеличится. Если кривизну стержня визуально установить не удалось, то образец необходимо установить не плашмя, а наибольшим размером поперечного сечения вертикально.

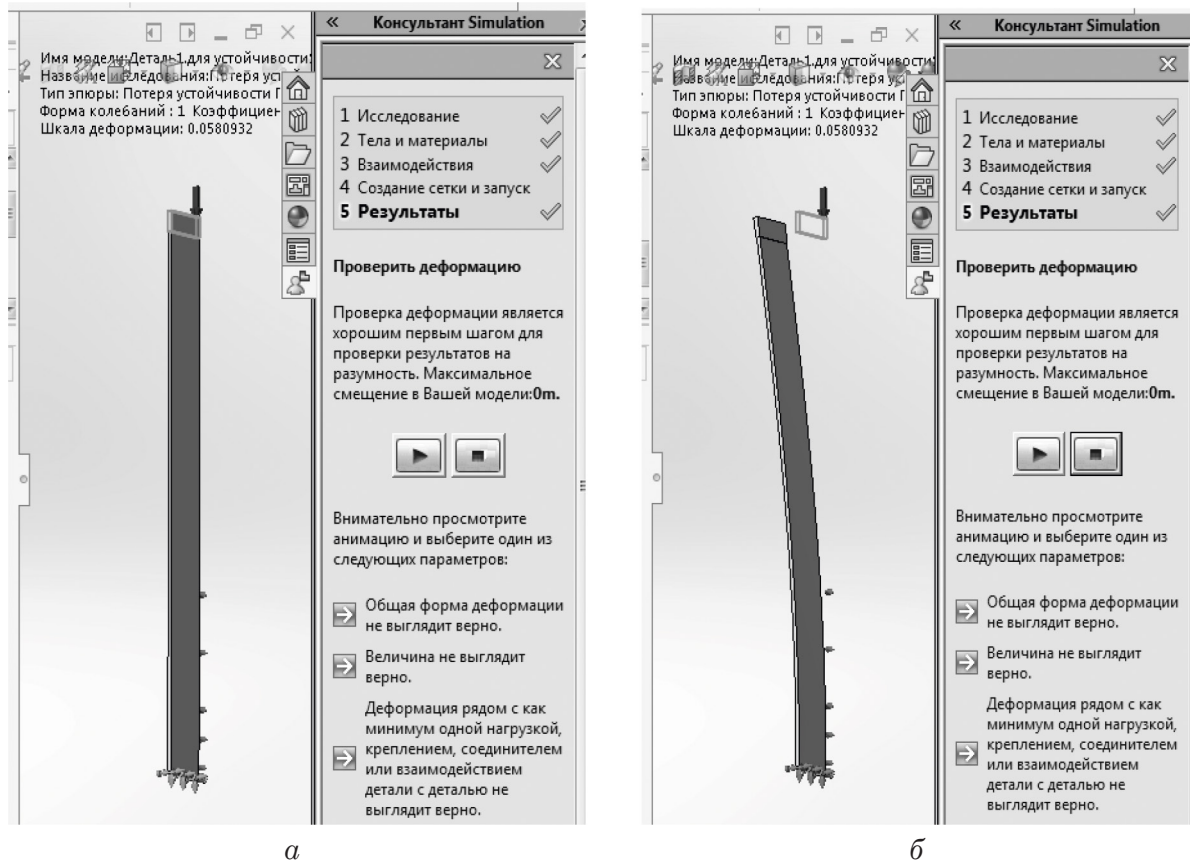


Рис. 7. Анимация явления потери устойчивости по первому виду

3. Для увеличения наглядности явления потери устойчивости необходимо использо-

вать анимацию с видеопроектора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Результаты исследования по определению модуля упругости и коэффициента Пуассона стали на стенде OSM-8LR-09 / Подшивалов С.Ф. [и др.]. – Наука и военная безопасность. – 2019. – № 2 (17). – С. 71–76.
2. Сопротивление материалов в вопросах и ответах и сборник задач для самостоятельной работы с примерами и задачами: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 324 с.
3. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов: учебник / В.И. Феодосьев. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010 – 592 с.
4. Синельников, Н.Г. Сопротивление материалов. Лабораторный практикум. / Н.Г. Синельников, В.В. Горбунов. – Электросталь: ЭПИ МИСиС, 2011. – 86 с.

REFERENCES

1. Podshivalov S.F. Rezul'taty issledovaniya po opredeleniyu modulya uprugosti i koefficienta Puassona stali na stende OSM-8LR-09 / Podshivalov S.F., Tokareva L.V., Podshivalova K.S., Privalov I.I., Komolova N.V. – Nauka i voennaya bezopasnost', – 2019. – № 2 (17). – S. 71–76.
2. Soprotivlenie materialov v voprosah i otvetah i sbornik zadach dlya sa-mostoyatel'noj raboty s primerami i zadachami: ucheb. posobie dlya vuzov / A.G. Skhirtladze [i dr.]. – Staryj Oskol : TNT, 2016. – 324 s. : il.
3. Feodos'ev V.I. Soprotivlenie materialov: uchebnik / V. I. Feodos'ev ; – M. : Izd-vo MG TU im. N.E. Baumana, 2010 – 592 s.
4. Sinef'nikov N.G. Soprotivlenie materialov. Laboratornyj praktikum. / N.G. Sinef'nikov, V.V. Gorbunov. – Elektrostal': Izd-vo EPI MISiS, 2011. – 86s.

5. Лабораторные работы по курсу «Сопrotivleniya materialov» Chast' 1 / S.V. Romanenko [i dr.] – Moskva: Izdatel'skij centr RGU nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina, otdel operativnoj poligrafii, 2017. – 108 s.

6. Тензометрия в машиностроении: справ. пособие / под ред. Р. А. Макарова. – Москва: Машиностроение, 1975. – 288 с.

7. Подшивалов, С.Ф. Использование анимации при анализе совместного действия изгиба и кручения в ходе выполнения лабораторной работы / Подшивалов С.Ф., Привалов И.И., Глебов М.Ф., Токарева Л.В., Комолова Н.В. – Научный альманах. – 2019. – № 1 – 2 (52). – С.155–161.

Подшивалов Сергей Федорович – кандидат технических наук, доцент; Привалов Илья Игоревич – кандидат технических наук, преподаватель; Вдовикина Ольга Анатольевна – кандидат технических наук, доцент; Комолова Наталья Валерьевна – преподаватель. Филиал военной академии материально-технического обеспечения (г. Пенза).

5. Laboratornye raboty po kursu «Soprotivleniya materialov» Chast' 1 / S.V. Romanenko [i dr.] – Moskva.: Izdatel'skij centr RGU nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina, otdel operativnoj poligrafii, 2017. – 108 s.

6. Tenzometriya v mashinostroenii : sprav. posobie / podred. R.A. Makarova. – Moskva.: Mashinostroenie, 1975. – 288 s.

7. Podshivalov S.F. Ispol'zovanie animacii pri analize sovместного dejstviya izgiba i krucheniya v hode vypolneniya laboratornoj raboty / Podshivalov S.F., Privalov I.I., Glebov M.F., Tokareva L.V., Komolova N.V. – Nauchnyj al'manah. – 2019. – № 2 – 1 (52). – S.155–161.

Podshivalov Sergey Fedorovich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor;
Privalov Il'ya Igorevich – Cand. Sc. {Engineering}, Lecturer;
Vdovikina Ol'ga Anatol'evna – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor;
Komolova Natal'ya Valer'evna – Lecturer. Branch of Military Academy of Logistics (Penza).

Статья поступила в редакцию 16.03.2021

УДК 623.1
ГРНТИ 78.25.09

КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНЫЕ И БРОНИРОВАННЫЕ КАБИНЫ НОВЫХ И МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ АО «АЗ «УРАЛ»»

А.М. Соломенцев, Е.А. Голубенко
ФГБУ «21 Научно-исследовательский испытательный институт военной автомобильной техники» Министерства обороны Российской Федерации (г. Бронницы)»
Россия, 140170, Московская область, г. Бронницы, ул. Красная, д. 85

Изменившиеся формы ведения боевых действий и развитие средств вооружённой борьбы требуют качественного обновления парка военной автомобильной техники в рамках безусловного выполнения требований Верховного Главнокомандующего о техническом перевооружении при переходе к новому облику Вооружённых сил Российской Федерации. В соответствии с требованиями Министерства обороны Российской Федерации на перспективные автомобили семейства «Торнадо-У» и модернизированные автомобили семейства «Мотовоз-М» АО «НИИ Стали» совместно с АО «АЗ «Урал» разработаны и установлены новые типы кабин: каркасно-панельная и бронированная.

Ключевые слова: военная автомобильная техника, автомобиль многоцелевого назначения, модернизированный автомобиль, каркасно-панельная кабина, бронированная кабина.

FRAME-PANEL AND ARMORED CABINS OF NEW AND UPDATED “AZ “URAL” VEHICLES

A.M. Solomentsev, E.A. Golubenko
FGBU “21st Research Test Institute of Tactical Vehicles of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Bronnitsy)”
Russia, 140170, Moskovskaya oblast’, Bronnitsy, ul. Krasnaya, d. 85

The changed forms of warfare and development of military means require a qualitative fleet renewal of tactical vehicles in the framework of unconditional compliance with the requirements of the Supreme Commander-in-Chief for technical re-equipping in the transition to a “new look” of the armed forces of the Russian Federation. In accordance with the requirements of the Ministry of Defense of the Russian Federation, new types of cabins (frame-panel and armored) have been developed by JSC “Research Institute of Steel” together with JSC “Automobile Factory “URAL” and installed on the perspective family of Tornado-U vehicles and the upgraded family of Motovoz-M vehicles.

Keywords: military automotive vehicles, multi-purpose vehicle, upgraded vehicle, frame-panel cabin, armored cabin.

В современных условиях боевых действий к кабинам армейских автомобилей предъявляются специфические требования, которые отражены в руководящих документах Министерства обороны, в частности:

- автомобили многоцелевого назначения должны комплектоваться кабиной каркасно-панельной конструкции или бронированной кабиной цельносварной конструкции;

- стекла должны быть плоскими, металлизированными и травмобезопасными;

- конструкция оконных проемов кабины каркасно-панельной конструкции должна обеспечивать возможность установки бронестекла:

- в оконных проемах бронированной кабины должны устанавливаться бронестекла;

- стекла не должны повреждаться и вы-

давливаться из заделки при воздействии ударной волны;

- конструкция оконных проемов должна обеспечивать возможность замены бронестекол;

- на кабине, со стороны водителя, должна быть предусмотрена возможность установки фары-искателя;

- бронированная кабина цельносварной конструкции должна быть оборудована бойницами для ведения огня из стрелкового оружия;

- кабина должна запираться снаружи и изнутри. Конструкция замков и запоров дверей и люков должна исключать их открывание и отход от элементов проема при воздействии ударной волны;

- в крыше каркасно-панельной или цельносварной защищенной кабины автомобилей, над рабочим местом командира, должен быть люк, предназначенный для приточно-вытяжной вентиляции и эвакуации экипажа. Крышка должна обеспечивать быстрое открытие (закрытие) люка. Размеры люка должны обеспечивать возможность эвакуации и размещение в нем членов экипажа в бронежилете и зимней форме одежды;

- кабина должна быть герметичной и обеспечивать поддержание избыточного давления во внутреннем объеме;

- сиденья должны быть оборудованы системой энергопоглощения при подрыве и иметь ремни безопасности. Сиденья, органы управления (педали, рычаги и др.) бронек кабины не должны иметь жесткой связи и контактов с полом (в т.ч. при деформации пола от взрыва);

- экраны защиты от гамма-излучения радиоактивно зараженной местности должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечить перекрытие туловища членов экипажа снизу, с боков и сзади на высоту не менее 500 мм от подушки сиденья;

- система вентиляции должна обеспечивать принудительную и естественную вентиляцию кабины, а также возможность регулирования количества поступающего свежего воздуха;

- для отопления кабины должен использоваться жидкостно-воздушный отопитель, использующий тепло охлаждающей жидкости двигателя и независимый воздушный отопи-

тель в режимах циркуляции и рециркуляции;

- забор наружного воздуха отопительно-вентиляционной установкой (отопителем) должен осуществляться через воздушный фильтр, очищающий подаваемый воздух от пыли, газообразных вредных веществ, сажи, дыма и насекомых. Для замены фильтрующего элемента фильтр должен размещаться в легкодоступном месте;

- в кабине каркасно-панельной конструкции должна быть предусмотрена возможность установки системы кондиционирования воздуха для обеспечения показателей микроклимата в кабине. Автомобили многоцелевого назначения с бронированной кабиной должны быть укомплектованы системой кондиционирования воздуха;

- при стоянке должна быть предусмотрена возможность оборудования спальных мест;

- в кабине должны быть предусмотрены места для размещения и кронштейны для крепления в транспортном состоянии, а также размещения, крепления и при необходимости – подключения в рабочем состоянии оборудования:

- дозиметра-радиометра;

- прибора химической разведки и контроля;

- двух приборов ночного видения;

- радиостанции;

- защищенная кабина должна обеспечивать непоражаемость экипажа при воздействии поражающих факторов обычного оружия и оружия массового поражения;

- защищенная кабина должна быть цельносварной конструкции. Конструкция брони не должна изменять своих защитных характеристик при эксплуатации в различных дорожных и климатических условиях;

- на крыше бронированной кабины должна быть предусмотрена возможность установки платформы для крепления вооружения с боекомплектом. Платформа должна иметь элементы для легкосъемного крепления пулемета и гранатомета;

- оборудование кабины техническими средствами обеспечения обитаемости, защиты и малозаметности не должно затруднять выполнение экипажем своих функциональных обязанностей.

В соответствии с этими требованиями АО

«НИИ Стали» совместно

с АО «АЗ «Урал» разработаны новые типы кабин: каркасно-панельная и бронированная для комплектации перспективного семейства автомобилей семейства «Торнадо-У» и модернизированных автомобилей семейства «Мото-

воз-М».

В настоящее время разработаны две модификации кабины каркасно-панельной конструкции – незащищенная однорядная трехместной компоновки (рис. 1) и двухрядная пятиместной (рис. 2) компоновки.



Рис. 1. Незащищенная однорядная кабина трехместной компоновки



Рис. 2. Двухрядная кабина пятиместной компоновки

На автомобили АО «АЗ «УРАЛ» предполагается устанавливать три модификации бронированных кабин: однорядная трехместная

(рис. 3), трехместная увеличенного объема (рис. 4) и двухрядная пятиместная (рис. 5).



Рис. 3. Однорядная трехместная кабина



Рис. 4. Трехместная кабина увеличенного объема



Рис. 5. Двухрядная пятиместная кабина

Каркасная кабина автомобиля имеет боковые распашные двери с наружной петлевой навеской, болтовым креплением к корпусу и системой двойного уплотнения.

На двери каркасно-панельной кабины установлены автомобильный замок с фиксацией двери в двух положениях, с механизмом блокировки изнутри и запираения снаружи, ограничитель угла открывания двери, встроенный в петли, фиксатор двери в открытом положении (рис. 6). На двери расположены внутренняя и наружная ручки привода замка, откидное стекло с механизмом открывания. По периметру двери размещены три дополнительных замка, предназначенные для более плотного прилегания двери в проеме. Фиксатор двери приводится в действие пружиной и автоматически фиксирует дверь в промежуточном и максимально открытом положениях.

Стекла кабины плоские, металлизированные и травмобезопасные.

Бронированные кабины оснащены двухсекционным ветровым бронестеклом с центральной стойкой. Распашные двери оснащены бронестеклами, оборудованными амбразурами для стрельбы из личного оружия. Все стекла оснащены электрообогревом. В оконных проемах бронекабины устанавливаются бронестекла.

Конструкция дверей – с наружной петлевой навеской и болтовым креплением к корпусу. Каждая дверь оснащена ручками для открывания изнутри и снаружи, а также ограничителем открывания, поручнем и дополнительными силовыми запорами, закрываемыми и открываемыми только изнутри рукоятками и снаружи – при помощи спецключа.



Рис. 6. Дверь бронированной кабины

На крыше бронированной кабины вмонтирован аварийный люк круглого сечения с фиксацией в положении 95 градусов (рис. 7). Люк оснащен механическим запорным

устройством, запирающимся изнутри, и имеет возможность открытия снаружи (спецключом).

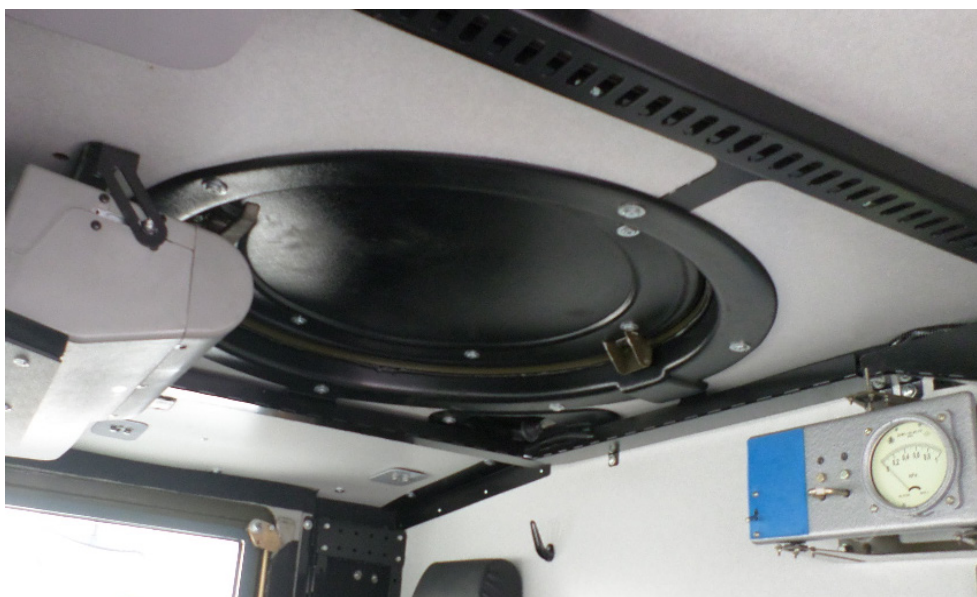


Рис. 7. Люк круглого сечения в бронированной кабине

На крыше расположено место под установку комплекса антенн и защищенные места для установки систем дополнительного

наблюдения. В некоторых комплектациях на крыше кабины может быть установлена поворотная пулеметная турель (рис. 8).



Рис. 8. Турель

На задней стенке расположен блок фильтровентиляционной установки и оборудова-

ние системы кондиционирования (рис. 9).



Рис. 9. Блок фильтровентиляционной установки и оборудование системы кондиционирования

Каркасно-панельные и бронированные кабины оборудуются:

- системой кондиционирования;
- фильтровентиляционной установкой;

- съемными шторками окон для обеспечения светомаскировки кабины;
- приспособлением для спального места при стоянке;

- местами для размещения оборудования и снаряжения:
 - средств защиты экипажа (общевойскового защитного комплекта);
- местами для размещения и кронштейнами для:
 - дозиметра-радиометра;
 - прибора химической разведки;

- двух приборов ночного видения;
- радиостанции;
- бортовой информационно-управляющей системы (БИУС).

Интерьер бронированной кабины представлен на рисунке 10, интерьер каркасно-панельной – на рисунке 11.



Рис. 10. Интерьер бронированной кабины



Рис. 11. Интерьер каркасно-панельной кабины

Панель приборов автомобиля выполнена по модульной конструкции. Основу конструкции составляет стальной каркас, закрепляемый на десяти болтах на щитке передка кабины.

На каркасе имеются четыре точки крепления модуля рулевой колонки. Внутри каркаса располагаются элементы конструкции передней климатической установки и трас-

сы электрических проводов. Снаружи каркас облицован декоративными панелями. Щитки с расположенными на них приборами закрепляются на стальных пластинах каркаса, съемной рамке или рамках, закрепленных на облицовочных панелях, позволяющих производить их беспрепятственный демонтаж при обслуживании.

В правой части каркаса на багажной пол-

ке имеются места установки опорных кронштейнов радиостанции. Для удобства установки радиостанции декоративная панель выполнена съемной.

Внутри панели приборов размещается система переднего отопителя. Слева располагается монтажный блок. Снизу блока имеется дренажная трубка для слива воды, попадающей в систему при мойке или преодолении брода.

Справа снизу каркаса панели приборов (с закреплением на нем) располагается монтажная рамка электрических систем. Кронштейн реле располагается внизу в центральной части панели приборов и закреплен на вертикальной стенке воздухозаборника на четырех винтах.

В свою очередь, комплект электронных блоков и систем бортовой информационно-управляющей системы (БИУС) предназначен для решения задач управления, технического контроля функционирования систем и агрегатов шасси и выдачи рекомендаций по эксплуатации автомобиля.

Автомобили оснащены бортовой информационно-управляющей системой (БИУС).

БИУС условно можно разделить на несколько функциональных групп (систем):

- систему управления электрооборудованием;
- систему управления тормозами;
- электронную систему управления, контроля и диагностики (ЭСУКД);
- автоматизированное рабочее место (АРМ) водителя;
- комплекс видеобзора.

Бронированные кабины дополнительно оснащаются комплексом видеобзора, который выполняет следующие функции:

- получение видеoinформации о фоновой обстановке от трех обзорных камер;
- обработку видеосигнала от трех обзорных камер и передачу его в цифровом виде на автоматизированное место водителя (АМР).

Сиденья членов экипажа представляют собой рамы с закрепленными на них подушками, спинками и подголовниками. Сиденья имеют трехточечные ремни безопасности и кронштейны для крепления оружия. Для исключения передачи нагрузок от кабины сиденья устанавливаются на кронштейнах через резинометаллические шарниры.

Для удобства использования снаряжения и обслуживания систем кабины имеется возможность складывания подушки. Трансформация подушки осуществляется вручную в нужном направлении (вверх-вниз) до крайнего положения.

Кабина автомобиля оборудована спальным местом для отдыха экипажа на местах дислокации, вне расположения части. Спальное место представляет собой складываемые в продольном и поперечном направлении носилки, оборудованные ремнями подвеса. В транспортном положении они хранятся в чехле. Чехол с носилками устанавливается на кронштейны спального места, расположенные на задней стенке кабины, за сиденьем водителя, и фиксируется ремнями.

Кабина автомобиля оборудована зеркалами заднего вида и широкоугольным зеркалом. Зеркала заднего вида устанавливаются на внешней стороне двери с помощью держателя и кронштейнов. Зеркала заднего вида снабжены:

- системой электрической регулировки изменения положения зеркал (при помощи регулятора);
- системой электрического подогрева.

Для защиты от попадания прямого солнечного света в глаза водителя и пассажиров автомобиля монтируются солнцезащитные козырьки, состоящие из кронштейна крепления, поводка и козырька, устанавливаемые внутри автомобиля к полке, над лобовым стеклом с помощью винтового соединения.

Для обеспечения светомаскировки кабины предусмотрены съемные светомаскировочные шторки окон и кронштейны их крепления в транспортном положении.

Светомаскировочные шторки представляют собой полотно из специального негорючего искусственного материала, вырезанное по форме оконных проемов и оббитое по периметру с внешней стороны одной из половин ленты-контакта. Ответная часть ленты-контакта приклеена вокруг оконных проемов автомобиля.

На лобовом листе кабины сверху, над ветровыми стеклами, устанавливается стеклоочиститель, имеющий блочную конструкцию и состоящий из пространственной рамы. Снаружи рама закрывается кожухом с противосолнечным козырьком, на котором размещены

верхние габаритные огни, фонари знака автотопоезда. Бачок омывателя ветрового стекла расположен в подкапотном пространстве на щитке передка, жиклеры – на подоконной

балке оперения.

Для размещения спецоборудования и снаряжения в кабине автомобиля предусмотрены кронштейны и полка (рис. 12, 13).



Рис. 12. Размещение оборудования в незащищенной кабине

- 1 – место для размещения термоса; 2 – место для размещения огнетушителя;
3 – место для размещения аптечки; 4 – крючки для одежды;
5 – место для размещения средств химической разведки; 6 – место для размещения гранат

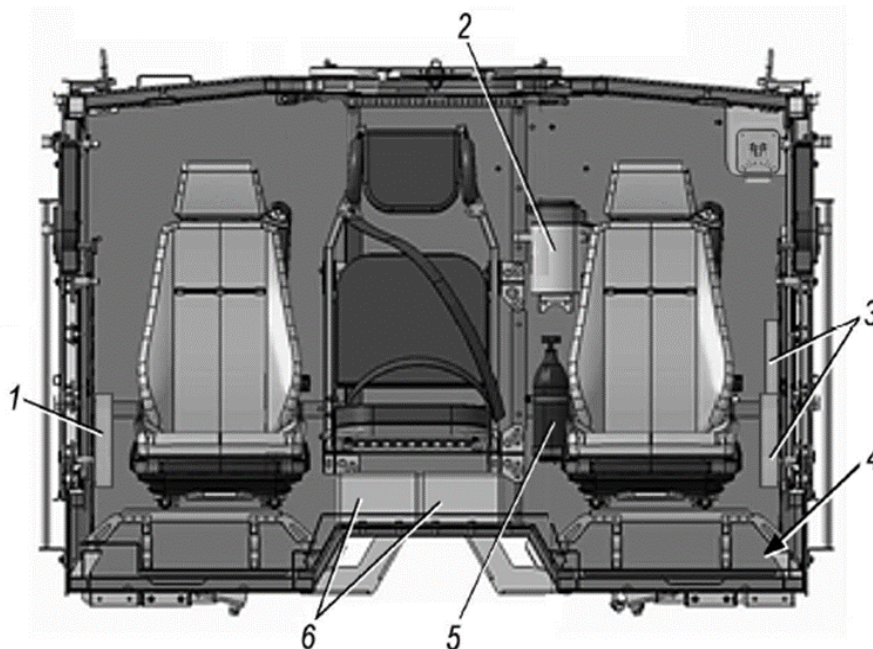


Рис. 13. Размещение оборудования в трехместной защищенной кабине:

- 1 – место для размещения аптечки; 2 – термос; 3 – место для размещения средств химической разведки;
4 – место для размещения средств защиты экипажа (общевойсковой защитный комплект);
5 – огнетушитель; 6 – приборы ночного видения

Для поддержания и регулирования комфортных параметров микроклимата в кабине автомобиля установлена система отопления, вентиляции и кондиционирования. Система отопления – жидкостного типа, состоит из двух параллельно соединенных радиаторов. В качестве теплоносителя используется охлаждающая жидкость системы охлаждения двигателя. По углам воздуховодов ветрового стекла установлены поворотные дефлекторы, позволяющие направлять потоки воздуха на стекла боковых дверей либо в салон, в зону груди водителя и зону груди членов экипажа.

Для регулировки потока воздуха из центральной части панели приборов также установлены поворотные дефлекторы.

Кабины также оборудованы независимым отопителем, который предназначен для отопления и вентиляции внутреннего пространства кабины автомобиля при температурах окружающего воздуха до минус 50 °С.

Система кондиционирования (кондиционер) представляет собой малогабаритную холодильную установку, предназначенную для охлаждения и осушки воздуха в кабине автомобиля (рис. 14).



Рис. 14. – Расположение климатической установки в кабине

Таким образом, разработанная кабина в основном удовлетворяет требованиям, заложенным в нормативной документации, и со-

четает высокие показатели комфорта с высоким уровнем защиты экипажа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по эксплуатации 63706-3902035РЭ автомобиля УРАЛ-63706 и его модификации. – Миасс: Урал, 2018. – 533 с.
2. Технические условия ТУ 37.165.414-2016 «Семейство унифицированных автомобильных шасси грузоподъемностью 8,0–30,0 т (ОКР «Торнадо-У»)». – Миасс: Урал. – 34 с.
3. Научно-технический отчет об испытательной работе «Результаты ведомственных испытаний модернизированного автомобиля Урал-4320-31 (шифр «Мотовоз-М»)». – Бронницы, 2020. – 680 с.

REFERENCES

1. Rukovodstvo po ekspluatatsii 63706-3902035RE avtomobilya URAL-63706 i ego modifikatsii. – Miass: Ural, 2018. – 533 s.
2. Tehnicheskie usloviya TU 37.165.414-2016 «Semeystvo unifitsirovannyh avtomobil'nyh shassi gruzopod'emnost'yu 8,0 – 30,0 t (OKR «Tornado-U»)». – Miass: Ural. – 34 s.
3. Nauchno-tehnicheskiiy otchet ob ispytatel'noy rabote «Rezul'taty vedomstvennyh ispytaniy modernizirovannogo avtomobilya Ural-4320-31 (shifr «Motovoz-M»)». – Bronnitsy, 2020. – 680 s.

4. Научно-технический отчет об испытательной работе «Результаты государственных испытаний опытных образцов автомобилей многоцелевого назначения Урал-63706-0011 и Урал-63706-0120 (проект «Торнадо-У»). Бронницы, 2021. – 750 с.

Соломенцев Александр Михайлович – старший научный сотрудник; Голубенко Елена Александровна – научный сотрудник. 21 Научно-исследовательский испытательный институт военной автомобильной техники Министерства обороны Российской Федерации (г. Бронницы).

Статья поступила в редакцию 23.03.2021

4. Nauchno-tehnicheskiy otchet ob ispytatel'noy rabote «Rezultaty gosudarstvennyh ispytaniy opytnykh obraztsov avtomobiley mnogotselevogo naznacheniya Ural-63706-0011 i Ural-63706-0120 (proekt «Tornado-U»). Bronnitsy, 2021. – 750 s.

Solomentsev Aleksandr Mihaylovich – Senior Researcher; Golubenko Elena Aleksandrovna – Researcher. 21st Research Test Institute of Tactical Vehicles of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Bronnitsy).

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

УДК 004.032.26 : 629.113

ГРНТИ 73.31.41

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ КОРОБОК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

К.М. Комаров, И.Р. Габдрашитов

Вольский военный институт материального обеспечения

Россия, 412903, г.Вольск, ул. М. Горького 3, komarov.k89@bk.ru, sgsm86789@mail.ru

В данной статье предложен способ выявления технического состояния коробок переключения передач военной автомобильной техники с применением технологий искусственного интеллекта, основывающийся на нейронных сетях. Рассмотрены четыре этапа данного способа. Показана структурная схема системы диагностики. Показан процесс выявления неисправности в работе коробок переключения передач.

Ключевые слова: нейронная сеть, коробка переключения передач, система диагностики.

APPLICATION OF A NEURAL NETWORK IN THE DIAGNOSIS OF GEARBOXES OF MILITARY VEHICLES

K.M. Komarov, I.R. Gabdrashitov

Volsk Military Institute of Logistics

Russia, 412903, Saratovskaya obl., Volsk, ul. M. Gor'kogo, d.3, sgsm86789@mail.ru

The article proposes a method for identifying the technical condition of gearboxes of military vehicles using artificial intelligence technologies. The method is based on neural networks. The authors consider four stages of this method. They demonstrate a block diagram of the diagnostic system. The process of problem identification in the operation of gearboxes is shown.

Keywords: neural network, gearbox, diagnostic system.

Коробка переключения передач (далее – КПП), эксплуатируемая в различных по сложности условиях, является наиболее нагруженным агрегатом военной автомобильной техники (ВАТ) и, как следствие, для нее высок риск возникновения отказов. Рассмотрим способ диагностики КПП, основанный на технологиях искусственного интеллекта [1, 2].

Для сбора сведений, необходимых для формулирования продукционной закономерности, выстраиваем функциональные зависимости одних диагностических характеристик от других [3]:

$$p_d = f(p_i); k, l = \overline{1, n}, k \neq l, \quad (1)$$

где p_d, p_i – диагностические характеристики; n – количество характеристик.

Для оценки воздействия диагностических характеристик на показатели агрегатов ВАТ получим зависимость:

$$X_j = f(p_d); j = \overline{1, r}; k = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где X_j – показатели агрегата; r – количество показателей.

Затем выстраивается концепция, необходимая для установки характера и степени отказа КПП. В этапы проведения технического распознавания КПП включается комплекс технических и научных трудов и исследова-

ний на стендах.

По способу диагностики, основывающемся на нечеткой закономерности, получается результат, изображенный на рисунке 1.

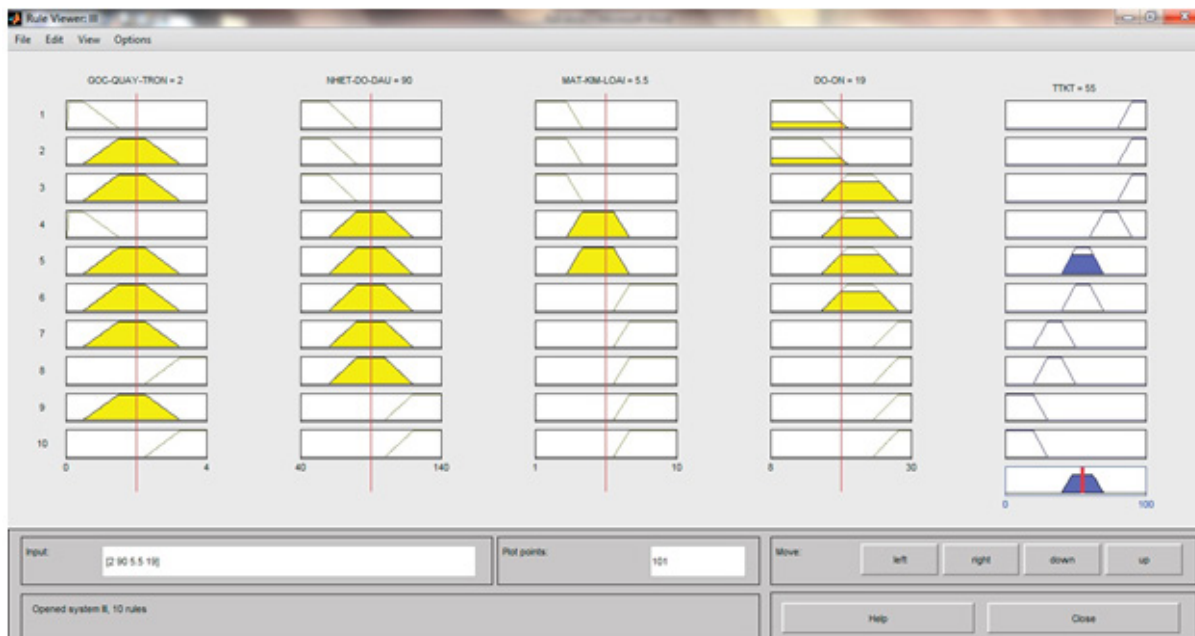


Рис. 1. Изображение результатов по типам диаграммы

Нейронная сеть (НС) [1–4] распознает неисправность агрегата, учитывая, что данные о такой неисправности были предварительно внесены в память НС и она научена определять эту неисправность. Чтобы научить НС распознавать отказы и неисправности используют математические принципы обучения[5]. Способ состоит из четырех этапов.

Первый этап. Собирается вся научная и практическая информация про отказы и неисправности, и формируется база данных (БД). Эта БД является совокупностью обучающих подборок, характеризующихся признаками и проявлениями отказа или неисправности; затем эти подборки направляются на вход нейронной сети.

Перед нами стоит следующая задача: определить фактическое техническое состояние КПП ВАТ, которая эксплуатируется в умеренных условиях. Исходная информация о работе КПП, заводских тактико-технических характеристиках, всевозможных причинах возникновения отказов и неисправно-

стей обобщается в базе данных, основанной на надежных сведениях. Также, в качестве дополнительной информации в БД вносятся результаты, полученные в ходе различных экспериментов на стендах и на ходовых испытаниях.

Полученную БД используют для подготовки НС распознавать неисправности. Для описания технического состояния одного агрегата ВАТ такая БД может состоять из нескольких десятков продукционных правил.

Второй этап. Нейронная модель. Такая модель создается на основе математической теории НС. Информационные переменные G (диагностические характеристики), описанные функциями принадлежности:

$$i = \overline{1, N}, J = 1, S$$

(N – информационные переменные, S – лингвистические переменные по каждой характеристике), – являются входами сети. Аспекты, определяющие критерии качества,

эффективности и безопасности работы коробки переключения передач Z_1 , являются выходом сети.

Диагностические характеристики фазифицируются с целью приведения четких сигналов в нечеткий вид. Каждый из диагностических показателей характеризуется несколькими (до пяти) терминами лингвистической переменной. Обычно для этого используется гауссовская функция принадлежности.

С целью создания нейронной модели применяют специальное программное обеспечение (к примеру – Neural network Toolbox (инструментарий нейронных сетей) программы MATLAB 7.1). Аппроксимирующая модель состоит из программы с расширением *.fis, основанная на представлении входных ха-

рактеристик баз нечетких правил с нечеткими переменными, и программы составления тестовых и изучающих сведений *.m на основании реальной работы КПП. Используя модель в режиме реального времени, сведения об изменении показателей КПП поступают от блока управления.

На рисунке 2 изображена структура НС. Количество входов сети соответствует числу используемых диагностических показателей.

Третий этап. Подготовка нейронной сети. При подготовке НС на вход направляется совокупность обучающих подборок, характеризующих сочетание показателей различного технического состояния КПП. Значение, полученное на выходе НС, толкуется соответствующим образом.

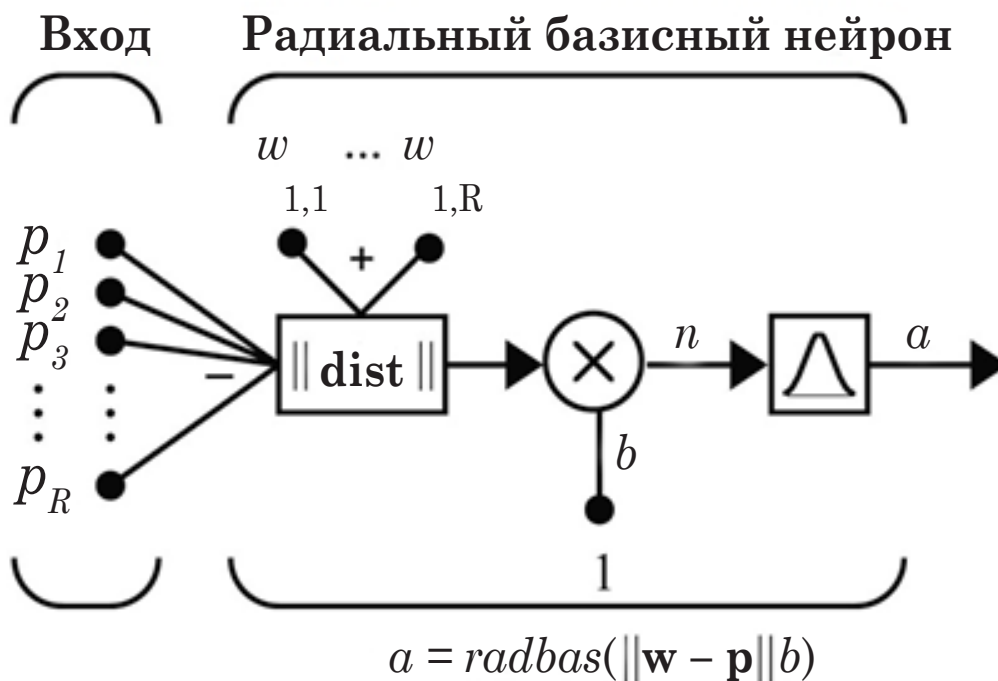


Рис. 2. Структурная схема нейронной сети

Используя ЭВМ с установленной операционной системой «Windows 7 Максимальная» и вычислительной системой «MATLAB 7.1», подготовка нейронной модели составляет примерно 10 с. Подготовка сети была достигнута в течение 10 эпох.

Четвертый этап. Нейронное распознавание и вывод решения. В ходе установления фактического технического состояния КПП

данный этап является заключительным.

С целью получения технического заключения используется подготовленная НС, на ее вход подают информацию о показателях, характеризующих процессы, протекающие в КПП. Для удобства оператора все числовые данные, полученные на выходе сети, преобразуются и выдаются в специальных окнах интерфейса, в которых данные диагностиро-

вания выводятся в визуальном виде. В специальных строках отображаются различные оповещения: диагностические показатели, их текущее значение, предупреждение о достижении критических показателей и т.д.

Оформление интерфейса программы может быть легко изменено в соответствии с требованиями оператора. К экспертной системе диагностики КПП, реализующей описанный способ, прилагается программное обеспечение, разработанное на современных языках программирования с использованием инструментов для создания визуальных средств разработки.

Предлагаемый способ позволяет обеспечить расширенную достоверную БД, высокую

скорость обработки данных, точность полученного технического диагноза и возможность быстро определять техническое состояние КПП в режиме реального времени.

Основными преимуществами данного способа являются:

- возможность пользоваться обширной достоверной базой данных;
- высокая скорость обработки данных;
- высокая точность технической диагностики;
- возможность быстрой диагностики в режиме реального времени;
- удобство нормативной диагностики на специализированных стендах автомобильных ремонтных мастерских и т. д.

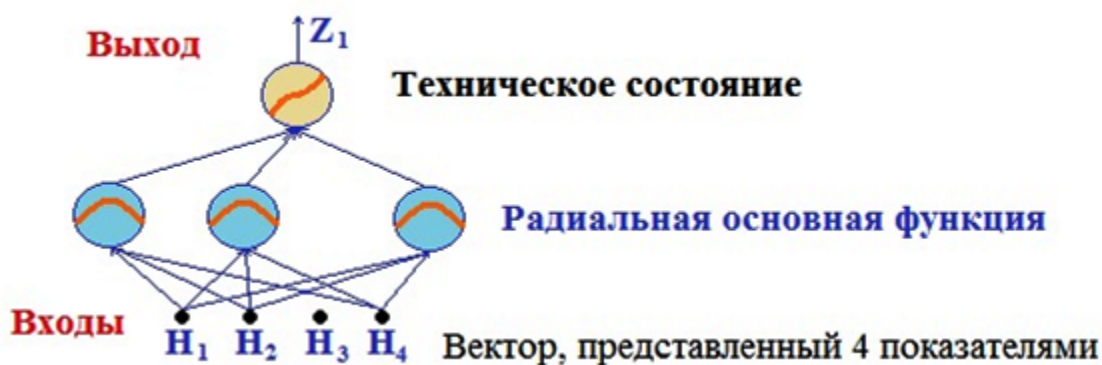


Рис. 3. Структура НС для диагностики КПП, где N_1 – угол поворота ведомого вала КПП; N_2 – температура трансмиссионного масла ($^{\circ}\text{C}$); N_3 – шумность (дБ); N_4 – металлическая стружка (г)

Таблица 1

Диагностические показатели КПП

№ п/п	Входные показатели	Обозначение	Выходные показатели	Обозначение
1	Угол поворота ведомого вала КПП	градус	Техническое состояние (%)	ТС
2	Температура трансмиссионного масла	$^{\circ}\text{C}$		
3	Шумность	дБ		
4	Металлическая стружка	г		

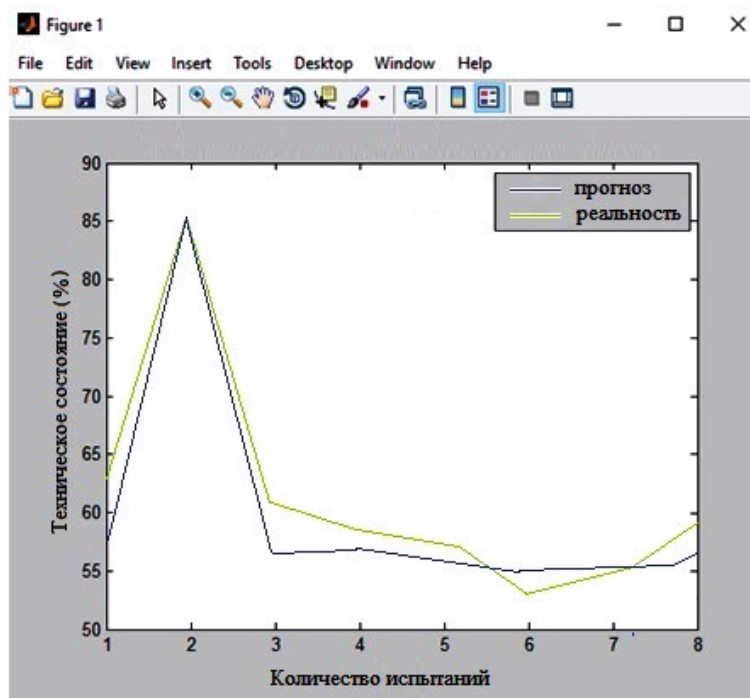


Рис. 4. Прогнозирование и результат эксплуатации КПП

После подготовки НС мы имеем ТСПР (Z) = fH ($H_1, H_2, H_3, H_4, \dots$). У нас есть функция ТСПР (Z) = φH ($H_1, H_2, H_3, H_4, \dots$). Мы готовим НС, а именно меняем веса $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, \dots$ так что целевая функция $\varphi H \rightarrow fH = 100$.

Искусственные НС необходимо использовать для идентификации элементов трансмиссии, прогнозирования технического состояния и выявления отказов. Использование нейронных сетей позволит получить увеличение скорости работы средств диагностики за счет распараллеливания данных и обра-

ботки диагностических показателей. Способ диагностики технически сложных агрегатов, основанный на применении нейронных сетей, интегрирован для выполнения задач по диагностике КПП ВАТ.

Таким образом, описан способ диагностирования фактического технического состояния КПП с применением НС RBF и набора инструментов Neural Network Toolbox от Matlab. С помощью вышеуказанного способа возможно проводить диагностику аналогичных агрегатов ВАТ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каллан, Р. Нейронные сети: Краткий справочник / Р. Каллан. – Москва: Вильямс И.Д., 2017. – 288 с.
2. Усков, А.А. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. / А.А. Усков, А.В. Кузьмин. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2004. – 143 с.
3. Барский, А.Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А.Б. Барский. – Москва: Бинوم, 2013. – 352 с.

REFERENCES

1. Kallan, R. Neuronnye seti: Kratkiy spravochnik / R. Kallan. – Moskva: Vil'yams I.D., 2017. – 288 s.
2. Uskov, A.A. Intellektual'nye tehnologii upravleniya. Iskusstvennye neyronnye seti i nechetkaya logika. / A.A. Uskov, A.V. Kuz'min. – Moskva: Goryachaya liniya – Telekom, 2004. – 143 s.
3. Barskiy, A.B. Logicheskie neyronnye seti: Uchebnoe posobie / A.B. Barskiy. – Moskva: Binom, 2013. – 352 s.

4. Викторова, Е.В. Применение нечетких нейронных сетей для технической диагностики дорожных машин / Е.В. Викторова // Вестник ХНАДУ. – 2012. – Вып. 56. – С. 98–102.

5. Тарасик, В.П. Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами / В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич. – Минск: Технопринт, 2004. – 512 с.

Комаров Константин Михайлович – старший инженер отдела обеспечения (учебного процесса учебных автомобилей и организации перевозок) базы (обеспечения учебного процесса); **Габдрашитов Ильдар Рашитович** – кандидат технических наук, преподаватель кафедры (обеспечения ракетным топливом и горючим). Вольский военный институт материального обеспечения.

4. Viktorova E.V. Primenenie nechetkih neyronnyh setey dlya tehniceskoy diagnostiki dorozhnyh mashin / E.V. Viktorova // Vestnik HNADU. – 2012. – Vyp. 56. – S. 98–102.

5. Tarasik, V.P. Intellektual'nye sistemy upravleniya avtotransportnymi sredstvami / V.P. Tarasik, S.A. Rynkevich. – Minsk: Tehnoprint, 2004. – 512 s.

Komarov Konstantin Mikhailovich – Senior Engineer of the Material Support Department (of Educational Process of Driver Instruction Vehicles and Organization of Transportation) of the Base (of Support of Educational Process); **Gabdrashitov Il'dar Rashitovich** – Lecturer at the Department (of Provision of Missile Fuel and Combustible). Volsk Military Institute of Logistics.

Статья поступила в редакцию 27.01.2021

СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЯ «ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ»

*Шефер В.Э., Вторушин А.М., Шаргаёв А.А., Ядровская Н.В., Шудыкин А.С.
Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии
материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otii@mil.ru*

В статье рассматриваются различные подходы к определению термина «организация». Рассматривается совокупность процессов, связанных с эксплуатацией вооружения и военной техники, делается вывод о том, что в целом представляет собой термин «организация эксплуатации вооружения и военной техники».

Ключевые слова: организация, эксплуатация, хранение, транспортирование, вооружение и военная техника.

ESSENCE OF THE CONCEPT “ORGANIZATION OF THE OPERATION OF ARMAMENT AND COMBAT VEHICLES”

*Shefer V.E., Vtorushin A.M., Shargaev A.A., Yadrovskaya N.V., Shudykin A.S.
Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch) of Khrulev Military
Academy of Logistics in Omsk
Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otii@mil.ru*

The article discusses various approaches to the definition of the term “Organization”. The authors consider the set of processes related to the operation of armament and combat vehicles. They determine what the term “Organization of the operation of armament and combat vehicles” means in general.

Keywords: organization, operation, storage, transportation, armament and military equipment.

В российской армии ныне широко используется термин «организация эксплуатации вооружения и военной техники» (далее – ВВТ), однако среди специалистов нет однозначного понимания сущности данного понятия.

Причина в том, что в научном и деловом обществах распространен ряд не связанных друг с другом трактовок термина «организация», что диктует необходимость их осмысления, чтобы корректно применить для формирования понятия «организация эксплуатации ВВТ».

Известный российский ученый в сфере

организации человеческого труда Богданов А.А. в своем фундаментальном труде «Тектология (всеобщая организационная наука)» [2] еще в 1925 году писал: «*Всякая человеческая деятельность объективно является организующей или дезорганизующей ... чаще всего термин "организовать" – значит сгруппировать людей для какой-либо цели, координировать и регулировать их действия в ходе целесообразного единства*».

Однако позже Богданов А.А. отмечал, что: «... при более глубоком анализе это понятие становится намного шире и относится не

только к человеческим активностям, ..., но и к живой и неживой природе во всех ее проявлениях. Природа – великий первый организа-

тор; и сам человек – лишь одно из ее организационных произведений» (рис. 1).

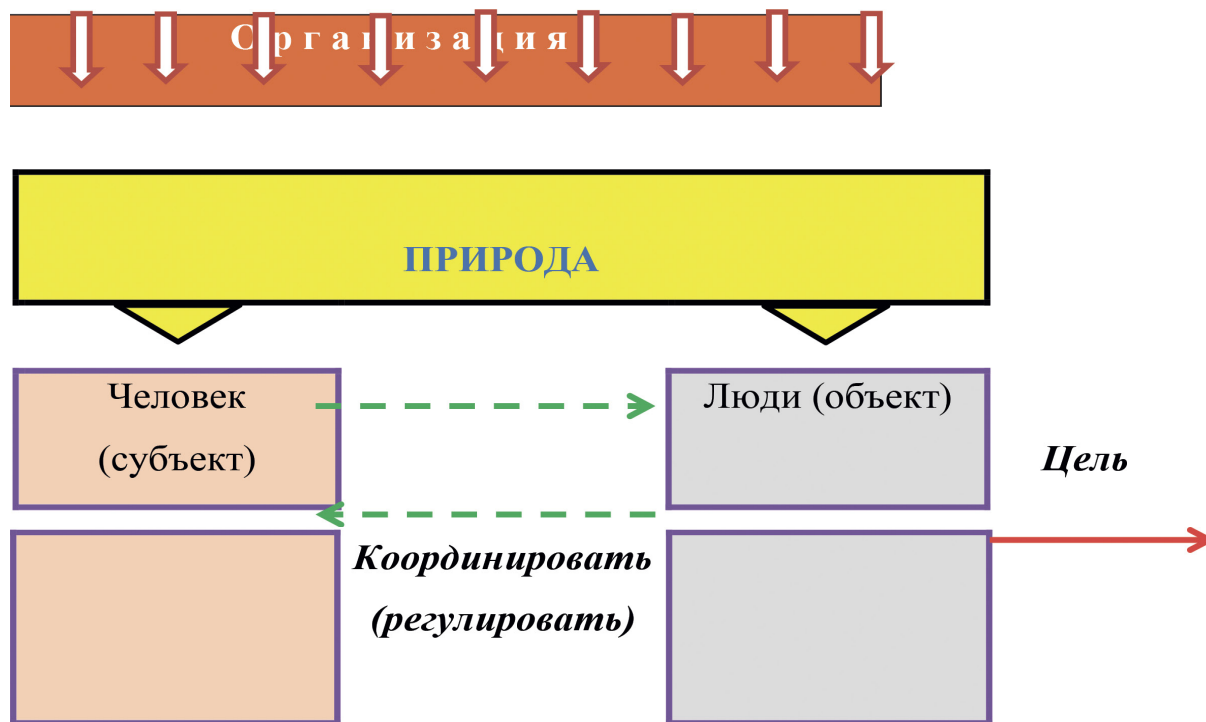


Рис.1. Модель понятия «организация»

Рассматривая возможные модели понятия «организация», академик Юдин Б.Г. [2], в свою очередь, подвел свой итог о сущности понятия «организация», которую трактовал в виде трех взаимосвязанных определений:

а) «организация» – это внутренняя упорядоченность, согласованность, взаимодействие более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленная ее структурой;

б) «организация» – это совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязи между частями целого;

в) «организация» – это объединение людей, совместно реализующих некоторую программу или цель и действующих на основе определенных процедур и правил.

Первые две трактовки дополняют друг друга и являются наиболее общей характеристикой организованной природы. Третья трак-

товка является частным случаем наиболее общего и характеризует исключительно человеческую организационную деятельность.

В то же время известный в России специалист по теории и практике *организации производства* академик Фатхутдинов Р.А. определил [1], что в самом общем случае под *организацией* следует понимать *упорядоченное и целесообразное единство*. В данном определении содержится две взаимосвязанные сущности, а именно (рис. 2):

а) *организация* – как некоторое целостное образование (социальное, техническое, биологическое), которое рассматривается в с т а т и к е;

б) *организация* – как совокупность разнообразных процессов по упорядочению элементов, формированию и поддержанию целостности вновь создаваемых или функционирующих природных объектов, которые рассматриваются в д и н а м и к е.

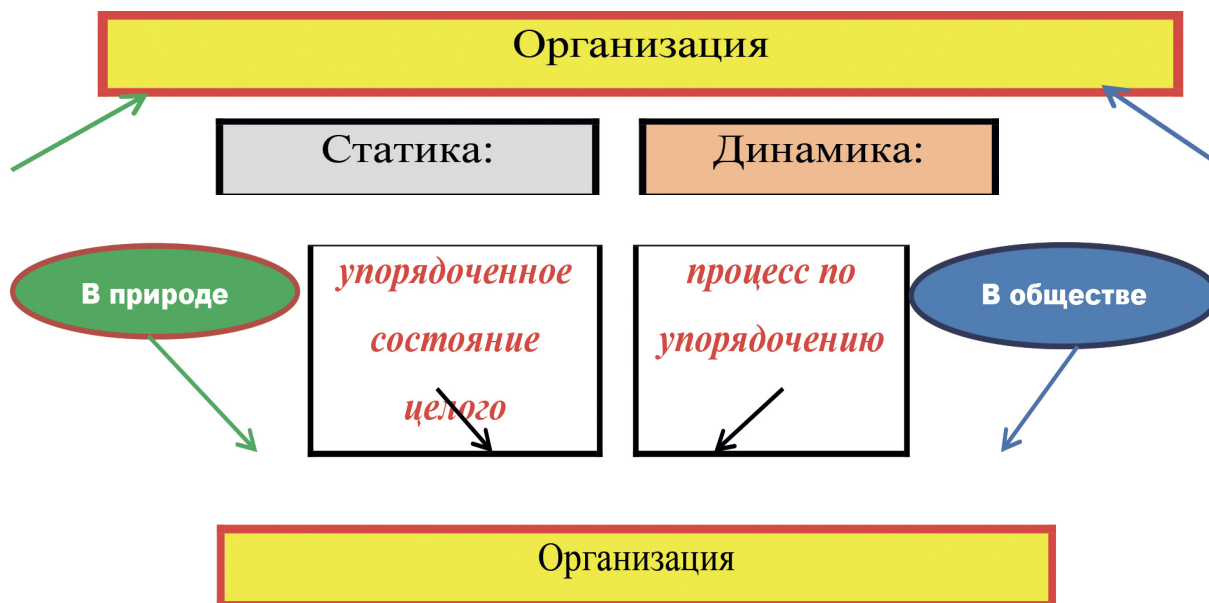


Рис. 2. Структура понятия «организация»

Всеобщая упорядоченность во Вселенной достигается через непрерывное протекание организационных процессов. При этом *организация* как совокупность процессов может состоять из целенаправленных действий людей, в этом случае необходимо говорить об *организационной деятельности* людей как *функции управления* или самоорганизации человеческого сообщества. Человек своими действиями на природу подчиняет ее стихийные силы собственным интересам, преобразуя мир ради своего выживания и развития.

Основываясь на понятийном аппарате академика Фатхутдинова Р.А. применительно к социальным и техническим системам,

понятие «*организация*» необходимо рассматривать одновременно с двух позиций (рис. 3):

а) *первая*, с точки зрения овеществленной системы и структуры ее «организации»;

б) *вторая*, с точки зрения процесса по переработке входа овеществленной системы в ее выход как функции управления по достижению целей системы.

Следовательно, систему с участием человека и протекающие в ней процессы необходимо рассматривать как единое целое, овеществленная система без присущего для нее процесса «мертва». Таким образом, овеществленная система и ее процессы не могут существовать друг без друга.

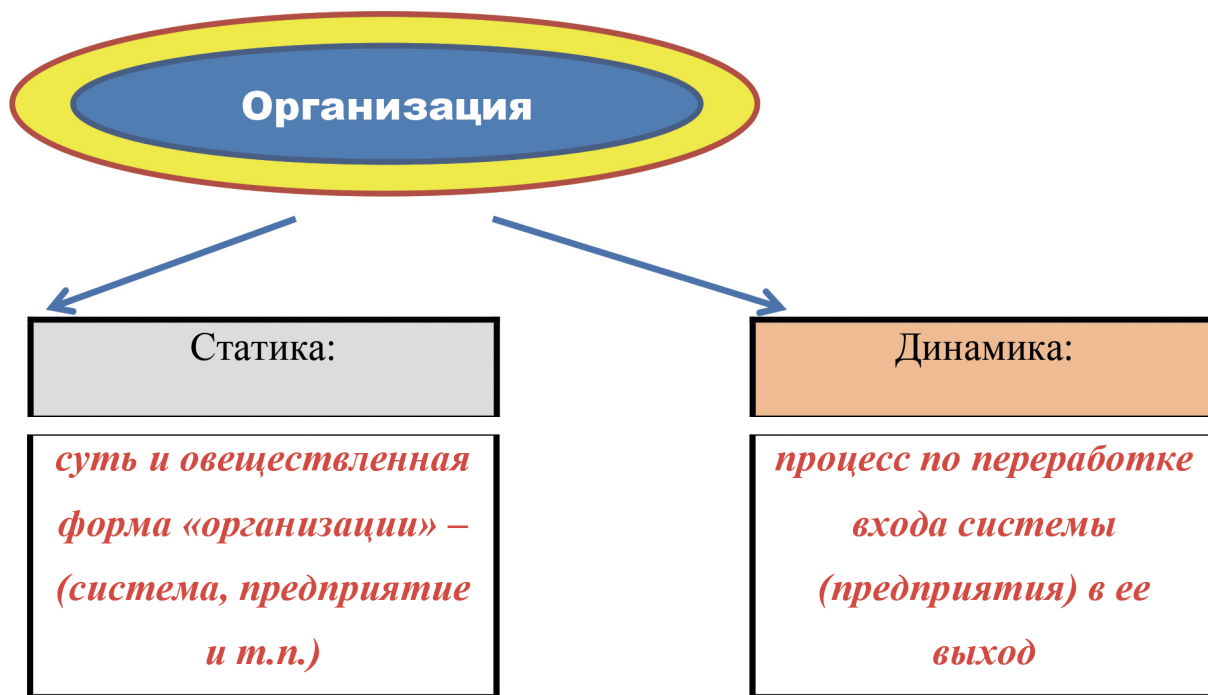


Рис. 3. Структура понятия «организация» применительно к социальным и техническим системам

Применительно к **системе эксплуатации ВВТ** понятие «организация» следует рассматривать как единство структуры и содержания овеществленной системы эксплуатации ВВТ, включая военнослужащих, и процессов функционирования этой системы в соответствии с ее миссией в целях обеспечения требуемого уровня технической готовности ВВТ к непосредственному использованию по назначению.

Рассмотрим в свете данного определения содержание основных элементов, которые формируют искомое понятие «организация

эксплуатации ВВТ».

Первичным является понятие «эксплуатация ВВТ», под которым понимается стадия жизненного цикла изделия военной техники, включающая ввод в эксплуатацию, приведение в установленную степень готовности к использованию по назначению, поддержание в установленной степени готовности к этому использованию, использование по назначению, хранение и транспортирование, снятие с эксплуатации и списание [5]. Взаимосвязь этапов эксплуатации образца ВВТ представлена на рисунке 4.

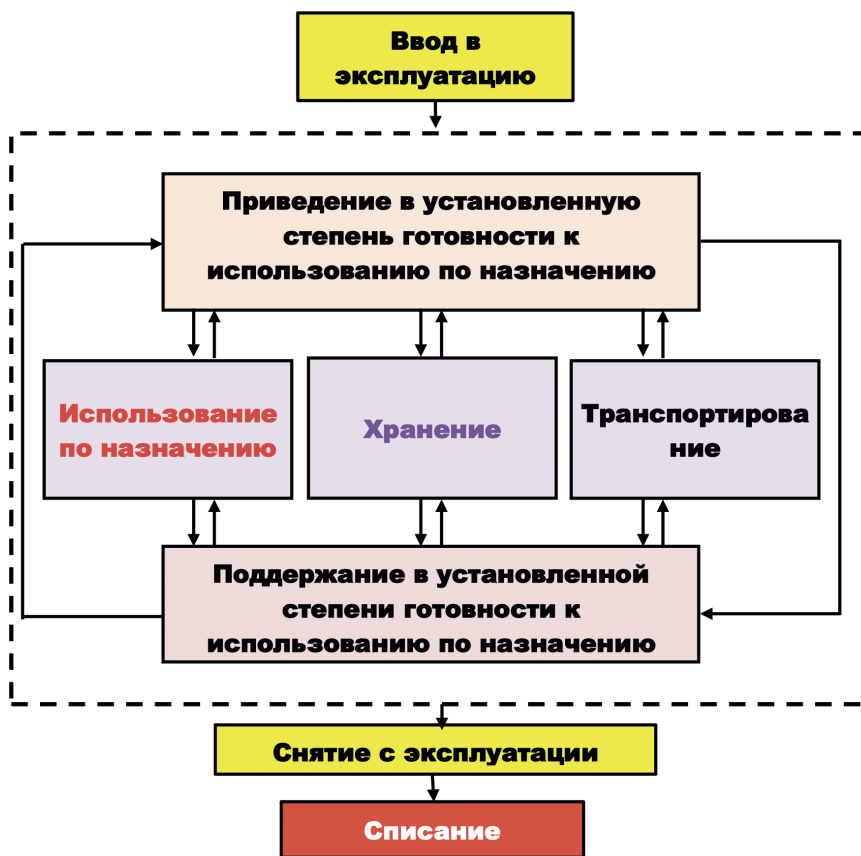


Рис. 4. Этапы эксплуатации ВВТ

«Ввод в эксплуатацию» по своему содержанию это: прием образца ВВТ от предприятия-изготовителя, ремонтного предприятия или другой воинской части и доставка его в часть; закрепление его за подразделением и личным составом.

Этап «Приведение образца ВВТ в установленную степень готовности к использованию по назначению» включает в себя следующие мероприятия: укомплектование образца ВВТ военно-техническим имуществом (средствами крепления на транспорте, маскировочным комплектом и т.п.); загрузка боеприпасов; выполнение работ для использования образца ВВТ по назначению в условиях, требующих специальной подготовки (подготовка к преодолению водной преграды, к стрельбе и т.п.); подготовка образца ВВТ к эксплуатации в различных условиях (подготовка к сезонной эксплуатации, подготовка к эксплуатации в особых условиях); подготовка образца ВВТ к хранению и снятие с хранения; работы по

приведению образца ВВТ в исходное положение после использования в условиях, требующих специальной подготовки (обслуживание после преодоления водной преграды или после стрельбы и т.п.); работы, обеспечивающие безаварийную эксплуатацию образца ВВТ; нанесение на образец ВВТ условных номеров и других обозначений и надписей; обкатка образца ВВТ (только для автомобильной техники).

Содержание этапа «Поддержание образца ВВТ в установленной степени готовности к использованию по назначению» составляет установленные эксплуатационной документацией работы по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и войсковому ремонту образца ВВТ.

«Использование образца ВВТ по назначению» является основным этапом его эксплуатации, ради которого и создается этот образец. В ходе использования реализуются потенциальные качества, заложенные в конструкцию

образца.

«Хранение образца ВВТ» – это этап эксплуатации, в течение которого не используемый по назначению образец размещается в специально отведенном месте для обеспечения его сохраняемости в заданном состоянии в течение определенного установленного срока.

«Транспортирование образца ВВТ при эксплуатации» – это этап эксплуатации, включающий подготовку и перевозку или перемещение образца ВВТ в заданных условиях с использованием транспортных или буксировочных средств при обеспечении сохраняемости его технического состояния и комплектности.

«Снятие с эксплуатации образца ВВТ» – это этап эксплуатации, включающий прекращение эксплуатации данного образца и оформление соответствующих документов в установленном порядке. В конечном итоге для каждого образца ВВТ наступает состояние, при котором он становится непригодным к дальнейшей эксплуатации.

Списание образца ВВТ – это этап эксплуатации образца ВВТ, при котором оформляют соответствующие документы в установленном порядке о снятии образца ВВТ с учета в МО РФ.

Таким образом, понятие «эксплуатация» распространяется на весь процесс существования образца ВВТ с момента его поступления в войска и до его передачи на завод капитального ремонта или до утилизации.

Из теории понятия *организация* следует, что взаимодействие военнослужащих и образцов ВВТ на стадии их эксплуатации может реализоваться исключительно в рамках определенной *системы эксплуатации*.

Согласно требованиям ГОСТ РВ 0101-001-2007 [5] под *системой эксплуатации ВВТ* (рис. 5) понимается совокупность взаимосвязанных изделий военной техники, средств их эксплуатации, личного состава эксплуатирующих организаций военного заказчика и документации, взаимодействие которых осу-

ществляется в соответствии с требованиями и условиями, установленными в эксплуатационной документации.

Ведущие российские ученые считают [1...3], что систему и происходящие в ней процессы необходимо рассматривать как единое целое. Овеществленная система и ее процессы не могут существовать друг без друга, поскольку они могут функционировать только при условии, что, во-первых, сама система создана (*организована*) и, во-вторых, ее процессы тоже *организованы* и управляются соответствующим образом.

Таким образом, для функционирования системы эксплуатации ее необходимо **организовать** (*во-первых, создать физически и, во-вторых, упорядочить совокупность присущих этой системе процессов*).

Нормами ГОСТ РВ 0101-001-2007 [5] определено, что под *организацией эксплуатации ВВТ* понимается деятельность личного состава военного ведомства по обеспечению эксплуатации соответствующих образцов ВВТ. Учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что настоящее определение не в полной мере раскрывает сущность понятия «*Организация эксплуатации ВВТ*» и поэтому требует корректировки. При этом необходимо учитывать, что организацию нельзя рассматривать в отрыве от управления процессами организации эксплуатации ВВТ.

Управление эксплуатацией ВВТ – это совокупность действий, осуществляемых при эксплуатации образцов ВВТ в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня качества образцов ВВТ (ГОСТ РВ 0101–001–2007).

Все мероприятия (процессы) по управлению эксплуатацией ВВТ можно разделить на три группы. Первая группа – это мероприятия по организации системы эксплуатации ВВТ. Вторая группа – это мероприятия по организации процесса эксплуатации ВВТ. Третья группа – это мероприятия по руководству эксплуатацией ВВТ (см. рис. 6).

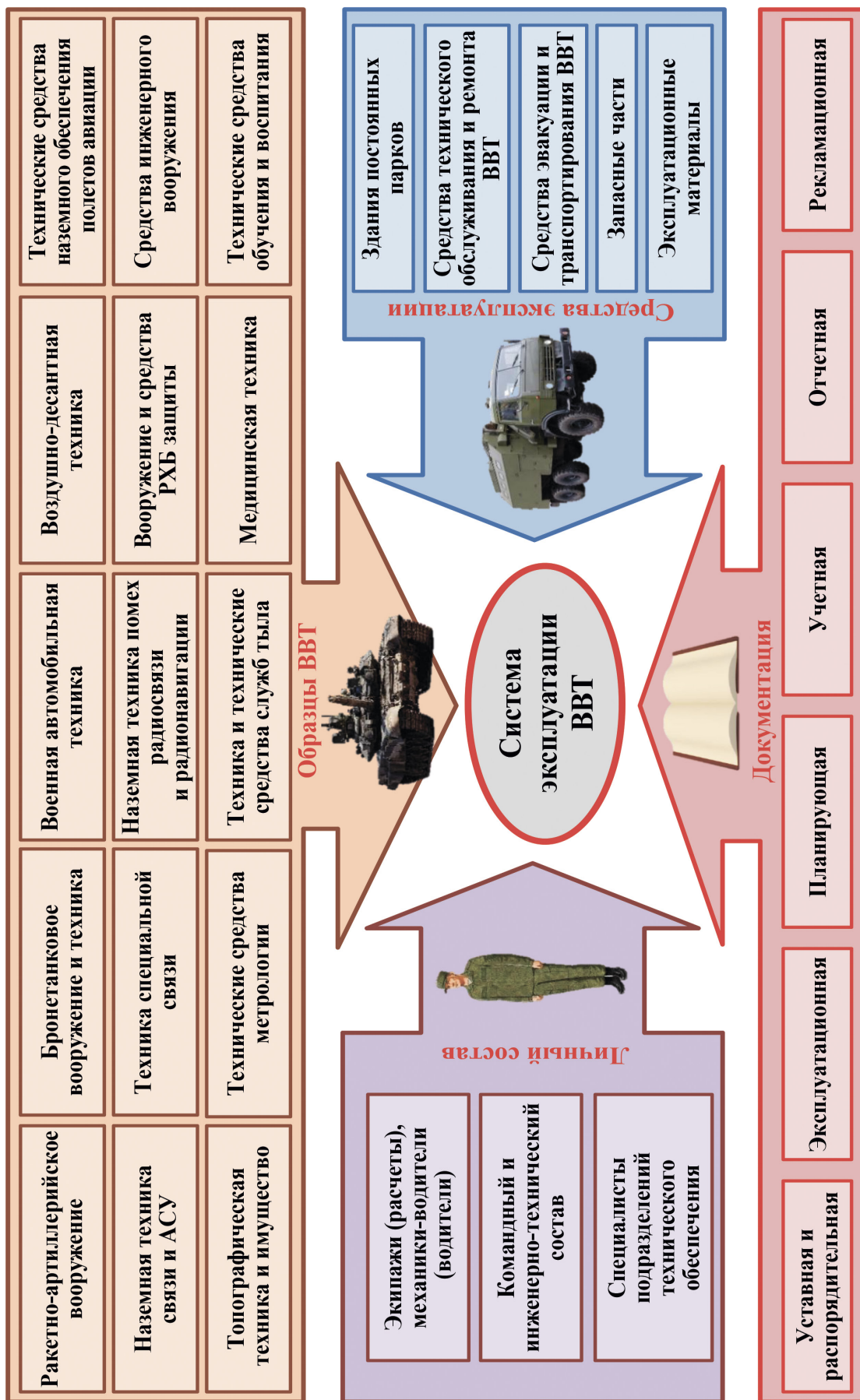


Рис. 5. Система эксплуатации вооружения и военной техники

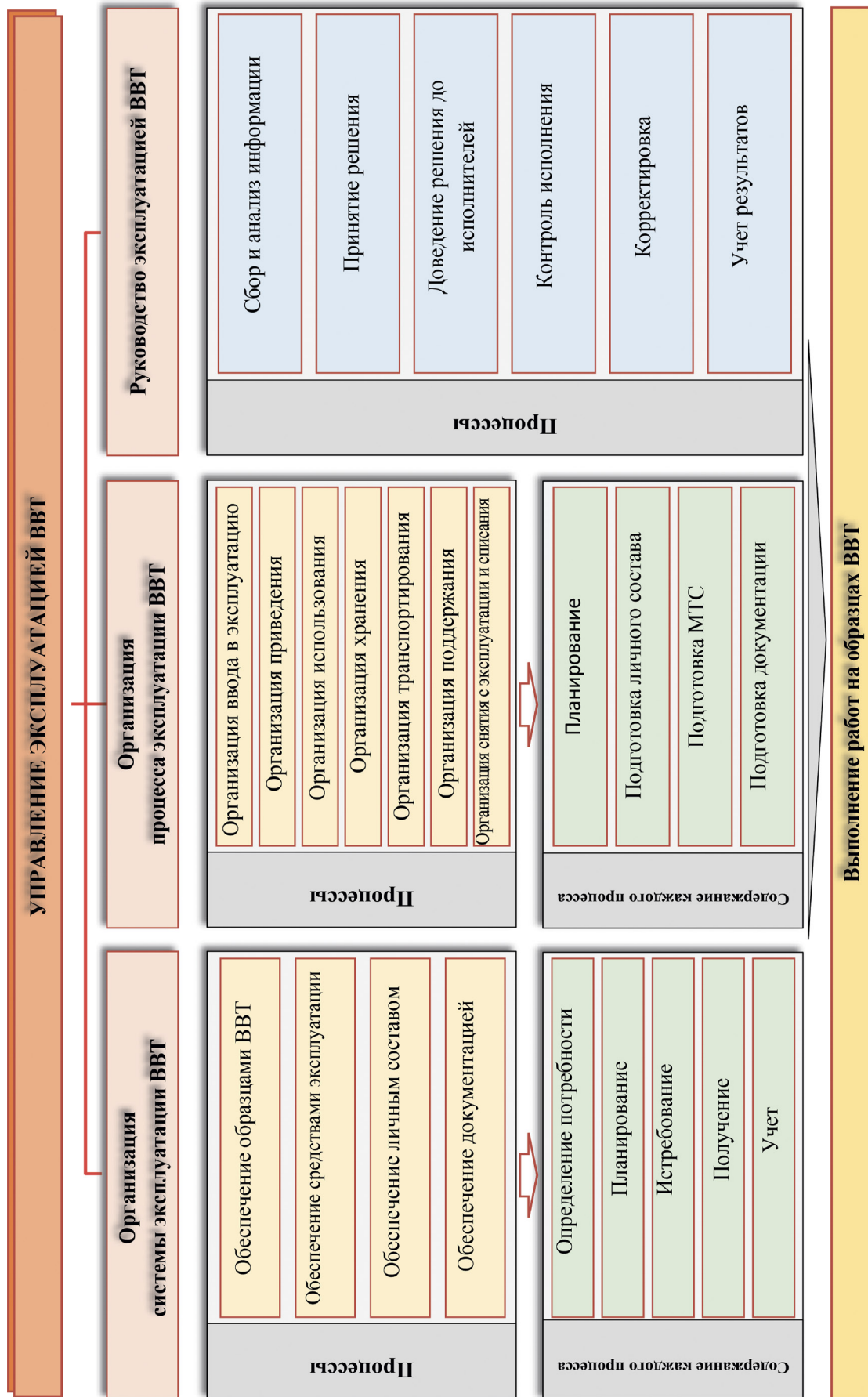


Рис. 6. Содержание процесса управления эксплуатацией ВВТ

В процессе эксплуатации происходят следующие изменения: образцы ВВТ и средства эксплуатации достигают своего предельного состояния и требуют замены; личный состав, выслуживший установленные сроки службы, увольняется из рядов ВС РФ; документация теряет свою актуальность и требует обновления в связи с изменением требований к процессу эксплуатации ВВТ.

Мероприятия первой группы (по организации системы эксплуатации ВВТ) направлены на поддержание эффективности функционирования системы эксплуатации ВВТ и заключаются в обеспечении системы образцами ВВТ, средствами эксплуатации, подготовленным личным составом и документацией.

При этом каждое из мероприятий первой группы должно проводиться в следующем объеме: определение потребности в обеспечении (образцами ВВТ, средствами эксплуатации, личным составом, документацией); планирование обеспечения, истребование, получение и учет.

Процесс эксплуатации образца ВВТ состоит из ряда процессов (подпроцессов), сменяющих друг друга. К данным процессам относятся: ввод образца ВВТ в эксплуатацию, приведение образца ВВТ в готовность к использованию по назначению, поддержание образца ВВТ в готовности к использованию по назначению, использование по назначению, хранение, транспортирование, снятие образца ВВТ с эксплуатации и списание.

Мероприятия второй группы (по организации процесса эксплуатации ВВТ) заключаются в организации каждого из перечисленных выше процессов (подпроцессов).

Организация каждого из процессов (подпроцессов), являющихся частью процесса эксплуатации, заключается в планировании выполнения работ; подготовке личного состава к выполнению работ; подготовке материально-технических средств (далее – МТС), необходимых для выполнения работ; подготовке документации.

Мероприятия третьей группы (руководство эксплуатацией ВВТ) собственно и заключаются в реализации основной функции любого процесса управления, включая процесс управления эксплуатацией ВВТ. Руководство эксплуатацией ВВТ направлено на достижение целей каждого из процессов организации

системы эксплуатации ВВТ и организации процесса эксплуатации ВВТ. Это своего рода алгоритм, в соответствии с которым должен отработать тот, кто организует то или иное мероприятие (руководитель). Так, например, для осуществления любого из мероприятий (планирования, подготовки личного состава, подготовки МТС, подготовки документации) при организации какого-либо процесса эксплуатации необходимо провести работу в следующей последовательности: сбор и анализ информации; принятие решения (определение: объема сроков и порядка проведения работ; исполнителей); доведение решения до исполнителей (постановка задач); контроль исполнения; корректировка (проведение действий для устранения причины несоответствия полученного результата желаемому); учет результатов (в документации).

Таким образом, должностному лицу (руководителю), организующему какой-либо процесс, для осуществления мероприятий, составляющих содержание этого процесса, каждый раз необходимо проводить работу в соответствии с предложенным выше алгоритмом.

Организация процессов (подпроцессов), входящих в состав процесса эксплуатации ВВТ, руководящими документами рассматривается в совокупности с работами, которые проводятся непосредственно на образцах ВВТ. В дальнейшем в учебнике вопросы организации этих процессов будут рассматриваться в том виде, в каком они нашли свое отражение в руководящих документах.

Анализируя понятие «*Организация функционирования системы эксплуатации ВВТ*» необходимо рассматривать ее сущность во взаимосвязи с вышестоящей системой, которой, в данном случае, является система реализации жизненного цикла ВВТ (см. рис. 7).

Жизненный цикл вооружения и военной техники (далее – ЖЦ ВВТ) представляет собой последовательно сменяющиеся друг друга по времени стадии существования образца ВВТ, каждая из которых характеризуется новым состоянием конкретного образца.

Жизненный цикл образца ВВТ является предметом управления со стороны организаторов (владельцев) процессов, которые осуществляются последовательно на каждой стадии ЖЦ.

Организаторами основных процессов ЖЦ

ВВТ являются:

– владельцы процесса организации научно-исследовательских изысканий в целях формирования замысла по созданию нового образца ВВТ и разработки тактико-технических требований на разработку и производство данного образца;

– владельцы процесса *разработки (конструирования) нового образца ВВТ* и изготовления опытного образца;

– владельцы процесса *организации производства (изготовления) серийного образца ВВТ*;

– владельцы процесса *организации эксплуатации образца ВВТ*;

– владельцы процесса *прекращения экс-*

плуатации образца ВВТ (списание и утилизация).

Жизненный цикл ВВТ сам по себе невозможен без наличия, как минимум, трех обеспечивающих этот цикл процессов (см. рис. 7):

– первым является процесс организации ЖЦ ВВТ. Данный процесс представляет собой комплекс мероприятий, которые проводит руководящий и инженерно-технический состав в целях реализации всех стадий ЖЦ конкретного образца ВВТ (*сегодня разработаны и активно применяются, так называемые, ИПП-технологии*). В эти мероприятия среди прочего входят и вопросы по *организации эксплуатации ВВТ*;

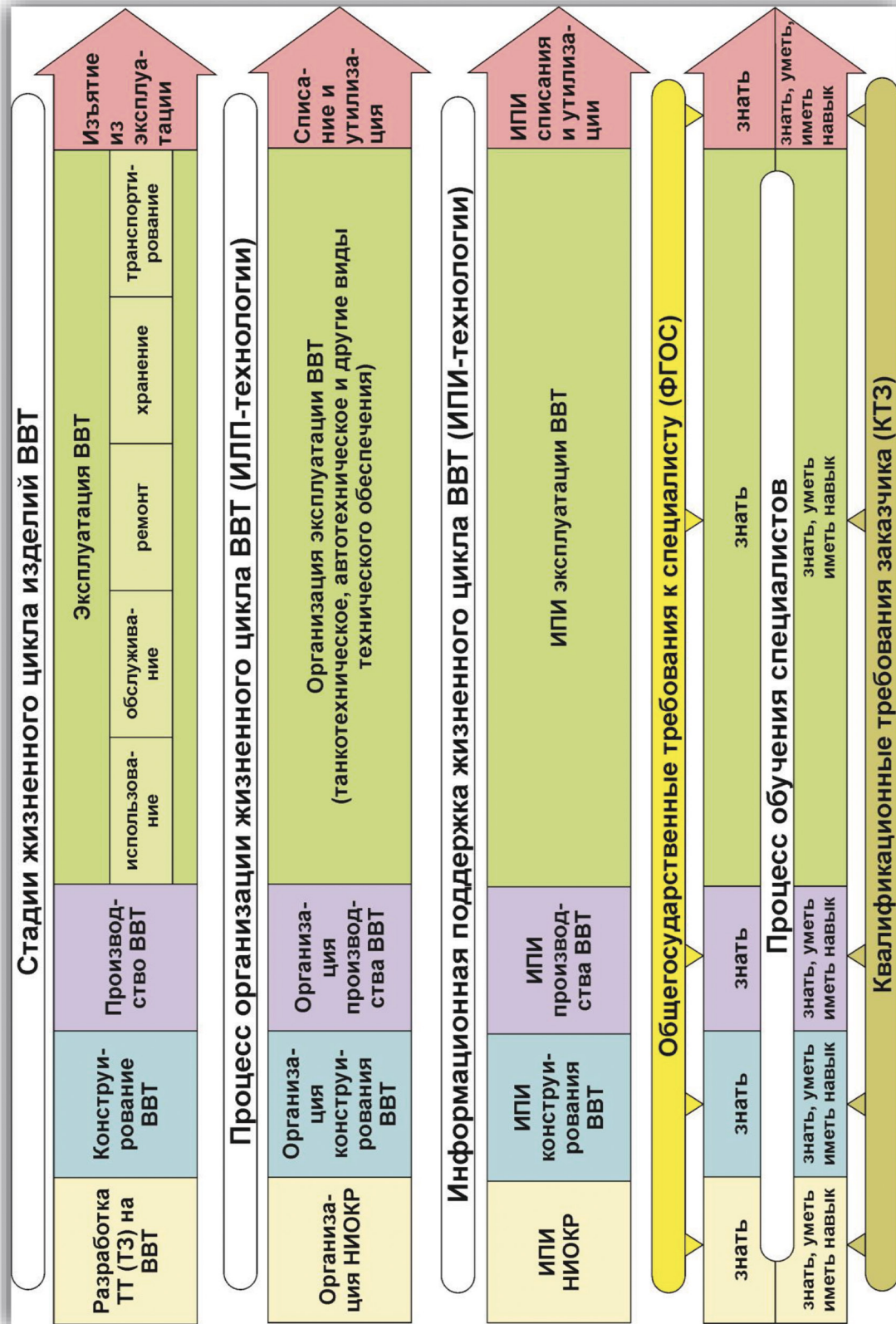


Рис. 7. Система реализации жизненного цикла образца ВВТ

– второй процесс связан с информационной поддержкой ЖЦ ВВТ, путем создания и реализации единого электронного информационного пространства, позволяющего всем организаторам (владельцам) ЖЦ конкретного образца ВВТ обмениваться информацией о динамике изменения показателей его качества и о состоянии данного образца на всех стадиях его жизненного цикла (*аббревиатура ИПИ ЖЦИ, иначе «GALS-технологии»*). Одним из ведущих в этом процессе является информационная поддержка образца ВВТ на

стадии **организации его эксплуатации**;

– третий процесс реализуется в системе подготовки и совершенствования специалистов по вопросам организации и управления ЖЦ ВВТ, включая специалистов по **организации эксплуатации ВВТ**.

Проведенный здесь анализ понятия **организация эксплуатации ВВТ** позволяет сформировать комплекс компетенций, которыми должна обладать система, в рамках которой реализуются процессы организации эксплуатации ВВТ (см. рис. 8).

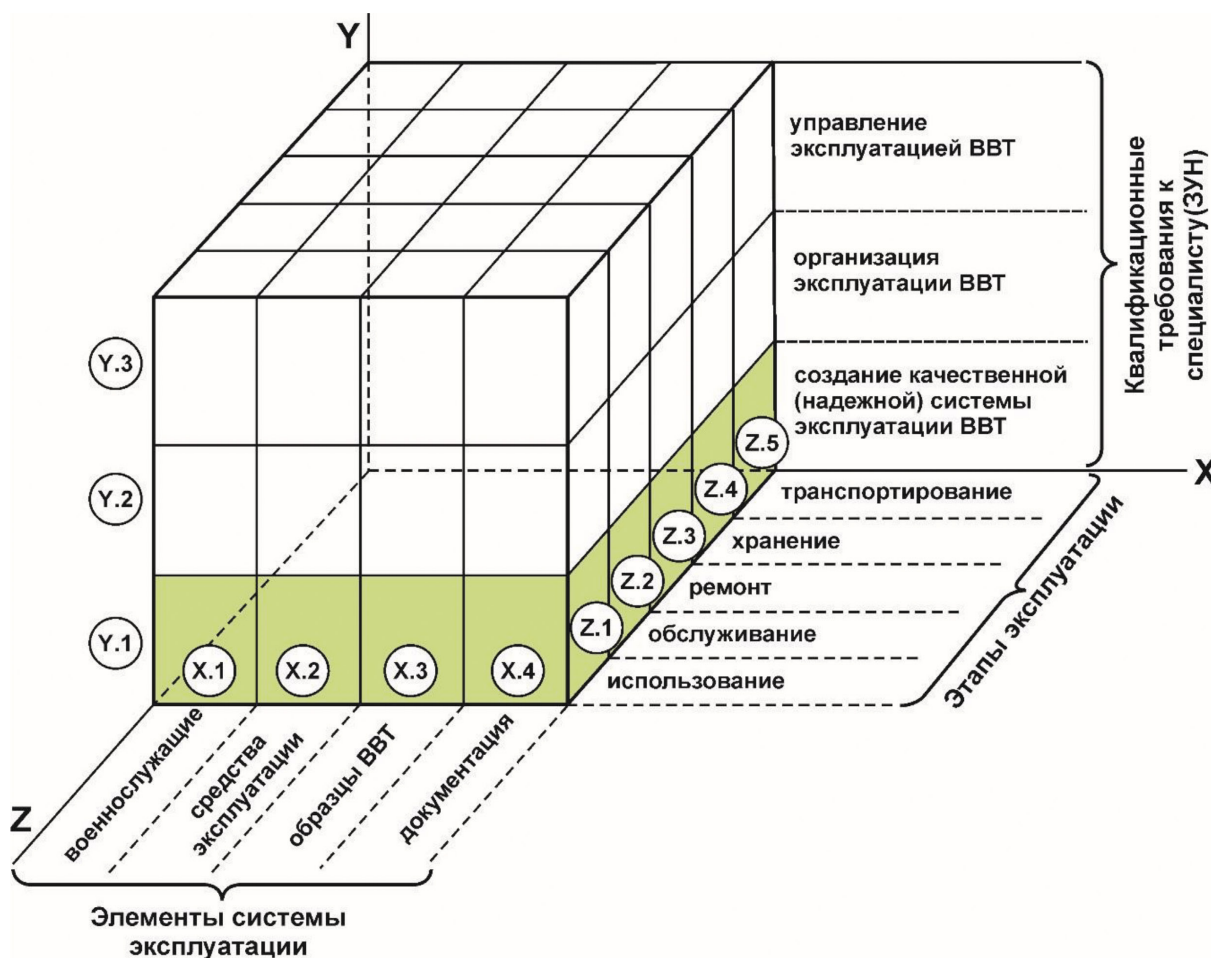


Рис. 8. Система организации эксплуатации ВВТ

Настоящая система решает следующую триединую задачу:

во-первых, по созданию эффективной системы эксплуатации ВВТ (*овеществленная часть организации*);

во-вторых, по решению непосредственных задач для организации эксплуатации ВВТ;

в-третьих, по управлению эксплуатацией ВВТ.

Из трехмерной модели системы организации эксплуатации ВВТ (рис. 8) видно, что в целях организации эксплуатации необходимо первоначально решить 20 задач по созданию самой системы, затем решить как минимум

20 задач по организации функционирования этой системы (организовать все этапы эксплуатации ВВТ) и, наконец, непосредственно управлять данной системой как в статике, так

и в динамике.

Таким образом, в настоящее время термин «организация эксплуатации ВВТ» имеет три основные сущности (см. рис. 9).

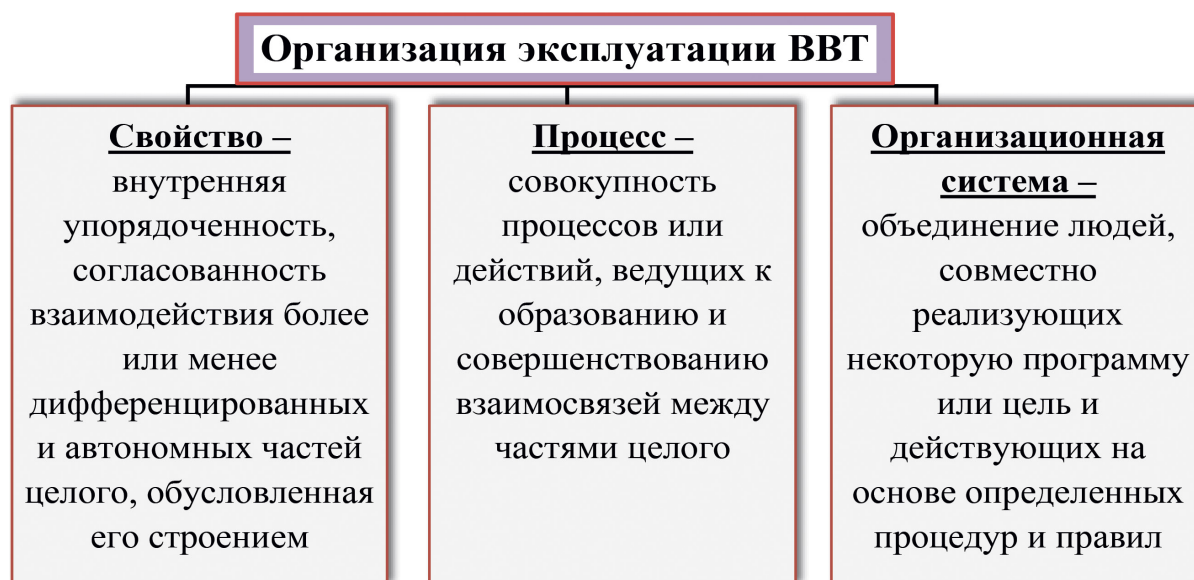


Рис. 9. Сущности термина «организация эксплуатации ВВТ»

Первое значение сущности *организация эксплуатации ВВТ* – это внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленная его строением.

Второе значение сущности «*Организация эксплуатации ВВТ*» – это совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого.

Третье значение сущности *организация эксплуатации ВВТ* – это объединение людей,

совместно реализующих некоторую программу или цель и действующих на основе определенных процедур и правил, то есть механизмов функционирования (механизм – система, устройство, определяющее порядок какого-либо вида деятельности).

Третье значение термина «организация» является определением организационной системы.

Таким образом, *организация эксплуатации ВВТ* может рассматриваться как свойство, как процесс и как система.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: учебник / Р.А. Фатхутдинов. – Москва: ИНФРА-М, 202. – 672 с.
2. Богданов, А.А. Тектология (Всеобщая организационная наука). Кн. 1-2 / А.А. Богданов. – Москва: Экономика, 1989.
3. Теория организации: учебник /под ред. В.Г. Алиева. – Москва: Луч, 1999.

REFERENCES

1. Fathutdinov, R.A. Organizatsiya proizvodstva: uchebnik / R.A. Fathutdinov. – Moskva: INFRA-M, 202. – 672 s.
2. Bogdanov, A.A. Tektologiya (Vseobshchaya organizatsionnaya nauka). Kn. 1-2 / A.A. Bogdanov. – Moskva: Ekonomika, 1989.
3. Teoriya organizatsii: uchebnik /pod red. V.G. Alieva. – Moskva: Luch, 1999.

4. Справочник специалиста. Надежность в технике: в 2 т. – Т. 1. Методология. Организация. Технология. – Москва: Машиностроение, 1986. – 223 с.
5. ГОСТ РВ 0101-001-2007. Эксплуатация и ремонт изделий военной техники. Термины и определения.
6. ГОСТ 25866-83. Эксплуатация техники. Термины и определения.
7. Руководство по организации ТОиР ВВТ в ВС РФ в мирное время. – Приказ МО РФ № 33 от 25.01.2018 г.
8. Эксплуатация и диагностика ТССН [Текст]: учебник в 5 ч. Ч. 1. Основы эксплуатации ВВТ / А.М. Вторушин [и др.]. – Омск: ОАБИИ, 2016. – 154 с.

Шудькин Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Шаргаёв Алексей Александрович – кандидат технических наук, преподаватель кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Шефер Виктор Эдуардович – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Вторушин Андрей Михайлович – старший преподаватель кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Ядровская Наталья Викторовна – старший преподаватель кафедры технической механики. Омский автобронетанковый инженерный институт.

4. Spravochnik spetsialista. Nadezhnost' v tehnikе: v 2 t. – T. 1. Metodologiya. Organizatsiya. Tehnologiya. – Moskva: Mashinostroenie, 1986. – 223 s.
5. GOST RV 0101-001-2007. Ekspluatatsiya i remont izdeliy voennoy tehnik. Termini i opredeleniya.
6. GOST 25866-83. Ekspluatatsiya tehnik. Termini i opredeleniya.
7. Rukovodstvo po organizatsii TOiR VVT v VS RF v mirnoe vremya. – Prikaz MO RF № 33 ot 25.01.2018 g.
8. Ekspluatatsiya i diagnostika TSSN [Tekst]: uchebnik v 5 ch. Ch. 1. Osnovy ekspluatatsii VVT / A.M. Vtorushin [i dr.]. – Omsk: OABII, 2016. – 154 s.

Shudykin Aleksandr Sergeevich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Shargaev Aleksey Aleksandrovich – Cand. Sc. {Engineering}, Lecturer at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Shefer Viktor Eduardovich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Vtorushin Andrey Mihaylovich – Senior Lecturer at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Ydrovskaya Natal'ya Viktorovna – Senior Lecturer at the Engineering Mechanics Department. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute.

Статья поступила в редакцию 27.01.2021

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТА ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

В.Э. Шефер, А.А. Шаргаёв, Н.В. Ядровская, Р.В. Якимушкин, А.С. Шудыкин
Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии
материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otii@mil.ru

В данной статье рассматривается подбор и формирование математического аппарата для оптимизации процесса обеспечения объекта вооружения и военной техники требуемой работоспособностью с использованием материалов научных источников.

Ключевые слова: математический аппарат, объект вооружения и военной техники.

MATHEMATICAL APPARATUS FOR COST OPTIMIZATION TO PROVIDE THE RELIABILITY OF ARMAMENT AND COMBAT VEHICLES

V.E. Shefer, A.A. Shargaev, N.V. Yadrovskaya, R.V. Yakimushkin, A.S. Shudykin
Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch) of Khrulev Military
Academy of Logistics in Omsk
Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otii@mil.ru

The article considers the selection and development of the mathematical apparatus for provision optimization of armament and combat vehicles with the required operational capability using scientific sources.

Keywords: mathematical apparatus, armament and combat vehicles.

Подбор и формирование математического аппарата для оптимизации процесса обеспечения объекта вооружения и военной техники (далее – ВВТ) требуемой работоспособностью в настоящей статье проводится с использованием материалов таких научных источников, как [1...4].

В общем виде надежность объекта ВВТ как сложной технической системы можно описать в виде следующего выражения:

$$R_j = \prod_{i=1}^n R_{ij}; \quad j = \overline{1, k}, \quad (1)$$

где R_{ij} – j -й показатель надежности i -го эле-

мента (детали, узла, агрегата) объекта ВВТ.

Требование по обеспечению надежности ВВТ в общем виде определяется следующим соотношением:

$$\prod_{i=1}^n R_{ij} \geq R_{j0}; \quad j = \overline{1, k}, \quad (2)$$

где R_{j0} – требуемый уровень j -го показателя надежности объекта ВВТ.

Из теории оптимизации показателей надежности технических систем известно, что данная величина должна задаваться с запасом в 1,2...1,5 раза, т.е. требуемый уровень показателей надежности объекта ВВТ для

процесса его эксплуатации должен быть в 1,2...1,5 раза меньше, чем максимально возможные показатели, заложенные в конкретном изделии во время его производства до ввода в эксплуатацию.

В общем виде целевую функцию затрат на обеспечение требуемого уровня надежности объекта ВВТ можно записать в виде следующего выражения:

$$C = f(R_{ij}); i = \overline{1, n}; j = \overline{1, k}. \quad (3)$$

Будем полагать, что с повышением надежности каждого элемента (детали, узла, агрегата) объекта ВВТ при постоянном уровне надежности других элементов скорость роста затрат непрерывно повышается и целевая функция затрат имеет строго монотонный выпуклый характер.

Задача оптимизации показателей надежности элементов объекта ВВТ сводится к задаче минимизации затрат на осуществление требуемого уровня надежности на протяжении всех этапов эксплуатации данного объекта, что можно записать следующим образом:

$$C_{min} = \min_{R_{ij}} f(R_{ij}) = f(R_{ij}^*), \quad (4)$$

где R_{ij}^* – значение показателей надежности элементов объекта ВВТ, при обеспечении которых затраты на эксплуатацию машины минимальны.

Если учесть требование к обеспечению надежности (формула 3) объекта ВВТ, то вместо R_{ij}^* в формуле (4) можно использовать выражение:

$$\prod_{i=1}^n R_{ij}^* - R_{j0} \geq 0; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, k}. \quad (5)$$

Сформированная здесь задача для оптимизации затрат является задачей поиска условного минимума и с учетом характера целевой функции затрат, а также ограничений (5) может быть решена с использованием методов нелинейного программирования. При решении этой задачи область поиска оптимальных значений показателей надежности элементов (деталей, узлов, агрегатов) объекта ВВТ находится в следующих пределах:

$$R_{j0} < R_{ij} < I; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, k}, \quad (6)$$

где R_{j0} – требуемый уровень j -го показателя надежности объекта ВВТ.

В более общем виде область поиска оптимальных значений показателей надежности объекта ВВТ можно записать следующим образом:

$$R_{j0} < R_{ij \min} \leq R_{ij} \leq R_{ij \max} < I; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, k}, \quad (7)$$

где $R_{ij \min}$, $R_{ij \max}$ – есть соответственно минимально и максимально возможные значения j -го показателя надежности i -го элемента объекта ВВТ.

При большом числе различных показателей надежности объекта ВВТ могут возникать трудности при поиске оптимальных значений. Поэтому первоначально рассмотрим наиболее простой случай, когда анализируется всего лишь один показатель надежности указанного технического изделия.

Используем для этого формулу (1), логарифмирование которой позволяет записать выражение для анализа одного показателя надежности объекта ВВТ:

$$\ln R = \sum_{i=1}^n \ln R_i. \quad (8)$$

В этом случае вместо ограничения (2) записываем ограничение для данного показателя:

$$\prod_{i=1}^n R_i \geq R_0, \quad (9)$$

где R_0 – допустимое значение оцениваемого показателя надежности объекта ВВТ.

Следовательно, в данном случае можно записать, что $\sum_{i=1}^n \ln R_i \geq \ln R_0$ или $\sum_{i=1}^n \ln R_i - \ln R_0 \geq 0$, тогда соотношение (7) преобразуется к виду

$$\ln R_0 < \ln R_{i \min} \leq \ln R_i \leq \ln R_{i \max} < 0. \quad (10)$$

Область возможных решений приведенного выше неравенства представляет собой ограниченное пространство, которому соответствует следующее соотношение [3]

$$\sum_{i=1}^n \ln R_i - \ln R_0 = 0. \quad (11)$$

Разделив данное равенство $\ln R_0$ и проведя соответствующий перенос, получим следующее выражение для условия обеспечения надежности объекта ВВТ по анализируемому показателю:

$$\frac{1}{\ln R_0} \sum_{i=1}^n \ln R_i = \sum_{i=1}^n x_i = 1, \quad (12)$$

где переменные

$$x_i = \frac{\ln R_i}{\ln R_0}; \quad i = \overline{1, n} \quad (13)$$

являются положительными и с учетом выполнения указанного выше условия изменяются в области $0 \leq x_i \leq 1, i = \overline{1, n}$.

Величины, определяемые по формуле (13), будем называть преобразованными показателями надежности (далее – ППН) объекта ВВТ изделия.

При выборе любых значений показателей надежности \tilde{R}_i элемента (детали, узла, агрегата) объекта ВВТ, удовлетворяющих условию (11) обеспечения требуемой надежности в сочетании с увеличением значения одного оцениваемого показателя надежности данного элемента, имеет место соотношение:

$$f(R_i > \tilde{R}_i) > f(\tilde{R}); \quad i = \overline{1, n}. \quad (14)$$

С учетом этого выражения условие минимизации эксплуатационных затрат (4) при одном показателе надежности объекта ВВТ можно записать следующим образом:

$$C_{min} = \min_{R_i} f(R_i) = f(R_i^*); \quad R_i \in \rho; \quad i = \overline{1, n}, \quad (15)$$

где R_i^* – оптимальное значение показателя надежности i -го элемента объекта ВВТ;

ρ – область значений показателей надежности элементов объекта ВВТ, удовлетворяющих условию (12).

Имея указанное выше условие минимизации эксплуатационных затрат, с помощью формулы (13) определяются значения оцениваемого показателя надежности элементов (детали, узлы, агрегаты) объекта ВВТ

$$\ln R_i = x_i \ln R_0; \quad i = \overline{1, n}. \quad (16)$$

Полученные в результате этих расчетов значения показателя надежности подставляются в формулу (15), и таким образом определяется множество решений для минимизации (оптимизации) целевой функции эксплуатационных затрат, необходимых для обеспечения требуемого уровня оцениваемого показателя надежности объекта ВВТ.

Авторы научного справочника [3] установили, что в ряде случаев целевую функцию затрат, включая эксплуатационные, можно

представить в виде следующей функции:

$$C = \alpha_0 \prod_{i=1}^n e^{\alpha_i R_i} = \alpha_0 \exp \sum_{i=1}^n \alpha_i R_i; \quad \alpha_0 > 0; \quad \alpha_i > 0. \quad (17)$$

Приведенную здесь зависимость назовем функцией эксплуатационных затрат, главной особенностью которой является возможность аналитического нахождения минимума эксплуатационных затрат при условии выполнения ограничений по показателю надежности оцениваемого объекта ВВТ:

$$\prod_{i=1}^n R_i = R_0, \quad (18)$$

где R_0 – допустимое значение показателя надежности объекта ВВТ $R_0 < R_i < 1; i = \overline{1, n}$.

Минимальное значение затрат находим из следующего выражения [3]:

$$C_{min} = \exp n \sqrt[n]{R_0 \prod_{i=1}^n \alpha_i}, \quad (19)$$

а для нахождения оптимального значения показателей надежности оцениваемого элемента объекта ВВТ преобразуем данное выражение в следующий вид:

$$R_i^* = n \sqrt[n]{\frac{R_0}{\alpha_i^{n-1}} \prod_{j \neq i=1}^n \alpha_j}; \quad i = \overline{1, n}. \quad (20)$$

Учитывая, что оптимальные значения показателей надежности объекта ВВТ, определяемые по приведенному выше выражению, удовлетворяют условию заданных ограничений для этих показателей (формула 18), то преобразуя данные формулы, получаем следующее соотношение:

$$\prod_{i=1}^n R_i^* = R_0 \prod_{i=1}^n \sqrt[n]{\frac{\alpha_i}{\prod_{j \neq i=1}^n \alpha_j}} = R_0. \quad (21)$$

Теперь можно получить целевую функцию оптимизации эксплуатационных затрат для большего, чем один, числа элементов объекта ВВТ.

В данном случае можно применить процесс аппроксимации зависимостей затрат с использованием экспоненциальной целевой функции общих затрат. Этот процесс составляет процедуру вычисления оценок неизвестных параметров α_0 и α_i по совокупности значений затрат ($C_{ij}; U = \overline{1, N}$), соответствующих различным значениям показателей надежности оцениваемого элемента (деталь, узел, агрегат) объекта ВВТ, удовлетворяющих усло-

вие выполнения ограничений по показателю его надежности (формула 18). Оценка неизвестных параметров осуществляется решением системы нелинейных уравнений:

$$C_U - \alpha_0 \exp \sum_{h=1}^n \alpha_i R_{iU} = 0; U = \overline{1, n+1}, \quad (22)$$

которую путем логарифмирования экспоненциальной целевой функции затрат преобразуем в следующую систему линейных уравнений:

$$\ln C_U - \ln \alpha_0 - \sum_{i=1}^n \alpha_i R_{iU} = 0; U = \overline{1, n+1}. \quad (23)$$

Найденные (исходные) оценки параметров ($\tilde{a}_{0(n+2)}$; $\tilde{a}_{i(n+2)}$) используем для определения с помощью формул (19 и 20) исходных оценок минимума затрат (\tilde{C}_{n+2}) и оптимальных значений показателей надежности ($\tilde{R}_{i(n+2)}^*$) оцениваемого элемента объекта ВВТ.

Одновременно с выявлением исходных оптимальных значений показателей надежности оцениваемого элемента объекта ВВТ определяем прогнозируемые эксплуатационные затраты (c_{n+2}) с использованием расчетных методов (машинных программ) и сравниваем с эксплуатационными затратами, полученными по формуле (19), приводя их к соответствию путем корректировки требуемого уровня оцениваемых показателей надежности объекта ВВТ или корректировкой установленных для него норм эксплуатационных затрат. Используя настоящую модель, можно решать задачи минимизации затрат на эксплуатацию объекта ВВТ с несколькими показателями надежности при наличии ограничений на другие виды затрат.

При независимых затратах по каждому показателю надежности объекта ВВТ найдем минимальные затраты, которые затем суммируем. Если целевая функция затрат учитывает взаимное влияние затрат по каждому из показателей надежности объекта ВВТ, то поиск минимума затрат необходимо проводить одновременно по всем преобразованным показателям надежности элементов данного объекта. Полученные оптимальные значения показателей надежности элементов объекта ВВТ анализируют и уточняют с учетом возможности практической реализации.

Может оказаться, что одновременно с целевой функцией одного вида эксплуатацион-

ных затрат имеются ограничения по другим видам затрат, что необходимо учитывать при минимизации централизованной функции эксплуатационных затрат.

Пусть по каждому виду затрат на обеспечение надежности объекта ВВТ имеются функции ограничений, аналогичные по характеру:

$$\bar{Y}_j(R_i) = \varphi_j(R_i); j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}, \quad (24)$$

а также имеются ограничения следующего вида:

$$Y_{j \min} \leq Y_j(R_i) \leq Y_{j \max}; j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}, \quad (25)$$

где $Y_{j \min}$ и $Y_{j \max}$ – минимально и максимально допустимые значения j го вида затрат.

Тогда по каждой функции (с учетом формул (24) и (25)) образуются следующие соотношения, которые при изменении значений показателей надежности элементов объекта ВВТ могут быть знакопеременными.

$$\begin{aligned} \varphi_j(R_i)_1 &= Y_j(R_i) - Y_{j \min}; j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}; \\ \varphi_j(R_i)_2 &= Y_{j \max} - Y_j(R_i); j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (26)$$

Так, при выполнении ограничений (формула 25) функции принимают положительные и равные нулю значения. При невыполнении данных ограничений значения функций являются отрицательными. Свойства названных функций используют при поиске минимума затрат с учетом выполнения ограничений (25).

Первоначально проверяем возможность одновременного выполнения всех ограничений, что образует функцию, огибающую все возможные значения соотношений (26):

$$\varphi(R_i) = \min_{j,k} \{ \varphi_j(R_i) k / (Y_{j \max} - Y_{j \min}) \}; \quad (27)$$

$$j = \overline{1, m}; k = 1, 2; i = \overline{1, n}.$$

Полученное выражение назовем обобщенной функцией ограничений. При выполнении всех ограничений обобщенная функция ограничений принимает положительные или равные нулю значения. Условие одновременного выполнения всех ограничений (25) в данном случае имеет следующий вид:

$$\max \varphi(R_i) \geq 0; R_i \in \rho; i = \overline{1, n}, \quad (28)$$

где ρ – область значений показателей надежности элементов объекта ВВТ, удовлетворяющих условию (11).

При проверке условия (28) необязательно находить максимум, а достаточно найти одно положительное значение обобщенной функции ограничений.

В научном справочнике по надежности технических систем [3] приводится методика определения минимума затрат при наличии ограничений для ситуации, когда изделие находится на стадии проектирования и производства.

Примем данную методику за прототип и разработаем последовательность поиска минимума эксплуатационных затрат при наличии ограничений на отдельные виды затрат:

– находим минимум затрат без учета ограничений;

– затем оптимальные значения (R_i^*) показателей надежности оцениваемого элемента объекта ВВТ подставляем в обобщенную функцию ограничений и вычисляем ее значение. Если при этом $\varphi(R_i^*) \geq 0, i = \overline{1, n}$, то найденный минимум затрат является искомым. В противном случае необходимо уточнить искомый минимум затрат (C_{min});

– для уточнения (C_{min}) образуем функцию задачи:

$$\tilde{C}(R_i, C) = \frac{1}{C_{min}} [C - f(R_i)]; i = \overline{1, n}, \quad (29)$$

где $C > C_{min}$ – является параметром, значение которого изменяется в процессе уточнения минимума затрат, т.е. это уточняющий параметр.

Теперь функцию (выражение (29)) объединяем с обобщенной функцией ограничений (выражение (27)) и получим огибающую их функцию следующего вида:

$$Y(R_i, C) = \min \tilde{C}(R_i, C) \vee \varphi(R_i); i = \overline{1, n}. \quad (30)$$

Полученная огибающая функция называется обобщенной целевой функцией эксплуатационных затрат. Положительные и равные нулю значения обобщенной целевой функции эксплуатационных затрат соответствуют выполнению заданных ограничений (25);

– при помощи обобщенной целевой функции эксплуатационных затрат записываем условие нахождения минимума затрат с учетом выполнения заданных ограничений (25) в виде следующего выражения:

$$\min_C \max_{R_i} Y(R_i, C) = \max_{R_i} Y(R_i, C^*) = 0; R_i \in \rho; i = \overline{1, n}. \quad (31)$$

После этого проводим поиск искомого (оптимального) значения C^* , для чего уточняющему параметру задают различные значения (не менее трех) $C_{min} < C_1 < C_2 < \dots < C_N$ и для каждого значения определяем соответствующие максимальные значения обобщенной целевой функции эксплуатационных затрат по формуле (30):

$$Y(C_u)_{max} = \max_{R_i} Y(R_i, C_u); R_i \in \rho; u = \overline{1, N}. \quad (32)$$

Проведенными в настоящей статье аналитическими исследованиями сформирован математический аппарат для оптимизации затрат в целях обеспечения надежности объекта вооружения и военной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. Т. 2. Математические методы в теории надежности и эффективности / Под ред. Б.В. Гнеденко. – Москва: Машиностроение, 1987. – 280 с.
2. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. Т. 3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 328 с.

REFERENCES

1. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnikе: spravochnik: v 10 t. T. 2. Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti i effektivnosti / Pod red. B.V. Gnedenko. – Moskva: Mashinostroenie, 1987. – 280 s.
2. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnikе: spravochnik: v 10 t. T. 3. Effektivnost' tehnicheskikh sistem / Pod obsch. red. V.F. Utkina, Yu.V. Kryuchkova. – Moskva: Mashinostroenie, 1988. – 328 s.

3. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. Т. 5. Проектный анализ надежности / Под ред. В.И. Патрушева, А.И. Рембезы. – Москва: Машиностроение, 1988. – 316 с.

4. Смирнов, Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1987. – 272 с.

3. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnikе: spravochnik: v 10 t. T. 5. Proektnyy analiz nadezhnosti / Pod red. V.I. Patrusheva, A.I. Rembezy. – Moskva: Mashinostroenie, 1988. – 316 s.

4. Smirnov, N.N. Obsluzhivanie i remont aviatsionnoy tehniky po sostoyaniyu / N.N. Smirnov, A.A. Itskovich. – 2-e izd., pererab. i dop. – Moskva: Transport, 1987. – 272 s.

Шефер Виктор Эдуардович – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Шаргаёв Алексей Александрович – кандидат технических наук, преподаватель кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Ядровская Наталья Викторовна – старший преподаватель кафедры теоретической механики; Якимускин Роман Васильевич – кандидат военных наук, преподаватель кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Шудькин Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники. Омский автобронетанковый инженерный институт.

Schefer Viktor Eduardovich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Shargaev Aleksey Aleksandrovich – Cand. Sc. {Engineering}, Lecturer at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Ydrovskaya Natal'ya Viktorovna – Senior Lecturer at the Engineering Mechanics Department; Yakimushkin Roman Vasil'evich – Cand. Sc. {Military}, Lecturer at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Shudykin Aleksandr Sergeevich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute.

Статья поступила в редакцию 12.03.2021

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ НЕВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ВОЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.В. Нагорных, В.Э. Шефер, А.А. Шаргаёв, Н.В. Ядровская, А.С. Шудыкин
Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии
материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otiu@mil.ru

В статье подобраны наиболее информативные показатели технического состояния объектов ВВТ, которые предлагается использовать для практики учета и оценки надежности военных технических систем.

Ключевые слова: военные технические системы, безотказная работа изделия.

MATHEMATICAL APPARATUS FOR ASSESSING RELIABILITY INDICATORS FOR NON-RECOVERABLE MILITARY TECHNICAL PRODUCTS

A.V. Nagornyyh, V.E. Shefer, A.A. Shargaev, N.V. Yadrovskaya, A.S. Shudykin
Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch) of Khrulev Military
Academy of Logistics in Omsk
Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otiu@mil.ru

The article selects the most informative indicators of the technical condition of the objects of weapons and military equipment, which are proposed to be used for the practice of accounting and evaluating the reliability of military technical systems.

Keywords: military technical systems, failure-free operation of the product.

Оценивая используемые ныне показатели технического состояния применительно к объектам вооружения и военной техники (ВВТ) и учитывая, что технические изделия для обеспечения ведения боевых действий относятся к первой (жесткой) группе надежности, а также основываясь на анализе научных источников [1 ... 10], в настоящей работе подобраны наиболее информативные показатели технического состояния объектов ВВТ, которые предлагается использовать для практики учета и оценки надежности военных технических систем.

1. Вероятность безотказной работы военного изделия в интервале времени от 0 до t_0 :

– при вероятностной методике оценки вероятность безотказной работы в установленном интервале времени определяется по выражению:

$$p(t_0) = p(0; t_0) = P\{\xi_1 \geq t_0\} = 1 - F_1(t_0), \quad (1)$$

где $p(t_0)$ – вероятность того, что изделие, начав работать в момент времени $t = 0$, не откажет в течение заданного времени работы t_0 , или вероятность того, что наработка изделия до отказа будет больше заданного времени работы t_0 ; $F_1(t_0)$ – распределение времени до первого отказа; ξ_1 – случайная наработка изделия до первого отказа;

– при статистической методике оценки вероятность безотказной работы в установ-

ленном интервале времени определяется по выражению:

$$\hat{p}(t_0) = N(t_0)/N_0 = 1 - n(t_0)/N_0, \quad (2)$$

где $\hat{p}(t_0)$ – отношение числа изделий, работоспособных в начальный момент времени t_0 , к числу изделий, работоспособных в начальный момент времени $t = 0$, или часть события, заключающегося в том, что время работы изделия до отказа окажется больше заданного времени работы t_0 ; $N(t_0)$ – число изделий, работоспособных к моменту времени t_0 ; $n(t_0)$ – число изделий, отказавших к моменту времени t_0 .

2. *Вероятность безотказной работы изделия в интервале времени от t до $(t + t_0)$:*

– при вероятностной методике оценки вероятность безотказной работы в установленном интервале времени определяется по выражению:

$$\begin{aligned} p(t, t + t_0) &= p\{\xi_1 > t + t_0 | \xi_1 > t\} = \\ &= p(0, t + t_0) / p(0, t) = p(t + t_0) / p(t), \end{aligned} \quad (3)$$

где $p(t, t + t_0)$ – вероятность того, что изделие будет безотказно работать в течение заданного времени работы t_0 , начинающегося с момента времени t , или условная вероятность того, что случайная наработка изделия до отказа будет больше величины $(t + t_0)$ при условии, что изделие уже проработало безотказно до момента времени t_0 ;

– при статистической методике оценки вероятность безотказной работы в установленном интервале времени определяется по выражению:

$$\hat{p}(t, t + t_0) = N(t + t_0) / N(t), \quad (4)$$

где $\hat{p}(t, t + t_0)$ – отношение числа изделий, проработавших безотказно до момента времени $(t + t_0)$, к числу изделий, проработавших к моменту времени t , или часть события, состоящего в том, что реализация наработки изделия до отказа будет больше $(t + t_0)$ при условии, что эта реализация больше величины t .

3. *Вероятность отказа изделия в интервале времени от 0 до t_0* определяется по типовой формуле:

$$Q(t_0) = 1 - p(t_0) \text{ и } \hat{Q}(t_0) = 1 - \hat{p}(t_0). \quad (5)$$

4. *Вероятность отказа изделия в интервале времени от t до $(t + t_0)$* определяется через вероятность безотказной работы:

$$Q(t, t + t_0) = 1 - p(t, t + t_0) = [p(t) - p(t + t_0)] / p(t). \quad (6)$$

5. *Плотность распределения отказов $f(t)$:*
– при вероятностной методике оценки плотность распределения отказов определяется по следующему выражению:

$$f(t) = \frac{d}{dt} F(t) = \frac{d}{dt} Q(t) = -\frac{d}{dt} p(t), \quad (7)$$

где $f(t)$ – плотность вероятности того, что время работы изделия до отказа окажется меньше t , или плотность вероятности отказа к моменту времени t ;

– при статистической методике оценки плотность распределения отказов определяется по следующему выражению:

$$f(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{N(t + \Delta t) - N(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{\Delta n(t, t + \Delta t)}{N(t)\Delta t}, \quad (8)$$

где $f(t)$ – отношение числа отказов в интервале времени $[t, t + \Delta t]$ к произведению числа работоспособных изделий в начальный момент времени $t = 0$ на длительность интервала времени Δt ; $\Delta n(t, t + \Delta t)$ – число изделий, отказавших в интервале времени $[t, t + \Delta t]$.

6. *Интенсивность отказов изделия в момент времени t :*

– при вероятностной методике оценки интенсивность отказов изделия определяется по следующему выражению:

$$\lambda(t) = \frac{1}{1 - F(t)} \cdot \frac{d}{dt} F(t) = f(t) / p(t), \quad (9)$$

где $\lambda(t)$ – условная плотность вероятности отказа изделия к моменту времени t при условии, что до этого момента отказа изделия не последовало;

– при статистической методике оценки интенсивность отказов изделия определяется по следующему выражению:

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{N(t + \Delta t) - N(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{\Delta n(t, t + \Delta t)}{N(t)\Delta t}, \quad (10)$$

где $\hat{\lambda}(t)$ – отношение числа отказов в интервале времени $[t, t + \Delta t]$ к произведению числа исправных изделий в момент времени t на длительность интервала Δt .

7. Средняя наработка изделия до отказа: – при вероятностной методике оценки средняя наработка изделия до отказа устанавливается по следующей формуле:

$$T_1 = M\{\xi_1\} = \int_0^{\infty} x f(x) dx = \int_0^{\infty} x dQ(x) = \int_0^{\infty} p(x) dx, \quad (11)$$

где T_1 – математическое ожидание (среднее значение) времени работы изделия до отказа;

– при статистической методике оценки средняя наработка изделия до отказа устанавливается по следующей формуле:

$$\hat{T}_1 = \frac{1}{N(0)} (\xi_1^{(1)} + \xi_1^{(2)} + \dots + \xi_1^{N(0)}) = \frac{1}{N(0)} \sum_{i=1}^{N(0)} \xi_1^{(i)}, \quad (12)$$

где ξ_1^i – реализация случайной наработки ξ_1 для i -го изделия.

8. Дисперсия времени безотказной рабо-

ты изделия определяется по следующему выражению:

$$D\{\xi_1\} = M(\xi_1 - T_1)^2 = \int_0^{\infty} (x - T_1)^2 dF(x) = \int_0^{\infty} x^2 dF(x) - T_1^2, \quad (13)$$

где величина $\sigma = \sqrt{D(\xi_1)}$ – среднее квадратическое отклонение времени работы изделия до отказа от своего среднего T_1 .

Задание любой обозначенной в настоящей работе функции для показателей надежности: вероятность безотказной работы изделия в интервале времени $p(t)$; вероятность отказа изделия в заданном интервале времени $Q(t)$; плотность распределения отказов $\lambda(t)$ – дает исследователю возможность определить три остальные функции (табл. 1).

Таблица 1

Функциональные связи между показателями надежности

Показатели надежности			
Вероятность отказа $Q(t)$	Вероятность безотказной работы $p(t)$	Плотность распределения $f(t)$	Интенсивность отказов $\lambda(t)$
$Q(t)$	$1 - Q(t)$	$\int_0^t f(x) dx$	$1 - \exp\left[-\int_0^t \lambda(x) dx\right]$
$1 - Q(t)$	$p(t)$	$\int_0^{\infty} f(x) dx$	$\exp\left[-\int_0^t \lambda(x) dx\right]$
$\frac{d}{dt} Q(t)$	$-\frac{d}{dt} p(t)$	$f(t)$	$\lambda(t) \exp\left[-\int_0^t \lambda(x) dx\right]$
$\frac{\frac{d}{dt} Q(t)}{1 - Q(t)}$	$-\frac{d}{dt} [\ln p(t)]$	$\frac{f(t)}{\int_0^{\infty} f(x) dx}$	$\lambda(t)$

В результате проведенных в настоящей статье аналитических изысканий получен корректный математический аппарат для оценки показателей надежности невосстанав-

ливаемых технических изделий, которые имеются в любом современном образце вооружения и военной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барзилович, Е.Ю. Эксплуатация авиационных систем по состоянию / Е.Ю. Барзилович, В.Ф. Воскобоев. – Москва: Транспорт, 1981. – 197 с.
2. Барлоу, Р. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность: пер. с англ. / Р. Барлоу, Ф. Прошан. – Москва: Наука, 1985. – 328 с.
3. Надежность и эффективность в технике: справочник. В 10 т. Т. 1. Методология. Организация. Терминология / под ред. А.И. Рембезы. – Москва: Машиностроение, 1989. – 224 с.
4. Надежность и эффективность в технике: справочник. В 10 т. Т. 2. Математические методы в теории надежности и эффективности / Под ред. Б.В. Гнеденко. – Москва: Машиностроение, 1987. – 280 с.
5. Надежность и эффективность в технике: справочник. В 10 т. Т. 3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 328 с.
6. Надежность и эффективность в технике: справочник. В 10 т. Т. 5. Проектный анализ надежности / Под ред. В.И. Патрушева, А.И. Рембезы. – Москва: Машиностроение, 1988. – 316 с.
7. Надежность и эффективность в технике: справочник. В 10 т. Т. 8. Эксплуатация и ремонт / Под ред. В.И. Кузнецова, Е.Ю. Барзиловича. – Москва: Машиностроение, 1990. – 320 с.
8. Надежность и эффективность в технике: справочник. В 10 т. Т. 9. Техническая диагностика / Под ред. В.В. Клюева, П.П. Пархоменко. – Москва: Машиностроение, 1987. – 352 с.
9. Смирнов, Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1987. – 272 с.
10. Тихомиров, А. Эксплуатация авиационной техники по состоянию / А. Тихомиров // *Авиация и космонавтика*. – 1982. – № 2. – С. 36–37.

Нагорных Алексей Владимирович – преподаватель кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Шефер Виктор Эдуардович – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Шаргаев Алексей Александрович – кандидат технических наук, преподаватель кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники; Ядровская Наталья Викторовна – старший преподаватель кафедры теоретической механики. Шудыкин Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники. Омский автобронетанковый инженерный институт.

REFERENCES

1. Barzilovich, E.Yu. Ekspluatatsiya aviatsionnyh sistem po sostoyaniyu / E.Yu. Barzilovich, V.F. Voskoboev. – Moskva: Transport, 1981. – 197 s.
2. Barlou, R. Statisticheskaya teoriya nadezhnosti i ispytaniya na bezotkaznost': per. s angl. / R. Barlou, F. Proshan. – Moskva: Nauka, 1985. – 328 s.
3. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnike: spravochnik. V 10 t. T. 1. Metodologiya. Organizatsiya. Terminologiya / Pod red. A.I. Rembezy. – Moskva: Mashinostroenie, 1989. – 224 s.
4. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnike: spravochnik: v 10 t. T. 2. Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti i effektivnosti / Pod red. B.V. Gnedenko. – Moskva: Mashinostroenie, 1987. – 280 s.
5. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnike: spravochnik: v 10 t. T. 3. Effektivnost' tehniceskikh sistem / Pod obsch. red. V.F. Utkina, Yu.V. Kryuchkova. – Moskva: Mashinostroenie, 1988. – 328 s.
6. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnike: spravochnik: v 10 t. T. 5. Proektnyy analiz nadezhnosti / Pod red. V.I. Patrusheva, A.I. Rembezy. – Moskva: Mashinostroenie, 1988. – 316 s.
7. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnike: spravochnik: v 10 t. T. 8. Ekspluatatsiya i remont / Pod red. V.I. Kuznetsova, E.Yu. Barzilovicha. – Moskva: Mashinostroenie, 1990. – 320 s.
8. Nadezhnost' i effektivnost' v tehnike: spravochnik: v 10 t. T. 9. Tehnicheskaya diagnostika / Pod red. V.V. Klyueva, P.P. Parhomenko. – Moskva: Mashinostroenie, 1987. – 352 s.
9. Smirnov, N.N. Obsluzhivanie i remont aviatsionnoy tehniky po sostoyaniyu / N.N. Smirnov, A.A. Itskovich. – 2-e izd., pererab. i dop. – Moskva: Transport, 1987. – 272 s.
10. Tihomirov, A. Ekspluatatsiya aviatsionnoy tehniky po sostoyaniyu / A. Tihomirov // *Aviatsiya i kosmonavtika*. – 1982. – № 2. – S. 36–37.

Nagornyyh Aleksey Vladimirovich – Lecturer at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Schefer Viktor Eduardovich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Shargaev Aleksey Aleksandrovich – Cand. Sc. {Engineering}, Lecturer at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department; Yadrovskaya Natal'ya Viktorovna – Senior Lecturer at the Engineering Mechanics Department; Shudykin Aleksandr Sergeevich – Cand. Sc. {Engineering}, Associate Professor at the Armored and Automotive Vehicles Operation Department. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute.

Статья поступила в редакцию 12.03.2021

ДВУХЭТАПНЫЙ ПУСК ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАРТЕРОМ

В.И. Никорчук¹, А.Ю. Башко¹, Р.М. Ержанов¹, Е.Б. Амержанов²

¹Военная академия материально-технического обеспечения

имени генерала армии А.В. Хрулева

Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова д.8, vatt@mail.ru.

²Общевойсковая академия вооруженных сил

Россия, 119121, Москва, пр-д Девичьего поля

Традиционный пуск двигателя внутреннего сгорания (далее – ДВС) – это прокрутка системы «двигатель-стартер» после зацепления привода электростартера с венцом маховика.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания (ДВС), двигатель постоянного тока, динамический (инерционный) момент.

TWO-STAGE START OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH THE ELECTRIC STARTER

V.I. Nikorchuk¹, A.Yu. Bashko¹, R.M. Erzhanov¹, E.B. Amerzhanov²

¹Khrulev Military Academy of Logistics

Russia, 199034, St. Petersburg, nab. Makarova, 8, vatt@mil.ru

²VUNTS OVA VS RF

Russia, 119121, Moskva, pr-d Devichjego polya

The traditional start of the internal combustion engine is the scrolling of the «engine-starter» system after the electric starter drive engages with the flywheel crown.

Keywords: internal combustion engine, direct current motor, dynamic (inertial) moment.

Традиционный пуск ДВС осуществляется за счет зацепления привода электростартера с венцом маховика, который требует высокой отдачи от аккумулятора и стартера, особенно в зимний период. Дело в том, что в качестве стартера используется электродвигатель постоянного тока последовательного или смешанного возбуждения с «мягкой» механической характеристикой. Поэтому колебания момента $M_{сдв}$ сопротивления ДВС приводят к периодическим изменениям угловой скорости коленчатого вала, вызывая появление динамического (инерционного) момента, что

отрицательно влияет на качество пуска.

Все это хорошо видно из уравнения моментов при пуске (1):

$$M'_{cm} = M_{сдв} + J'_{дв} \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ'_{дв}}{d\alpha} + J'_a \frac{d\omega}{dt}, \quad (1)$$

где M'_{cm} – приведенный к коленчатому валу ДВС крутящий момент, создаваемый стартером;

$J'_{дв}$ – момент инерции вращающихся частей ДВС, приведенный к коленчатому валу;

ω – угловая скорость вращения коленчатого вала;

$\alpha = \omega t$ – угол поворота коленчатого вала;
 J'_a – момент инерции якоря стартера, приведенный к коленчатому валу.

Кроме того, угол α можно считать пропорциональным времени и, значит, момент сопротивления и момент инерции ДВС тоже изменяются в зависимости от времени по закону (2):

$$M_{сmдв} = M_0 + M_{ca} \sin vt, \quad (2)$$

где M_0 – амплитуда колебания переменной составляющей момента сопротивления;

$v = 2\pi/T_u$ – частота колебания переменной составляющей момента сопротивления.

Даже беглый взгляд на приведенные выше уравнения показывает, что для облегчения пуска ДВС и снижения связанных с этим энергетических затрат правые части уравнений желательно уменьшить. Причем возможности такого уменьшения, в принципе, есть как у «двигателистов», так и у «электриков». В частности, последние могут применять двухэтапный пуск ДВС. То есть пуск, когда сначала

запускается вхолостую электростартер, а затем крутящий момент, плавно через муфту передается ДВС. Очевидно, что при данном варианте стартер может развить мощность N_{cm} , достаточную для раскрутки коленчатого вала, при небольшом крутящем моменте, следовательно, без нагрузок на аккумуляторную батарею. Ведь $N_{e cm} = M_{cm} \omega_{cm}$. Значит, в качестве стартера можно использовать электродвигатель с параллельным возбуждением, который имеет более «жесткую» механическую характеристику, значительно снижающую неравномерность вращения коленчатого вала и тем самым – повышающую надежность пуска.

Все это иллюстрируется в рисунке 1, на котором приведены механические характеристики двигателей постоянного тока последовательного (кривая 1) и параллельного (прямая 2) возбуждения, а также момент сопротивления ДВС при пуске (кривая 3). Кроме того, такой электродвигатель можно использовать не только в стартерном, но и в генераторном режиме, т.е. как стартер-генератор.

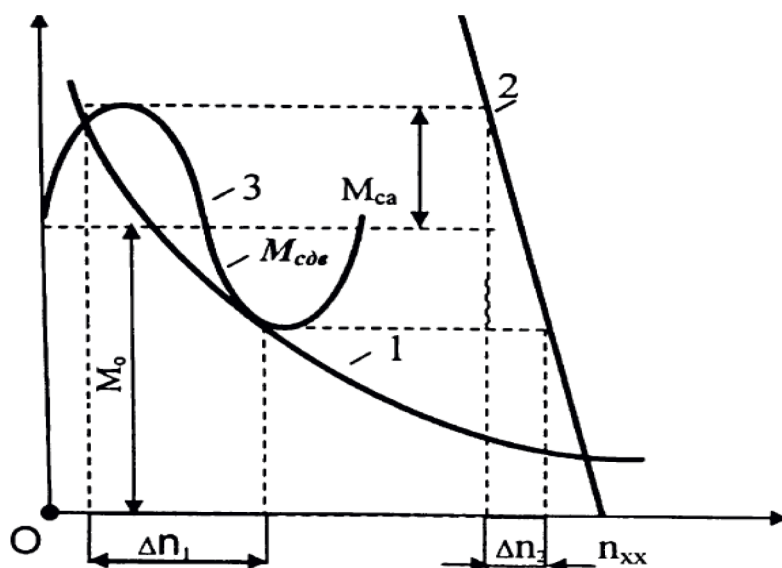


Рис. 1. Механические «жесткостные» характеристики электродвигателей постоянного тока:
 1 – с последовательным возбуждением; 2 – параллельного возбуждения;
 3 – момент сопротивления ДВС при пуске

При двухэтапном пуске последний член первого из приведенных выше уравнений, $J'_a = \frac{d\omega}{dt}$, как нагрузка для стартера при пуске отсутствует и переходит в левую сторону, т.е. суммируется с M'_{cm} и помогает пуску. Причем эта помощь тем больше, чем больше промежу-

точных звеньев между стартером и ДВС (редуктор, муфта и т.п.). И если сравнивать одноэтапный классический пуск с двухэтапным, то во втором случае получается снижение энергетических затрат W , равное двукратной величине кинетической энергии W_a вращающегося

якоря стартера и промежуточных звеньев, то есть можно записать: $\Delta W = 2W_r = J_r \omega_r^2$. Зная этот энергетический выигрыш, определим запас ΔN_{cm} мощности стартера, приобретаемый при двухэтапном пуске (3):

$$\Delta N_{cm} = \frac{dW}{dt} = 2 J_r \omega_r = \frac{d\omega_r}{dt}, \quad (3)$$

где ΔN_{cm} – мощность стартера, приобрета-

емая при двухэтапном пуске;

dW – динамическое снижение энергетических затрат;

J_r – момент инерции якоря стартера, приведенный к коленчатому валу;

ω_r – угловая скорость вращения якоря;

dt – динамический момент времени;

$d\omega_r$ – динамический момент угловой скорости вращения якоря.

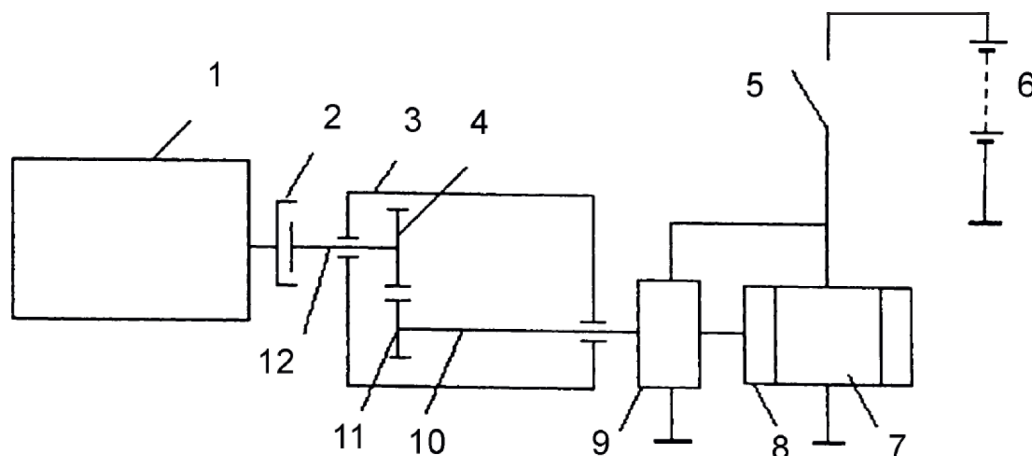


Рис. 2. Система двухступенчатого пуска ДВС

1 – ДВС; 2 – сцепление; 3 – коробка передач; 4 и 11 – зубчатые колеса;

5 – выключатель стартера (замок зажигания); 6 – аккумуляторная батарея; 7 – электростартер; 8 – редуктор электростартера; 9 – электромагнитная муфта; 10 – промежуточный вал коробки передач; 12 – входной вал

Таково чисто теоретическое решение задач. Вариант его практической реализации показан на рисунке 2. И заключается он в следующем. Электростартер 7 с редуктором 8 через электромагнитную муфту 9 присоединен к промежуточному валу 10 коробки передач 3 транспортного средства. Такое подключение электростартера обеспечивает двухступенчатый плавный пуск ДВС через штатную муфту сцепления 2 транспортного средства и дает большой энергетический выигрыш при пуске за счет использования моментов инерции якоря стартера и промежуточных звеньев.

Работает система таким образом: для пуска двигателя рычаг коробки передач удерживают в нейтральном положении и выжимают муфту сцепления. Затем выключателем запитывают от аккумуляторной батареи электростартер и электромагнитную муфту. В итоге вращение от стартера через промежуточный вал коробки передач и зубчатые колеса

передается ее первичному валу. Водитель, плавно отпускает педаль сцепления, и двигатель 1 запускается. После чего выключатель размыкается, электромагнитная муфта и электростартер выключаются.

Таким образом, система двухэтапного пуска ДВС транспортного средства имеет как минимум пять неоспоримых преимуществ перед традиционными системами: во-первых, электростартер при пуске получает дополнительную энергию в виде кинетической энергии своего вращающегося якоря и промежуточных звеньев; во-вторых, она дает возможность использовать электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением, имеющий более «жесткую» механическую характеристику и обеспечивающий более равномерное вращение коленчатого вала; в-третьих, стартер и аккумуляторная батарея работают в менее напряженном режиме, чем при традиционном пуске, что повышает их ресурс;

в-четвертых, стартер при таком способе пуска можно использовать в качестве генератора и обойтись одной электрической машиной; в-пятых, эту электрическую машину можно применять в режиме генераторного торможения, т.е. для подзаряда аккумуляторной батареи.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что данная система применима для вооружения, военной и специальной

техники (ВВСТ) воинских частей, дислоцируемых в холодных климатических условиях (в районах Крайнего Севера), что сокращает время на подготовку ВВСТ к применению по предназначению, увеличив срок службы электрооборудования ВВСТ (в частности электро-стартера), а также продлевает ресурс использования аккумуляторных батарей, уменьшая пусковую нагрузку при запуске двигателя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вольдек, А.И. Электрические машины / А.И. Вольдек. – Ленинград: Энергия (Ленинградское отделение), 1978.
2. Кацман, М.М. Расчет и конструирование электрических машин: учебное пособие для техникумов / М.М. Кацман. – Москва: Энергоатомиздат, 1984.
3. Трантер, А.П. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей / А.П. Трантер. – ЗАО «Алфамер-Пабблишинг», 2005.
4. Эксплуатация и ремонт изделий военной техники. Термины и определения. ГОСТ РВ 0101–001–2007. – Москва: Издательство стандартов, 2007.
5. Эксплуатация вооружения и военной техники. – Санкт-Петербург: ВАМТО, 2016.

Никорчук Виктор Иванович – преподаватель кафедры управления техническим обеспечением; Башко Артем Юрьевич – слушатель факультета ВНГ РФ ФГКВОВУ ВО; Ержанов Рустам Маратович – слушатель факультета ВНГ РФ ФГКВОВУ ВО. Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва Министерства обороны Российской Федерации. Амержанов Ержан Банмаханович – слушатель ВУНЦ ОВА ВС РФ

REFERENCES

1. Vol'dek, A.I. Elektricheskie mashiny / A.I. Vol'dek. – Leningrad: Energiya (Leningradskoe otделение), 1978.
2. Katsman, M.M. Raschet i konstruirovaniye elektricheskikh mashin: Uchebnoye posobie dlya tehnikumov / M.M. Katsman. – Moskva: Energoatomizdat, 1984 g.
3. Tranter, A.P. Rukovodstvo po elektricheskomu oborudovaniyu avtomobiley / A.P. Tranter. – ZAO «Alfamer-Publishing», 2005.
4. Ekspluatatsiya i remont izdeliy voennoy tehniky. Terminy i opredeleniya. GOST RV 0101–001–2007. – Moskva: Izdatel'stvo standartov, 2007.
5. Ekspluatatsiya vooruzheniya i voennoy tehniky. – Sankt-Peterburg: VAMTO, 2016.

Nikorchuk Viktor Ivanovich – Lecturer at the Department of Materiel Management; Bashko Artem Yur'evich – Military Student; Erzhanov Rustam Maratovich – Military Student. Khrulev Military Academy of Logistics of the Ministry of Defense of the Russian Federation. Amerzhanov Erzhan Banmahanovich – Military Student of VUNTS OVA VS RF

Статья поступила в редакцию 23.03.2021

АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ СУЩЕСТВУЮЩИХ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПУСКА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ И ПУТЬ ИХ УСТРАНЕНИЯ

И.В. Матери¹, М.С. Корытов², Ю.А. Колунина³

*¹Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске
Россия, 644098, г. Омск, 14 военный городок, otii@mil.ru*

*²Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
Россия, 644080, г. Омск, пр. Мира, 5*

*³Омский государственный технический университет
Россия, 644050, г. Омск, пр. Мира, 11*

В статье рассмотрены основные существующие в настоящее время индивидуальные технические средства, предназначенные для тепловой подготовки и обеспечения готовности дизельных силовых установок военной автомобильной техники (ВАТ) к применению в условиях отрицательных температур. Выявлен ряд существенных недостатков в применении этих средств, а также предложен один из возможных путей их устранения.

Ключевые слова: надежный пуск, военная автомобильная техника, отрицательные температуры, силовая установка, технические средства обеспечения готовности силовой установки.

ANALYSIS OF THE SHORTCOMINGS OF THE EXISTING MEANS OF ENSURING THE START OF THE DIESEL ENGINE AND THE WAY TO ELIMINATE THEM

I.V. Materi¹, M.S. Korytov², Yu.A. Kolunina³

¹Omsk Tank-Automotive Engineering Institute (branch) of Khrulev Military Academy of Logistics in Omsk

Russia, 644098, Omsk, 14 voenny gorodok, otii@mil.ru

²Siberian State Automobile and Highway University

Russia, 644080, Omsk, prospekt Mira, 5

³Omsk State Technical University

Russia, 644050, Omsk, prospekt Mira, 11

The article considers the main currently existing individual technical means designed for thermal preparation and ensuring the readiness of diesel power plants of military automotive vehicles for use in conditions of negative temperatures. The authors identify a number of significant shortcomings in the use of these means. They propose one of the possible ways to eliminate them.

Keywords: reliable start, military automotive vehicles, negative temperatures, power plant, technical means of ensuring the readiness of the power plant.

Введение

Одним из основных оперативно-тактических свойств образца вооружения и военной

техники является готовность к применению по назначению. Это свойство обеспечивается путем снижения времени подготовки образ-

ца к использованию в различных, в том числе экстремальных, природно-климатических условиях. Сокращение времени приведения военной автомобильной техники в готовность к применению в условиях отрицательных температур зависит от таких факторов, как условия содержания техники (отапливаемое хранилище, неотапливаемое хранилище, открытая стоянка и т.д.), соответствующее оборудование мест хранения, а также оснащённость самого образца.

Как известно, особенно трудно произвести пуск дизельного двигателя в условиях отрицательных температур. Эта сложность возникает по ряду объективных причин: загустевшее моторное масло приводит к значительному увеличению момента сопротивления вращению коленчатого вала; понижение температуры окружающего воздуха приводит к снижению ёмкости аккумуляторных батарей; затруднённое смесеобразование и воспламенение в цилиндрах двигателя и т.д.

Объект и метод исследования: технические средства облегчения пуска дизельного двигателя, анализ существующих средств облегчения пуска.

Результаты исследования

В современном автомобилестроении в качестве средств облегчения пуска дизельных двигателей используются различные устройства, которые могут быть встроены в конструкцию, а также применяться как дополнительное оборудование.

К индивидуальным техническим средствам обеспечения готовности дизельных силовых установок относятся [1, 2]:

- электрофакельное устройство;
- электрические подогреватели воздуха на впуске в двигатель;
- свечи накаливания;
- пусковые приспособления 5ПП-40, 6ПП-40, П-1500;
- бортовые молекулярные накопители энергии и др.;

Анализируя устройство и принцип действия вышеперечисленных устройств можно прийти к выводу, что их основным предназначением является облегчение процесса воспламенения рабочей смеси в цилиндре двигателя. В основном сам процесс облегчения воспламе-

нения осуществляется путём разогрева впускного воздуха или топливовоздушной смеси. При этом выявлен ряд достаточно серьёзных недостатков в работе этих устройств.

Бортовые молекулярные накопители энергии являются элементом электрооборудования образца военной автомобильной техники и предназначены для повышения характеристик штатных АКБ в режиме стартерного разряда. Они устанавливаются рядом с штатным АКБ, подключаясь к ним параллельно.

Для бортовых молекулярных накопителей энергии присущи следующие основные недостатки: малая продолжительность (3–4 секунды) эффективной работы электростартера от энергии, выдаваемой накопителем; большая зависимость мощности разрядного тока от напряжения АКБ, которое может быть пониженным вследствие её большой разряженности и низкой температуры [5]; большая продолжительность заряда бортовых молекулярных накопителей энергии от холодных АКБ (до 7 минут) при неработающих двигателе и генераторе образца; саморазряд накопителя, следовательно, параллельно подключенных АКБ; большая масса молекулярного накопителя энергии; высокая стоимость. Применение бортовых молекулярных накопителей энергии вместе с АКБ уменьшенной ёмкости в интересах их размещения в штатном аккумуляторном отсеке негативно отражается на способности образца военной автомобильной техники длительно поддерживать себя в теплом состоянии за счёт работы жидкостного подогревателя в дежурном режиме.

Пусковые приспособления 5ПП-40, 6ПП-40 и П-1500 являются средствами облегчения пуска холодного двигателя при температуре окружающего воздуха до минус 20 оС [4]. Они предназначены для подачи в впускные коллекторы двигателя легковоспламеняющейся жидкости, которая, в свою очередь, попадает в цилиндры и воспламеняется. К основным недостаткам этих приспособлений относятся: сложный алгоритм применения, не исключающий ошибочные действия водителя; конструкции серийных силовых установок не предусматривают установку данных приспособлений, что влечет за собой дополнительные трудозатраты при подготовке двигателя к пуску; в приспособлениях применяются жидкости из числа опасных по лёгкости воз-

горания и наркотического отравления; недостаточный запас жидкости в устройствах, для обеспечения устойчивой и бездымной работы двигателя; дополнительные резкие ударные нагрузки на детали кривошипно-шатунного механизма и газораспределительного механизма в моменты воспламенения жидкости.

Электрические подогреватели впускного воздуха, свечи накалывания, устанавливаемые в камерах сгорания также не являются надёжным техническим средством обеспечения низкотемпературного пуска дизельного двигателя. Оказание их положительного эффекта возможно на режиме вращения коленчатого вала двигателя стартером, а при реализации действительного цикла мощности этих устройств недостаточно для испарения и воспламенения дизельного топлива.

Тем не менее основным средством облегчения пуска дизельного двигателя, эксплуатируемого в условиях отрицательных температур, является электрофакельное устройство. Оно предназначено для подогрева воздуха, поступающего в цилиндры двигателя за счет тепла, выделяемого при сжигании дизельного топлива электрофакельным устройством.

Основными недостатками электрофакельного устройства являются недостаточная тепловая мощность, не обеспечивающая должного испарения во впускном коллекторе и поддержания пламени в активном потоке турбулизирующей смеси газов атмосферного воздуха. Кроме того, неполное сгорание топлива сопровождается выбросами дыма, сажи и отложений жидкого агрегатного состояния чёрного цвета на внутренней поверхности впускных коллекторов.

Особенности конструкции данного устройства обуславливают его предназначение для подогрева впускного воздуха на режимах прокрутки коленчатого вала стартером, т.е. при частоте вращения 90–125 мин⁻¹. После пуска двигателя частота вращения повышается минимум до 550–800 мин⁻¹, т.е. в 5–8 раз, что приводит к соответствующему увеличению расхода холодного воздуха во впускном коллекторе и топлива. Поскольку мощность электрического нагрева свечей электрофакельного устройства не может быть повышена в несколько раз пропорционально частоте вращения, то нагрев топлива до его испарения и воспламенения может быть недостаточным

в контрастно изменившихся условиях. При этом происходит обеднение топливовоздушной смеси в коллекторе. В результате значительно снижается степень подогрева воздуха факелом устройства, повышается вероятность срыва пламени.

Вследствие неполного сгорания топлива работа дизельного двигателя первые несколько минут (около 10 мин) после пуска в холодном состоянии сопровождается выбросом большого количества белого токсичного дыма, негативно воздействующего на человека, окружающую среду, к тому же являющегося демаскирующим фактором.

Продолжительность подготовки электрофакельного устройства к пуску холодного дизельного двигателя составляет от 1 до 2 минут, в зависимости от температуры окружающего воздуха, что соответствует требованиям [3]. При этом расход электроэнергии от аккумуляторной батареи достигает значительной величины: 150–180 Вт на каждую свечу, которых требуется 2 штуки на силовую установку автомобилей многоцелевого назначения и 4 штуки для силовых установок гусеничных машин и специальных колёсных шасси.

Опыт эксплуатации электрофакельного устройства на дизельных двигателях образцов военной автомобильной техники, а также коммерческих автомобилей показал его низкую надёжность из-за частого засорения жиклёров, закоксовывания свечей накала и большую трудоёмкость поддержания в исправном состоянии. При отказе хотя бы одной из свечей электрофакельное устройство оказывается неработоспособным.

Таким образом, электрофакельное устройство не может рассматриваться как высокоэффективное техническое средство для обеспечения надёжного пуска силовой установки военной автомобильной техники при отрицательных температурах холодного климата и его применение в настоящее время является вынужденной мерой при отсутствии альтернативы.

Негативные факторы, проявляющиеся в работе электрофакельного устройства, требуют поиска новых, научно обоснованных решений прикладного характера.

Гипотетически решение проблемы неполного сгорания дизельного топлива, снижение активности негативных процессов образова-

ния отложений на конструктивных элементах двигателя, загрязнение окружающей среды и повышение эффективности работы электрофакельного устройства возможно на основе применения топлива легкого фракционного состава.

Применение такого топлива позволит понизить предельную температуру пуска двигателя, сократить время выхода двигателя на нагрузочные режимы, улучшить экологические характеристики работы электрофакельного устройства, повысить ресурс работы электрофакельного устройства, повысить общую боевую готовность частей и подразделений.

В качестве топлива легкого фракционного состава могут применяться такие газы, как: метан, этан, пропан-бутановая смесь, ацетилен, водород и др. Средство облегчения пуска дизельного двигателя, работающее на газовом топливе, называется газоэлектрофакельным устройством (ГЭФУ).

Проведя натурный эксперимент, была подтверждена гипотеза повышения эффективности работы электрофакельного устройства.

Изменяя сечение топливного жиклёра в штифтовой свече ГЭФУ, можно добиться оптимального коэффициента избытка воздуха во впускном коллекторе. Использование в ГЭФУ приспособления для регулировки потока (давления) газового топлива достигается равномерность горения пламени во впускном коллекторе независимо от равномерности (неравномерности) частоты вращения коленчатого вала стартером, а также в режиме реализации действительного цикла. Применение в ГЭФУ газового топлива позволяет избежать затрат электрической энергии аккумуляторных батарей, необходимой на его испарение. Газовое топливо, имея легкий фракционный состав, не образует побочных продуктов горения, что позволяет минимизировать такой негативный фактор, как нагарообразование на поверхностях впускного коллектора, экрана и

сетки штифтовой электрофакельной свечи.

Эффективность применения газоэлектрофакельного устройства в условиях низких температур представлено его достоинствами по отношению к электрофакельному устройству [6]:

надёжный пуск и стабильный характер пламени, обеспечиваемые постоянством давления газового топлива и его широкими концентрационными пределами воспламенения;

отсутствие потребности в затратах электрической энергии аккумуляторных батарей на испарение жидких фракций;

значительное снижение продуктов неполного сгорания топлива, позитивно влияющее на экологическую чистоту работы устройства;

обеспечение надёжного пуска дизельного двигателя при температуре окружающего воздуха минус 25°C;

сокращение времени выхода двигателя на нагрузочные режимы.

Заключение

Результаты, полученные на основе описанного натурального эксперимента с дизельным двигателем, оснащенным ГЭФУ, представляют новые научные знания в вопросе обеспечения надёжного пуска двигателя в условиях отрицательных температур холодного климата. Применение настоящего устройства и топлива лёгкого фракционного состава обеспечат снижение предельной температуры пуска дизельного двигателя, сократят потребное время, необходимое на его пуск и выход на нагрузочные режимы, поддержат ресурс работы двигателя, а также улучшат его экологические характеристики.

Представленные достоинства ГЭФУ обеспечат повышение боевой готовности подразделений, сократят время выхода вооружения и военной техники на боевые позиции, повысят вероятность успеха боевых операций и будут способствовать сохранению жизни личного состава.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Главное автобронетанковое управление. Подчинок В.М. [и др]. Эксплуатация военной автомобильной техники: учебник. – Рязань: «Русское слово», 2006 – 696 с.
2. Автомобильная техника. Руководство по эксплуатации в особых условиях. – Бронницы: 21 НИИИ Минобороны России, 2007.
3. Эксплуатация автомобильной техники в сложных условиях. Руководство. – Москва: Военное издательство, 1984 – 128 с.
4. Квайт, С.М. Пусковые качества и системы пуска автотракторных двигателей / С.М. Квайт, Я.А. Менделевич, Ю.П. Чижков. – Москва: Машиностроение, 1990 – 256 с.
5. Руководство. Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи. М.: Военное издательство, 1983 – 183 с.
6. Матери, И.В. Сравнительный анализ эффективности работы электрофакельного и газоэлектрофакельного устройств дизельного двигателя военной автомобильной техники / И.В. Матери, И.А. Бурьян, Ю.А. Колунина // Вопросы оборонной техники. – Выпуск 147–148, С. 109–114.

Матери Игорь Вячеславович – адъюнкт кафедры ремонта бронетанковой и автомобильной техники. Омский автобронетанковый инженерный институт.
Корытов Михаил Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации автотранспортных средств. Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет.
Колунина Юлия Александровна – студент. Омский государственный технический университет.

REFERENCES

1. Glavnoe avtobronetankovoe upravlenie. Podchinok V.M. [i dr]. Ekspluatatsiya voennoy avtomobil'noy tehniki. Uchebnik. – Ryazan': «Russkoe slovo», 2006 – 696 s.
2. Avtomobil'naya tehnika. Rukovodstvo po ekspluatatsii v osobyh usloviyah. – Bronnitsy: 21 NIIP Minoborony Rossii, 2007.
3. Ekspluatatsiya avtomobil'noy tehniki v slozhnyh usloviyah. Rukovodstvo. – Moskva: Voennoe izdatel'stvo, 1984 – 128 s.
4. Kvyat, S.M. Puskovye kachestva i sistemy pushka avtotraktornykh dvigateley / S.M. Kvyat, Ya.A. Mendelevich, Yu.P. Chizhkov. – Moskva: Mashinostroenie, 1990 – 256 s.
5. Rukovodstvo. Svintsovyestarternyeakkumulyatornye batarei. Moskva: Voennoe izdatel'stvo, 1983 – 183 s.
6. Materi, I.V. Sravnitel'nyy analiz effektivnosti raboty elektrofakel'nogo i gazo-elektrofakel'nogo ustroystv dizel'nogo dvigatelya voennoy avtomobil'noy tehniki / I.V. Materi, I.A. Bur'yan, Yu.A. Kolunina // Voprosy oboronnoy tehniki. – Vypusk 147–148, S. 109–114.

Materi Igor' Vyacheslavovich – Postgraduate at the Tracked and Wheeled Vehicles Maintenance Department. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute; Korytov Mihail Sergeevich – Doctor of Engineering, Professor at the Wheeled Transport Maintenance Department. Siberian State Automobile and Highway University; Kolunina Yuliya Aleksandrovna – Student. Omsk State Technical University.

Статья поступила в редакцию 23.03.2021

*УДК 656.13
ГРНТИ 73.31.41*

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ № 2 ПРИ ХРАНЕНИИ С ПЕРЕКОНСЕРВАЦИЕЙ И КОНТРОЛЬНЫМ ПРОБЕГОМ НА ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

*Е.А. Мухортов, А.И. Дворцов, В.П. Овчинников
ФГБУ «21 НИИИ ВАТ» Минобороны России
Россия, 140170, Московская область, г. Бронницы, ул. Красная, д. 85.*

В статье приведены организация и порядок проведения ТО-2х ПКП, перечень выполняемых этапов. Отмечено, что ТО-2х ПКП ВАТ в воинских частях проводится с целью определения степени готовности ВАТ к использованию по назначению, в объеме операций, указанных в эксплуатационной документации, с использованием встроенных средств контроля технического состояния образцов ВАТ, комплекта диагностического оборудования (средств измерений) ремонтно-восстановительных органов.

Ключевые слова: военная автомобильная техника, техническое обслуживание; хранение; переконсервация; контрольный пробег.

PROCEDURE FOR MAINTENANCE NO. 2 DURING THE STORAGE WITH RE-PRESERVATION AND CONTROL MILEAGE USING MILITARY AUTOMOTIVE VEHICLES

*E.A. Muxortov, A.I. Dvortsov, V.P. Ovchinnikov
FGBU «21 NIIV VAT» of the Ministry of Defense of Russia
Russia, 140170, Moskovskaya oblast', Bronnitsy, ul. Krasnaya, d. 85*

The article describes the organization and procedure of Maintenance No. 2 during the storage with re-preservation and control mileage and the list of performed stages. The authors note that Maintenance No. 2 during the storage with re-preservation and control mileage using military automotive vehicles in military units is carried out to determine the degree of readiness of military automotive vehicles for its intended purpose, within the scope of operations specified in the service documentation. Maintenance No. 2 is carried out using built-in means of monitoring the technical condition of samples of military automotive vehicles and a set of diagnostic equipment (measuring instruments) of repair-recovery bodies.

Keywords: military automotive vehicles, maintenance, storage, re-preservation, control mileage.

Порядок выполнения технического обслуживания № 2 при хранении с переконсервацией и контрольным пробегом (далее – ТО-2х ПКП) изложен в методическом пособии, утвержденном начальником ГАБТУ МО РФ 24.05.2018 г. [1].

ТО-2х ПКП как вид технического обслуживания военной автомобильной техники (далее – ВАТ), определен Приказом министра

обороны Российской Федерации 2013 г. № 969 «Об утверждении Руководства по содержанию вооружения и военной техники общевойскового назначения, военно-технического имущества в ВС РФ» [2] и Руководством по хранению бронетанкового вооружения и техники, автомобильной техники в Вооруженных Силах Российской Федерации [3]. ТО-2х ПКП проводится через каждые 5 лет хранения, кроме тех

лет, когда проводится регламентированное техническое обслуживание [3], с целью поддержания ВАТ в готовности к использованию по назначению, анализа технического состояния машин при различных условиях и сроках их содержания на длительном хранении.

В ходе ТО-2х ПКП решаются следующие основные задачи:

- оценка технического состояния ВАТ, анализ условий их хранения;

- устранение выявленных отказов и повреждений, приведение параметров систем машин в соответствие с требованиями технических условий;

- разработка предложения и практических рекомендаций по обеспечению сохранности машин при содержании их на длительном хранении.

Основными работами ТО-2х ПКП: являются снятие ВАТ с хранения; контроль пара-

метров технического состояния машин и их сборочных единиц с использованием встроенных средств контроля и диагностического оборудования ремонтно-восстановительных органов перед контрольным пробегом, в ходе пробега и после него; замена отказавших узлов, агрегатов и сборочных единиц на новые или капитально отремонтированные из обменного фонда, создаваемого по разработанным для каждой марки машины нормам сменности; постановка машин на хранение.

Организация и проведение ТО-2х ПКП в воинской части складывается из трех этапов:

- подготовительного;

- основного;

- заключительного.

Схема этапов подготовки и проведения ТО-2х ПКП в воинской части представлена на рис. 1.

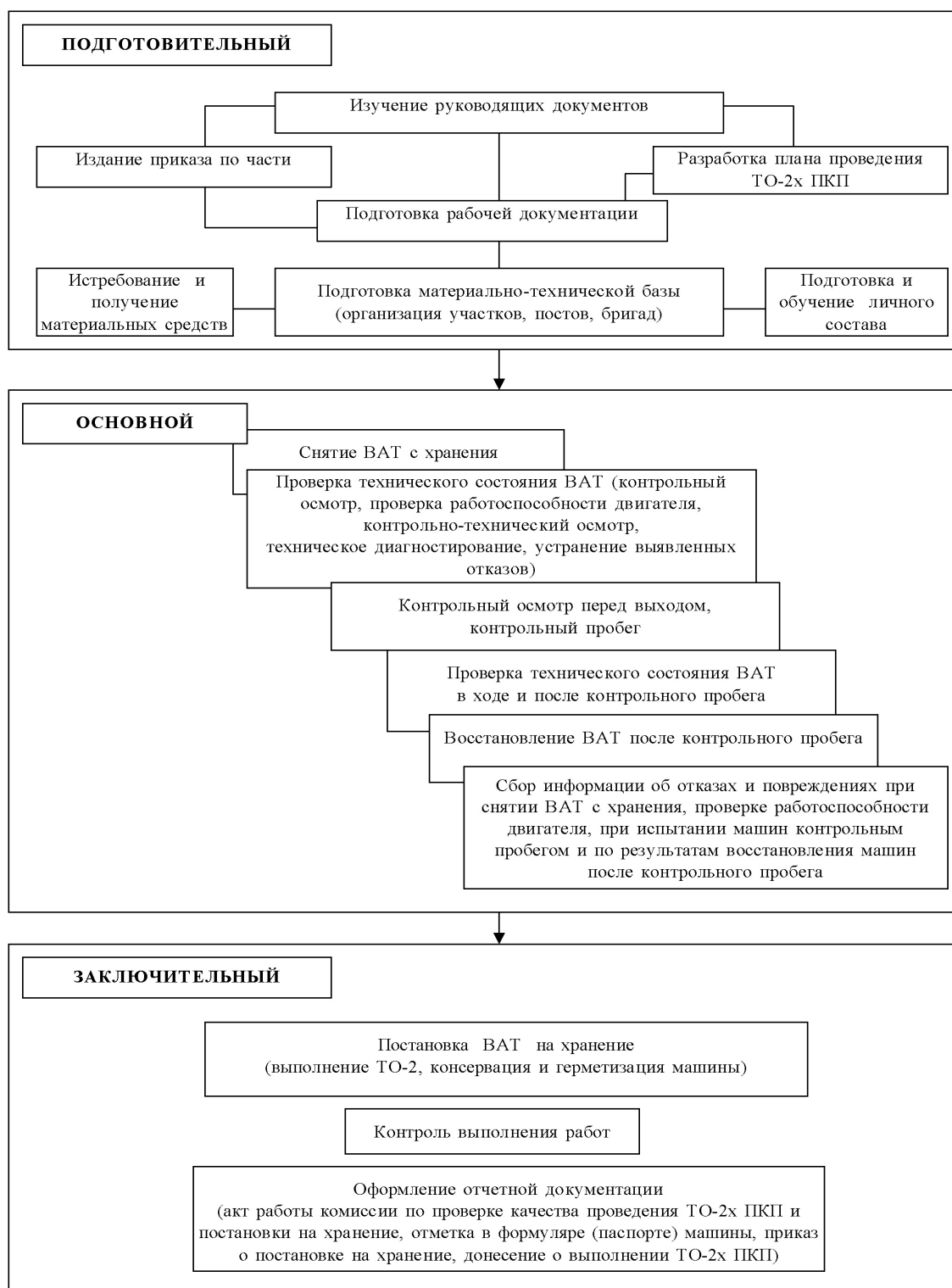


Рис. 1. Схема этапов подготовки и проведения ТО-2х ПКП в воинской части

Подготовительный этап включает:

– изучение руководящих и нормативно-технических документов, регламентирующих порядок организации и проведения ТО-2х ПКП;

– планирование проведения ТО-2х ПКП;

– подготовку личного состава, привлекаемого для проведения

ТО-2х ПКП с практическим выполнением работ на 1–2 образцах;

– подготовку материально-технической базы проведения ТО-2х ПКП;

– разработку рабочей документации.

Основной этап включает:

– снятие машин с хранения (контрольный осмотр на месте стоянки, проверка работоспособности двигателя, техническое диагностирование);

– испытание машины контрольным пробегом;

– проверка технического состояния машины после контрольного пробега;

– восстановление машин после контрольного пробега;

– сбор информации об отказах и повреждениях при снятии ВАТ с хранения, по результатам технического диагностирования, при испытании контрольным пробегом и по результатам восстановления машин после контрольного пробега.

Заключительный этап включает:

– постановку машин на хранение;

– контроль выполнения работ;

– оформление отчетной документации.

Возможности воинской части в проведении ТО-2х ПКП командование воинской части оценивает по методике расчета производственных возможностей [1], уточняет и корректирует планы подготовки войск, планы технического обслуживания ВАТ, содержащихся на длительном хранении. В основу методики расчета производственных возможностей воинской части по проведению ТО-2х ПКП положено сравнение потребной трудоемкости на проведение этого вида технического обслуживания с фондом рабочего времени специалистов подразделений обслуживания и хранения. Это сравнение целесообразно производить в следующем порядке:

– определить количество ВАТ (по маркам), требующих проведения ТО-2х ПКП;

– определить потребную трудоемкость

выполнения ТО-2х ПКП на этих объектах с учетом нормативной трудоемкости выполнения этого вида технического обслуживания на одиночном объекте;

– определить годовой фонд рабочего времени одного специалиста.

С учетом вышеизложенного потребное количество личного состава (n) для выполнения ТО-2х ПКП определяется из выражения:

$$n = \frac{\tau_n}{\Phi_{pвг} \cdot n_c}, \quad (1)$$

где τ_n – потребная трудоемкость на выполнении ТО-2х ПКП, чел.-ч;

$\Phi_{pвг}$ – годовой фонд рабочего времени одного специалиста, ч;

n_c – количество специалистов подразделений хранения и обслуживания, участвующих в выполнении ТО-2х ПКП.

Величина τ_n определяется из выражения:

$$\tau_n = \sum_{l=1}^L \tau_{ni} \cdot N_i, \quad (2)$$

где L – количество марок объектов ВАТ, требующих проведения

ТО-2х ПКП;

τ_{ni} – нормативная трудоемкость ТО-2х ПКП одиночного объекта i -той марки.

N_i – количество объектов ВАТ i -той марки.

Годовой фонд рабочего времени одного специалиста определяется из выражения:

$$\Phi_{pвг} = T_{pв} - t_{кc} - t_{вн}, \quad (3)$$

где $T_{pв}$ – рабочее время одного специалиста за время выполнения ТО-2х ПКП;

$t_{кc}$ – время, затрачиваемое на несение караульной и внутренней службы, ч. По опыту войск $t_{кc} = 0,33 T_{pв}$;

$t_{вн}$ – внутренние потери рабочего времени (болезнь, командировки и т.п.), ч. По опыту войск $t_{вн} = 0,03 T_{pв}$.

Пример условий, необходимых для расчета величины $T_{pв}$

количество дней в году – 365, из них:

а) выходные дни – 58;

б) дни занятий – 95;

в) рабочие дни – 212;

– продолжительность рабочего дня – 8 ч.

В случае призыва специалистов припис-

ного состава фонд рабочего времени на период сборов определяется из выражения:

$$Фрвг = Трвс - тпп, \quad (4)$$

где $Трвс$ – рабочее время одного специалиста за период сборов, ч;

$тпп$ – непроизводительные потери рабочего времени, ч. По опыту войск $тпп = 0,14 Трвс$.

Для расчета величины $Трвс$ принимаются следующие условия:

– продолжительность сборов приписного состава по обслуживанию техники 55 дней, из них:

- а) выходные дни – 8;
 - б) дни занятий – 7;
 - в) рабочие дни – 40;
- продолжительность рабочего дня – 8 ч.

При проведении ТО-2х ПКП после расконсервации ВАТ в процессе снятия машины с хранения проводится контрольно-технический осмотр с опробованием пуска двигателя [4]. Результаты контрольно-технического осмотра заносятся в Дефектационную ведомость журнала контроля технического состояния образца ВАТ при проведении ТО-2х ПКП [1]. Отказы, влияющие на безопасность движения, устраняются на месте хранения.

После снятия с хранения машина направляется в пункт технического обслуживания и ремонта (ПТОР) воинской части для устранения отказов и проведения технического диагностирования.

Основными задачами и функциями технического диагностирования являются:

- определение технического состояния ВАТ;
- уточнение объема работ по обслуживанию и ремонту машин;
- поиск и локализация скрытых отказов и повреждений.

Диагностированию подвергаются система питания топливом, цилиндропоршневая группа, сцепление, коробка перемены передач, раздаточная коробка, колеса, тормозная система, рулевое управление, система пуска и системы освещения и световой сигнализации.

Результаты диагностирования заносятся в диагностическую карту журнала контроля технического состояния образца ВАТ при проведении ТО-2х ПКП [3]. Выявленные отказы устраняются, и машина готовится к контрольному пробегу.

К проведению контрольного пробега допускаются только технически исправные образцы ВАТ. Перед проведением контрольного пробега машина подвергается контрольному осмотру перед выходом из парка в объеме работ, предусмотренном руководством по эксплуатации.

Во время контрольного пробега выполняются следующие работы:

- проверка параметров работоспособности систем в ходе контрольного пробега (первые 5–7 км);
- контрольный осмотр на остановке;
- проверка работоспособности систем двигателя;
- проверка действия тормозов;
- выявление суммарных люфтов рулевого управления (механизмов управления поворотом машины);
- проверка привода сцепления;
- оценка технического состояния агрегатов трансмиссии.

Во время контрольного пробега через первые 5–7 км, независимо от показания контрольно-измерительных приборов и технического состояния машины, производится контрольный осмотр машины. При этом обращается особое внимание на нагрев узлов и агрегатов (наощупь), отсутствие течи топлива, масла, охлаждающей жидкости, специальных жидкостей из агрегатов, систем и узлов.

Результаты контрольного осмотра заносятся в «Дефектационную ведомость» Журнала контроля технического состояния образца ВАТ при проведении ТО-2х ПКП [1]. Выявленные отказы и повреждения устраняются. При невозможности устранения отказов на месте, неисправная техника эвакуируется для ремонта в ПТОР воинской части.

После устранения отказов и повреждений в ПТОР воинской части выполняются работы технического обслуживания с консервацией агрегатов и систем в соответствии с техническим описанием и Руководством по эксплуатации образца ВАТ.

Результаты контроля технического состояния ВАТ в процессе работы заносятся в сводную ведомость отказов и повреждений, выявленных в ходе проведения ТО-2х ПКП ВАТ [1], и проводится оценка технической готовности ВАТ к использованию по назначению.

Коэффициент технической готовности (КТГ) образцов ВАТ определяется по формуле:

$$\text{КТГ} = \frac{N - N_{\text{отх}}}{N}, \quad (5)$$

где N – списочное количество машин, находящихся под наблюдением, ед.;

$N_{\text{отх}}$ – количество отказавших машин за время хранения, ед.

Показатели сохраняемости образцов ВАТ определяются в соответствии с ГОСТ 27.002-2015 [5].

Среднее количество отказов на один автомобиль (n_0) определяется по формуле:

$$n_0 = \frac{\sum_{i=1}^N n_{oj}}{N}, \quad (6)$$

где $i = 1, 2, \dots, N$ – количество изделий, находящихся под наблюдением, ед.;

n_{oj} – количество отказов i -го изделия, ед.

Среднее время хранения между отказами ($T_{\text{охр}}$) в годах определяется по формуле:

$$T_{\text{охр}} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_0} t_{oj}}{\sum_{i=1}^N n_{oj}}, \quad (7)$$

где $j = 1, 2, \dots, n_0$ – количество отказов i -го из-

делия, ед.;

t_{oj} – время хранения i -го изделия до j -го отказа, годы.

Среднее время восстановления работоспособного состояния ВАТ (τ_{yo}) определяется по формуле:

$$\tau_{yo} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_0} \tau_{oj}}{N_{\text{отх}}}, \quad (8)$$

где τ_{oj} – трудоемкость устранения j -го отказа, чел.-ч.

После выполнения всех работ проводится проверка качества их выполнения, которая осуществляется комплексной технической комиссией (ее заключение отражается в акте и соответствующем приказе). После проверки машин комиссией и устранения выявленных недостатков отдается приказ по части о постановке машин на длительное хранение по форме, указанной в руководстве по хранению [3].

В полном объеме и качественное проведение работ ТО-2х ПКП, устранение неисправностей, выявленных в процессе контроля технического состояния машин, обеспечивает готовность ВАТ длительного хранения к использованию по назначению до очередного технического обслуживания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методическое пособие по проведению технического обслуживания № 2 при хранении с переконсервацией и контрольным пробегом образцов бронетанкового вооружения и военной техники, автомобильной техники в войсковых частях, на центральных базах резерва танков и на центральных базах резерва автомобильной техники. – Утв. начальником ГАБТУ МО РФ. – 24.05.2018.
2. Об утверждении Руководства по содержанию вооружения и военной техники общевойскового назначения, военно-технического имущества в ВС РФ: Приказ Министра обороны Российской Федерации. – Принят: 2013 г. – № 969.
3. Руководство по хранению бронетанкового вооружения и техники, автомобильной техники в Вооруженных Силах Российской Федерации: приложение к приказу Начальника вооружения ВС МО РФ – заместителя МО РФ. – Принят: 2005 г. – № 22.

REFERENCES

1. Metodicheskoe posobie po provedeniyu tehničeskogo obsluzhivaniya № 2 pri hranenii s perekonservatsiey i kontrol'nym probegom obraztsov bronetankovogo vooruzheniya i voennoy tehnik, avtomobil'noy tehnik v voyskovykh chastyah, na tsentral'nyh bazah rezerva tankov i na tsentral'nyh bazah rezerva avtomobil'noy tehnik. – Utv. nachal'nikom GABTU MO RF. – 24.05.2018.
2. Ob utverzhenii Rukovodstva po sodержaniyu vooruzheniya i voennoy tehnik i obschevoyskovogo naznacheniya, voenno-tehnicheskogo imuschestva v VS RF: Prikaz Ministra oborony Rossiyskoy Federatsii. – Prinyat: 2013 g. – № 969.
3. Rukovodstvo po hraneniyu bronetankovogo vooruzheniya i tehnik, avtomobil'noy tehnik v Vooruzhennykh Silah Rossiyskoy Federatsii: prilozhenie k prikazu Nachal'nika vooruzheniya VS MO RF – zamestitya MO RF. – Prinyat: 2005 g. – № 22.

4. Овчинников, В.П. Мониторинг технического состояния военной автомобильной техники в ходе проведения технического обслуживания № 2 при хранении с переконсервацией и контрольным пробегом / В.П. Овчинников, Л.А. Прысь, А.И. Дворцов // Научно-технический сборник. – 2019. – № 5. – Бронницы: НИИЦ АТ 3 ЦНИИ Минобороны России. – С. 17–27.

5. Надежность в технике. Термины и определения: ГОСТ 27.002-2015. – Введ. 2017. 03. 01. – Москва: Стандартиформ, 2018.

4. Ovchinnikov, V.P. Monitoring technical condition of military automotive equipment during maintenance No. 2 during storage with re-conservation and control run / V.P. Ovchinnikov, L.A. Prys', A.I. Dvortsov // Nauchno-technicheskiy sbornik. – 2019. – № 5. – Bronnitsy: NIITs AT 3 TsNII Minoborony Rossii. – S. 17–27.

5. Nadezhnost' v tehnike. Terminy i opredeleniya: GOST 27.002-2015. – Vved. 2017. 03. 01. – Moskva: Standartinform, 2018.

Мухортов Евгений Александрович – начальник лаборатории, заместитель начальника отдела; Дворцов Александр Игоревич – старший научный сотрудник; Овчинников Владимир Петрович – кандидат технических наук, инженер. ФГБУ «21 НИИ ВАТ» Минобороны России.

Muhortov Evgeniy Aleksandrovich – Head of the Laboratory, Deputy Head of the Department; Dvortsov Aleksandr Igorevich – Senior Researcher; Ovchinnikov Vladimir Petrovich – Cand. Sc. {Engineering}, Engineer. FGBU «21 NII VAT» of the Ministry of Defense of Russia.

Статья поступила в редакцию 14.03.2021

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЕ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Селюк Д.В., Воробьев А.Н., Гавриленко Р.С.

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии

А.В. Хрулёва Министерства обороны Российской Федерации

Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8, vatt@mil.ru

В данной статье рассматриваются основные направления создания новой структуры управления системой эксплуатации бронетанкового вооружения и техники, технического обслуживания. Описываются ступени войскового ремонта при совершенствовании системы эксплуатации. Подробно рассмотрен контроль технического состояния с техническим обслуживанием.

Ключевые слова: система эксплуатации, содержание бронетанкового вооружения и техники (далее – БТВТ) и военно-автомобильной техники (далее – ВАТ), направления совершенствования, контроль технического состояния.

IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF OPERATION OF WEAPONS, MILITARY AND SPECIAL EQUIPMENT IN THE FEDERAL SERVICE OF THE NATIONAL GUARD TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Selyuk D.V., Vorobyov A.N., Gavrilenko R.S.

Khrulev Military Academy of Logistics of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Russia, 199034, St. Petersburg, nab. Makarova, 8, vatt@mil.ru

The article considers the basic directions of making a new management system for operation of weapons, military and special equipment and maintenance support. The authors describe steps of organizational maintenance when improving the system of operation. They specify on the technical state monitoring.

Keywords: operation system, maintenance of armored weapons and equipment and military-automotive equipment, areas of improvement, technical state monitoring.

Целью совершенствования системы эксплуатации является поддержание необходимого уровня боевой готовности войск (сил) по наличию в строю 100 % готовых к использованию (боевому применению) образцов БТВТ и ВАТ, приведение возможностей системы эксплуатации в соответствие с возлагаемыми на нее задачами и планируемыми организационными мероприятиями войск Национальной гвардии Российской Федерации, в том числе

в ходе интеграции с органами технического обеспечения воинских формирований других органов Российской Федерации.

Можно выделить основные направления создания качественно новой структуры управления системой эксплуатации БТВТ:

1. Разработка нормативно-правовой базы войск Национальной гвардии Российской Федерации для организации эффективного и слаженного взаимодействия между

органами военного управления (заказчиком) – предприятиями-изготовителями (разработчиками) и ремонтными предприятиями (исполнителями) с четкими разграничениями функций ответственности за поддержание в исправном состоянии БТВТ.

2. Совершенствование методической и информационной базы по решению проблем и задач организации эксплуатации, ремонта и хранения БТВТ и ВАТ. Разработка и внедрение интегрированной логистической поддержки управления системами эксплуатации и ремонта БТВТ.

3. Создание, разработка и внедрение автоматизированных систем мониторинга учета технического состояния БТВТ, позволяющих органам военного управления соответствующим уровням оперативно контролировать боеготовность и работоспособность БТВТ.

4. Внедрение мероприятий по переходу на безбумажные технологии обеспечения эксплуатации и ремонта основной номенклатуры БТВТ.

5. Безусловное соблюдение технологической дисциплины, установленных норм и правил эксплуатации БТВТ.

В целях минимизации затрат и рационального расходования финансовых и материальных ресурсов, основные направления совершенствования системы эксплуатации целесообразно вести по следующим этапам:

1. Снижение эксплуатационных расходов на основе внедрения энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий, передовых средств и методов технического обслуживания, хранения БТВТ.

2. Оптимизация структуры и состава органов управления различных уровней и звеньев войск в соответствии с изменением облика Росгвардии.

3. Поэтапный переход от планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта к системе по техническому состоянию (определение объема работ по результатам технического диагностирования до момента начала работ по техническому обслуживанию) с созданием необходимых для этого диагностической, испытательной и ремонтной базы.

4. Организация технического обслуживания БТВТ в рамках технического надзора.

5. Создание региональных центров кон-

троля качества продукции военного назначения.

6. Военно-техническое и технико-экономическое обоснование необходимости (целесообразности) продления (увеличения) ресурсов и сроков службы для отдельных типов и групп БТВТ и их величин в соответствии с номенклатурой и количеством БТВТ, совершенствование методов и технических средств, обеспечивающих восстановление и продление ресурса эксплуатации БТВТ.

7. Унификация средств технического обслуживания и ремонта БТВТ на основе создания мобильных (подвижных) средств обеспечения войскового ремонта модульного типа.

8. Повышение производственных возможностей ремонтно-восстановительных органов и повышение их роли в обеспечении исправности парка БТВТ за счет внедрения новых методов и технологий войскового ремонта.

9. Развитие, совершенствование и внедрение современных методов и средств автоматизации технического диагностирования, прогнозирования отказов БТВТ, поддержки принятия решений экипажами (техническими службами) о применении (упреждающем ремонте) техники и вооружения.

10. Совершенствование хранения в целях обеспечения сохранности, своевременного освежения и экологической безопасности БТВТ, запасов материальных средств. Определение рациональных и предельных сроков хранения в различных климатических зонах на основе проведения длительного хранения и испытаний в климатических условиях.

11. Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации БТВТ.

Структура технического обслуживания и войскового ремонта при совершенствовании системы эксплуатации должна в полной мере отвечать следующим требованиям:

– максимальной автономности;

– маневренности;

– живучести;

– способности к своевременному созданию группировок технического обеспечения, изменению их состава и размещения;

– обеспеченности войск, действующих по отдельным направлениям с быстрыми переходами от одного вида боевых действий к другим.

Структура систем технического обслуживания и ремонта по основным направлениям совершенствования контроля технического состояния БТВТ включает:

- применение систем непрерывного мониторинга технического состояния;
- внедрение бортовых информационно-управляющих систем на образцах;
- повышение уровня контролепригодности образцов.

Система эксплуатации ВАТ представляет собой совокупность изделий военной автомобильной техники, средств их эксплуатации, исполнителей и документации, обеспечивающих использование автомобильной техники по назначению, техническое обслуживание, хранение и транспортирование.

Система технического обслуживания по состоянию предусматривает выполнение операций технического обслуживания в зависимости от фактического состояния образца ВАТ.

Совершенствование систем эксплуатации целесообразно вести по следующим направлениям:

- переход к стратегии технического обслуживания ВАТ по состоянию;
- организация сервисного обслуживания ВАТ;
- повышение уровня надежности ВАТ;
- совершенствование контроля технического состояния ВАТ;
- повышение уровня сохраняемости ВАТ;
- обеспечение войск современным высокоэффективным парковым оборудованием.

Однако ввиду низкого уровня контролепригодности образцов ВАТ, ее введение в настоящее время затруднено.

Выходом из сложившейся ситуации является введение плано-предупредительной системы ТО с контролем технического состояния: т.е. в систему ТО будут внедрены регламентированные виды контроля технического состояния, основным из которых является техническое диагностирование.

Совмещение контроля технического состояния с ТО позволит определять объем технических воздействий при проведении ТО образцам ВАТ.

Учитывая значительные материальные и трудовые затраты на поддержание в исправном состоянии ВАТ, а также отсутствие

подготовленных специалистов и современной технической базы, предлагается для обеспечения работоспособности ВАТ внедрить в практику техническое обслуживание, проводимое в рамках технического надзора, т.е. привлекать силы и средства сервисных центров заводов-изготовителей ВАТ, специалисты которых имеют более высокий уровень подготовки.

Исходя из вышесказанного, предлагается вариант «поуровневой» организация ТО ВАТ.

На первом уровне, ТО осуществляется силами и средствами специалистов по ТО и Р воинской части.

На втором уровне проведение ТО осуществляется на материально-производственной базе воинской части с привлечением специалистов выездных бригад сервисных центров заводов-изготовителей ВАТ. Этот уровень предусматривает выполнение ТО-2Х, ТО-2Х ПКП и РТО.

Третий уровень предусматривает выполнение ТО-1, ТО-2, ЕО и СО специалистами сервисных центров заводов-изготовителей ВАТ на их материально-производственной базе. 2

Таким образом, «поуровневая» организация ТО, за счет привлечения сил и средств сервисных центров позволит в значительной степени повысить качество выполнения ТО ВАТ.

В интересах повышения готовности ВАТ к использованию по назначению необходимо совершенствовать систему контроля технического состояния ВАТ. Основным направлением совершенствования контроля технического состояния ВАТ является:

- применение систем непрерывного мониторинга технического состояния транспортных средств;
- внедрение бортовых информационно-управляющих систем на образцах ВАТ;
- повышение уровня контролепригодности образцов ВАТ.

Повышение уровня сохраняемости ВАТ необходимо осуществлять за счет применения современных средств подготовки машин к хранению, герметизации, укрытий и средств временной защиты.

С учетом внедрения в практику сервисного обслуживания ВАТ возникает проблема качественного определения технического состояния образца, объемов необходимых тех-

нических воздействий для восстановления его работоспособности. Указанные мероприятия необходимо осуществлять перед привлечением предприятий-изготовителей для сервисного обслуживания. Однако это возможно только с использованием современного высокоэффективного паркового оборудования. Основоплагающим в данном направлении является внедрение комплектной поставки в войска паркового оборудования, предусматривающей в перспективе целевое направление конкрет-

ного вида оборудования в зависимости от семейств ВАТ в воинском формировании.

Ввиду низкого уровня надежности ВАТ необходимо создание системы управления надежностью, состоящей из двух подсистем:

– подсистемы сбора, обработки и реализации информации о надежности новых марок ВАТ;

– подсистемы технического надзора за качеством и надежностью ВАТ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Применение оборудования навигационно-мониторинговых систем в практической деятельности подразделений. Методические рекомендации. Р073-2018 ФС ВНГ РФ / утв. А.В. Грищенко. – Москва, 2018. – 102 с.
2. Эксплуатация бронетанковой техники / И.Ю. Лепешинский [и др.]. – Омск: ОмГТУ, 2013. – 132 с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов [и др.]. – Москва: Наука, 2001.
4. Эксплуатация вооружения и военной техники. – Санкт-Петербург: ВАМТО, 2016.
5. Эксплуатация и ремонт изделий военной техники. Термины и определения. ГОСТ РВ 0101-001-2007. – Москва: Издательство стандартов, 2007.

Селюк Дмитрий Владимирович – профессор кафедры управления техническим обеспечением; Воробьев Александр Николаевич – слушатель факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии; Гавриленко Роман Сергеевич – слушатель факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии. Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва Министерства обороны Российской Федерации.

REFERENCES

1. Primenenie oborudovaniya navigatsionno-monitoringovykh sistem v prakticheskoy deyatel'nosti podrazdeleniy. Metodicheskie rekomendatsii. R073-2018 FS VNG RF / utv. A.V. Grischenko. – Moskva, 2018. – 102 s.
2. Ekspluatatsiya bronetankovoy tehnik / I.Yu. Lepeshinskiy [i dr.]. – Omsk: OmGTU, 2013. – 132 s.
3. Tehnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley: uchebnik dlya vuzov. 4-e izd., pererab. i dopoln. / E.S. Kuznetsov [i dr.]. – Moskva: Nauka, 2001.
4. Ekspluatatsiya vooruzheniya i voennoy tehnik. – Sankt-Peterburg: VAMTO, 2016.
5. Ekspluatatsiya i remont izdeliy voennoy tehnik. Termini i opredeleniya. GOST RV 0101-001-2007. – Moskva: Izdatel'stvo standartov, 2007.

Selyuk Dmitriy Vladimirovich – Professor at the Department of Materiel Management; Vorobyov Aleksandr Nikolaevich – Military Student at the Faculty of Logistics of the National Guard Troops; Gavrilenko Roman Sergeevich – Military Student at the Faculty of Logistics of the National Guard Troops. Khrulev Military Academy of Logistics of the Ministry of Defense of the Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 22.03.2021

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА В ВОЙСКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кудрявцев А.В., Черненко А.Н., Саидов Д.Н.

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии

А.В. Хрулёва Министерства обороны Российской Федерации

Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8, vatt@mil.ru

В статье рассмотрен проведенный анализ системы технического обслуживания и ремонта в войсках Национальной гвардии Российской Федерации по повышению качественного технического обслуживания и ремонта образцов вооружения военной и специальной техники.

Ключевые слова: система технического обслуживания, вооружение, военная техника, техническое обслуживание, техническое состояние.

ANALYSIS OF THE ORGANIZATION OF THE SYSTEM OF MAINTENANCE AND REPAIR IN THE NATIONAL GUARD TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Kudryavtsev A.V., Chernenko A.N., Saidov D.N.

Khrulev Military Academy of Logistics of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Russia, 199034, St. Petersburg, nab. Makarova, 8, vatt@mil.ru

The article considers the analysis of the system of maintenance and repair in the National Guard Troops of the Russian Federation to improve the quality of maintenance and repair of armament of combat and special vehicles.

Keywords: maintenance system, armament, combat vehicles, maintenance, technical state.

Под системой технического обслуживания вооружения военной техники понимается совокупность взаимосвязанных образцов, средств, исполнителей и документации технического обслуживания, которые требуются для поддержания и восстановления качества образцов ВВТ, входящих в эту систему, в заданных условиях эксплуатации [1].

В настоящее время в войсках Национальной гвардии принята плано-предупредительная система технического обслуживания с периодическим контролем технического состояния.

Для повышения качественных показателей технического состояния образцов бронетанкового вооружения и техники на протяжении их жизненного цикла при одновременном снижении расходов на эксплуатацию и капитальный ремонт в существующую плано-предупредительную систему технического обслуживания и ремонта внедряется техническое обслуживание по техническому состоянию [2].

При рассмотрении действующих систем технического обслуживания (далее – ТО) и ремонта образцов вооружения и военной тех-

ники отмечаются их положительные и отрицательные стороны. Из обобщения большого опыта применения систем планово-предупредительного обслуживания и ремонта можно сделать вывод, что рациональная система должна:

– позволять получать оптимальный результат наименьшими затратами сил и средств технического обеспечения;

– быть плановой, простой и универсальной, пригодной для всех типов (образцов) изделий вооружения военной и специальной техники (далее – ВВСТ), то есть единой для всего вооружения;

– обеспечивать высокое качество ремонта и обслуживания изделий. Эксплуатационные свойства (надёжность, прочность, ресурс работы) и все параметры восстановленных изделий и их частей должны быть на уровне новых изделий или близки к ним;

– объективно учитывать надёжность, ремонтпригодность и сроки службы образцов вооружения и военной техники, их узлов и агрегатов. При этом ремонт рассматривается как неотъемлемая часть процесса эксплуатации и как основное мероприятие по поддержанию и повышению эксплуатационных свойств образца;

– обеспечивать управление работоспособностью и боеготовностью образцов, их эксплуатационной надёжностью.

Основными мероприятиями по поддержанию ВВСТ в готовности к использованию по назначению являются контроль за техническим состоянием, ТО и ремонт [3].

Совокупность различных видов технического обслуживания и ремонтов образцов ВВСТ необходимо рассматривать как единое целое, то есть систему ТО и ремонта. Она должна быть предельно гибкой, чтобы позволять:

– наиболее экономично, дифференцированно обслуживать различные по конструкции и сложности образцы при различных режимах эксплуатации;

– непрерывно совершенствовать формы и методы технического обслуживания и ремонта в различных условиях;

– не сковывать инициативу ремонтно-эксплуатационного персонала, его возможности маневрировать в разумных пределах сроками проведения работ и ремонтными сроками.

Из опыта известно, что своевременная рациональная профилактика не только улучшает показатели надёжности и готовности изделий, сокращает эксплуатационные расходы, но и повышает боевую готовность и оперативность войск национальной гвардии.

Надёжность современных сложных образцов пока что значительно ниже изделий классического вооружения. А если к этому добавить весьма значительный рост потерь, большой выход ВВСТ в ремонт в современных служебно-боевых задачах (далее – СБЗ), то станет совершенно понятна причина роста роли ремонта и обслуживания, правильной его организации. Для поддержания изделий ВВСТ в постоянной боеготовности требуется колоссальное количество запасных частей (ЗИП), возможность их изготовления и восстановления в сжатые сроки, содержания и хранения на складах.

Быстрое обновление изделий, как правило, не обходится без их значительной доработки и непрерывного совершенствования отдельных узлов, блоков, агрегатов и деталей, что заставляет регулярно следить за корректировкой технической документации, вносить изменения, рассылать извещения, заменять и обновлять стареющие детали и организовывать разветвлённую службу информации, которая охватывала бы все звенья и уровни службы ремонта войсковых частей, соединений и объединений и ремонтных предприятий, подчинённых центру.

Все эти требования и особенности эксплуатации (применения) также необходимо учитывать при комплексном решении проблемы ремонта и обслуживания, рациональной организации ремонтных средств и управления ими. [4]

Для разработки рациональной системы ТО и ремонта ВВСТ необходимо методически правильно (системно и объективно) решить следующие вопросы:

1. Изучить, обобщить и проанализировать накопленный зарубежный и отечественный опыт в области организации ТО и ремонта изделий и всё наиболее совершенное и экономичное принять для освоения.

2. Определить количество всех образцов вооружения и военной техники, требующих ремонта, по видам ремонта. Расчёт вести на основании штатной численности ВВСТ в

войсках национальной гвардии и на складах, принятых норм вероятных потерь в военное время, выхода ВВСТ в ремонт в мирное время.

3. Установить виды ТО и ремонта, их оптимальную периодичность в течение ремонтного цикла, то есть принять наиболее рациональную и гибкую ремонтную схему по всем видам и типам изделий с учётом их надёжности и имеющегося опыта ремонта.

4. Решить основную организационную проблему о ремонтных средствах и месте ремонта: кто, где и какими средствами будет производить ТО и ремонт.

5. Определить, исходя из объёма работ, типы, производственную мощность и потребное количество ремонтных предприятий (мастерских, ремонтных частей), их штатно-организационную структуру, рациональные формы организации и управления.

Для определения типа, структуры и организации таких предприятий необходимо исходить из содержания производственного процесса. Ремонт по своей технико-экономической сущности является производственным процессом и, как всякий процесс производства, складывается из следующих важнейших факторов: рабочих с их знаниями и навыками, средств производства (орудий и средств труда), предметов труда (объектов ремонта); энергии (пара, воздуха, электроэнергии), информации как «предмета труда» управленческого персонала и фактора управления.

Для этого, во-первых, необходимо правильно распределить весь ремонтный фонд, установить специализацию предприятий (мастерских) и их подразделений – цехов, участков, а также кооперацию между предприятиями и внутри них. Особо тщательно должны быть проработаны вопросы кооперации и взаимодействия между предприятиями различных родов войск, ремонтирующих разные части одних и тех же комплексных изделий.

Во-вторых, установить пропорциональность между звеньями (частями) технологического процесса и подразделениями предприятий, а также правильное сочетание труда людей с орудиями и предметами труда, т.е. взаимодействие работающих между собой и материальными, вещественными факторами производства.

В-третьих, необходимо обеспечить непрерывность процесса производства, не до-

пускать простоя работающих и орудий труда (оборудования).

Что же касается производственной и общей структуры предприятий (мастерских), то она, в основном, зависит от типа производства: единичное, серийное или массовое. Характеризуются они масштабом (объёмом) производства, составом и содержанием технологического процесса, уровнем специализации и кооперации предприятия и его подразделений. Поэтому в целях получения наибольшего производственно-экономического эффекта необходимо стремиться к максимальному укрупнению предприятий (ремонтных частей), повышению уровня их специализации, типизации и унификации по мощности, технологическим процессам и оборудованию.

Критериями правильности структуры и организации предприятий могут служить: размер капитальных затрат на строительство (реконструкцию) и оборудование в расчёте на единицу выпуска продукции, повышение производительности труда, сокращение удельных трудозатрат, расходов на ремонт и обслуживание изделий вооружения, сокращение производственного цикла, удельная стоимость ремонта.

Проблему ремонта и обслуживания вооружения в целом и создания (реконструкции) ремонтной сети (базы) следует рассматривать как часть общей задачи обеспечения надёжности и живучести всей системы технического обеспечения.

Поэтому при её решении всегда надо иметь в виду и максимально учитывать интересы и требования войск, повышение их боеспособности и оперативности. Например, не отягощать войсковые части и соединения громоздкими, малоподвижными ремонтными мастерскими.

6. Необходимо определить содержание и порядок профилактического обслуживания и ремонта изделий. Для этого требуется определить виды и содержание профилактических работ, сроки, периодичность их проведения, установить наиболее рациональную организацию выполнения всех планово-профилактических работ и порядок управления качеством ремонта и обслуживания, потребные производственные мощности, состав и структуру ремонтных средств.

Рассматривая все указанные основные

проблемы (определение содержания, сроков и организации выполнения работ), необходимо помнить о действующей системе организации ремонта, имеющейся материальной базе и не создавать их заново путём строительства новых дорогостоящих ремонтных предприятий и мастерских.

Таким образом, можно сделать вывод, что для повышения качественного ТО и ремонта образцов ВВСТ необходимо соблюдать много факторов, влияющих на качественное содержание ВВСТ. Техническое обслуживание и ремонт ВВСТ необходимо своевременно совершенствовать, обновлять средства ТО и Р.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вестник военного образования. Журнал. – 2019. – № 6 (21) (ноябрь–декабрь).
2. Вольдек А.И. Электрические машины / А.И. Вольдек. – Ленинград: Энергия (Ленинградское отделение), 1978.
3. Об утверждении руководства по автотехническому обеспечению войск Национальной гвардии Российской Федерации. Приказ ФСВНГ РФ. – Принят 01.12.2017. – № 512.
4. Эксплуатация вооружения и военной техники. – Санкт-Петербург: ВАМТО, 2016.
5. Эксплуатация и ремонт изделий военной техники. Термины и определения. ГОСТ РВ 0101-001-2007. – Москва: Издательство стандартов, 2007.

Кудрявцев Антон Викторович – слушатель факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии; Черненко Александр Николаевич – доцент кафедры управления техническим обеспечением войск Национальной гвардии факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии; Саидов Джавангир Нурутдинович – слушатель факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии. Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва Министерства обороны Российской Федерации.

REFERENCES

1. Vestnik voennogo obrazovaniya. Zhurnal. – 2019. – № 6 (21) (noyabr'–dekabr').
2. Vol'dek A.I. Elektricheskie mashiny / A.I. Vol'dek. – Leningrad: Energiya (Leningradskoe otdelenie), 1978.
3. Ob utverzhenii rukovodstva po avtotekhnicheskomu obespecheniyu voysk natsional'noy gvardii Rossiyskoy Federatsii. Prikaz FSVNG RF. – Prinyat 01.12.2017. – № 512.
4. Ekspluatatsiya vooruzheniya i voennoy tehniky. – Sankt-Peterburg: VAMTO, 2016.
5. Ekspluatatsiya i remont izdeliy voennoy tehniky. Terminy i opredeleniya. GOST RV 0101-001-2007. – Moskva: Izdatel'stvo standartov, 2007.

Kudryavtsev Anton Viktorovich – Military Student at the Faculty of Logistics of the National Guard Troops; Chernenko Aleksandr Nikolaevich – Associate Professor at the Department of Materiel Management of the National Guard Troops; Saidov Dzhavangir Nurutdinovich – Military Student at the Faculty of Logistics of the National Guard Troops. Khrulev Military Academy of Logistics of the Ministry of Defense of the Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 22.03.2021

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СИСТЕМУ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПРИ СОВЕРШЕНИИ МАРША

Кудрявцев А.В., Черненко А.Н., Саидов Д.Н.

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии

А.В. Хрулёва Министерства обороны Российской Федерации

Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8, vatt@mil.ru

В статье рассмотрен проведенный анализ факторов и условий, влияющих на восстановление вооружения, военной и специальной техники группировки войск Национальной гвардии при передвижении, чем достигается успех выполнения поставленных служебно-боевых задач в конкретных условиях местности, времени года, с учетом специфики особенностей данного региона и характера боевых действий вероятного противника.

Ключевые слова: восстановление вооружения, военной и специальной техники, Национальная гвардия, передвижение, служебно-боевые задачи.

ASSESSMENT OF THE FACTORS AFFECTING THE SYSTEM OF RESTORATION OF ARMAMENT OF COMBAT AND SPECIAL VEHICLES OF THE NATIONAL GUARD TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION DURING THE MARCH

Kudryavtsev A.V., Chernenko A.N., Saidov D.N.

Khrulev Military Academy of Logistics of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Russia, 199034, St. Petersburg, nab. Makarova, 8, vatt@mil.ru

The article considers the analysis of the factors and conditions that affect the restoration of armament of combat and special vehicles of the National Guard Troops during the march. It helps to perform the assigned service and combat tasks in specific terrain conditions, the time of the year, taking into account the specifics of the region and the nature of the potential enemy's combat operations.

Keywords: restoration of armament of combat and special vehicles, National Guard, march, service and combat tasks.

Выдвижение частей и соединений войск Национальной гвардии в район служебно-боевого предназначения может совершаться в угрожаемый период, начинаться и заканчиваться в ходе боевых действий. Оно осуществляется в составе группировки войск или самостоятельно и проходит в различных условиях оперативно-тактической обстановки.

Под условиями выдвижения частей и соединений или группировки войск Национальной гвардии понимается совокупность военно-географических факторов, объективно воздействующих на войска в период их подготовки и осуществления передвижения. Они определяются: возможным характером и степенью воздействия противника, физико-ге-

ографическими особенностями и степенью оперативного оборудования стратегического направления, на котором осуществляется выдвигание, показателями перегруппировки, состоянием и уровнем подготовки войск. Весь комплекс факторов, влияющих на организацию технического обеспечения при совершении передвижения на большое расстояние, можно разделить на: военно-политические, оперативно-тактические, военно-технические, технико-экономические, физико-географические. Все они могут воздействовать на восстановление вооружения, военной и специальной техники (далее – ВВСТ) как на составную часть системы технического обеспечения группировки войск Национальной гвардии. [1]

На восстановление ВВСТ при передвижении войск на большое расстояние своим ходом большое влияние оказывают основные показатели марша, которые рассчитываются на этапе планирования передвижения и с учетом которых будет организовываться техническое обеспечение войск. В связи с этим целесообразно рассмотреть основные показатели марша, наиболее влияющие на конкретные вопросы организации восстановления ВВСТ в ходе передвижения войск в район служебно-боевого предназначения.

1. Величина перехода. От величины перехода будет зависеть организация пунктов заправки на маршрутах движения, организа-

ция проведения технического обслуживания машин, порядок восстановления ВВСТ, а также планирование технического обеспечения исходя из количества и величины суточных переходов войск. По опыту служебно-боевой деятельности оперативных частей и соединений войск Национальной гвардии величина суточного перехода может составлять от 250 до 350 км в зависимости от условий совершения марша. Большая величина суточных переходов может определять большие расстояния эвакуации неисправных и поврежденных машин, создавать напряженность в работе эвакуационных подразделений. С увеличением величины суточного перехода и продолжительности передвижения возрастает среднесуточный выход ВВСТ из строя по эксплуатации (табл. 1). [2]

Из-за выхода машин из строя по эксплуатационным причинам, способствующего возрастанию объема эвакуации техники, случайного характера распределения отказов по величине суточного перехода, низких скоростей и больших расстояний эвакуации ВВСТ, недостаточного количества эвакуосредств во всех звеньях средства эвакуации не смогут полностью эвакуировать все машины. Окончательная зачистка маршрутов будет производиться дополнительно выделенными эвакуационными средствами и высокопроходимыми машинами.

Таблица 1

Среднесуточный выход ВВСТ из строя по эксплуатационным причинам при различной величине суточного перехода

Наименование	Суточный переход, км				
	200	250	300	350	400
Выход из строя, %	3,5	4,3	5,1	6,2	6,8

Величина перехода будет определять содержание и объем работ по подготовке ВВСТ, потребность в техническом обслуживании в ходе выдвигания и в районе конечного сосредоточения. От этого показателя марша будет

зависеть уровень психофизической и физической усталости водителей машин, продолжительность и напряженность работы личного состава подразделений технического обеспечения, расход моторесурсов ВВСТ.

2. Глубина походной колонны. Она влияет на распределение сил и средств технического обеспечения, их эшелонирование по звеньям войск, а также на организацию заправки техники горючим (особенно в пунктах массовой заправки). Кроме того, глубина походной колонны окажет влияние на рассредоточение ремонтно-восстановительных органов по всей глубине колонны, что повлечет за собой определенную сложность в управлении органами технического обеспечения.

3. Количество маршрутов выдвижения. Этот показатель марша требует распределения органов технического обеспечения по всем задействованным маршрутам, по которым движется ВВСТ. К тому же это потребует от ремонтных и эвакуационных подразделений более высокой самостоятельности в действиях по восстановлению вышедших из строя ВВСТ. Однако при этом имеются определенные преимущества. Определенное количество маршрутов передвижения позволяет более рационально распределять ремонтные органы группировки по маршрутам движения войск, создавать необходимый запас автобронетанкового имущества на складах, расположенных на маршрутах. Несколько маршрутов выдвижения способствует значительно меньшему скоплению техники на труднопроходимых участках местности или на барьерных рубежах, что, в свою очередь, уменьшает вероятность воздействия противника на данных участках маршрутов.

4. Время на совершение марша из одного района в другой. Данный показатель складывается из общего времени движения, общего времени привалов и времени втягивания в новый район сосредоточения и оказывает непосредственное влияние на величину суточного перехода. Учитывая его, можно планировать объем технического обслуживания, восстановление вышедших из строя ВВСТ, организацию пунктов заправки техники горючим, а также порядок передачи эвакуированной техники в части или в ремонтно-восстановительные органы высшего звена.

5. Продолжительность преодоления узких мест труднопроходимых участков маршрута (барьерных рубежей).

Данный показатель будет оказывать непосредственное влияние на организацию системы восстановления ВВСТ и, в первую оче-

редь, на организацию эвакуационных служб на барьерных рубежах.

Разумеется, все эти оперативно-тактические показатели марша, определение их целесообразных величин: величины перехода, количества суточных переходов, средних скоростей движения, периодичности и продолжительности суточных привалов, дневных (ночных) отдыхов и т.д. – являются прерогативой командующего группировкой. Выход из строя ВВСТ в ходе перегруппировки войск, особенно в условиях ведения боевых действий, резко снижает подвижность, маневренность и, как следствие, боеготовность войск, что может послужить серьезным препятствием для выполнения поставленных задач.

Значительное влияние на совершение передвижения на большое расстояние и техническое обеспечение будет оказывать боевой состав группировки войск Национальной гвардии, способ и глубина передвижения, количество маршрутов, продолжительность и темп передвижения. Учитывая весь арсенал средств разведки и поражения противника, действия незаконных вооруженных формирований на той территории, по которой будет проходить передвижение, создание бандформирований искусственных препятствий, особенно на барьерных рубежах, передвижение войск должно проводиться в высоких темпах, организовано, с соблюдением мер скрытности.

Увеличение глубины суточного перехода соединений и частей до 250 км и более в настоящее время обеспечивается техническими возможностями ВВСТ. Для достижения глубины суточного перехода в 300 км и более войска должны совершать марш со скоростью 25–30 км/ч, поскольку в этом случае обеспечивается оптимальный режим движения, наиболее рациональные нагрузки на личный состав и технику.

Группировка войск Национальной гвардии, осуществляя перегруппировку своим ходом способна совершить передвижение с глубиной суточного перехода 250 км, а при благоприятных дорожных условиях – до 300 км, в горах – 200–250 км.

Части и соединения оперативного назначения войск Национальной гвардии в последнее время накопили богатый опыт по передвижениям, особенно в районы чрезвы-

чайных положений, в регионы вооруженных конфликтов.

В горных районах условия реализации максимально возможной скорости значительно ухудшаются. Сказывается особенность работы ВВСТ в особых условиях эксплуатации, дополнительная нагрузка на узлы и агрегаты машин, а также значительно увеличенная нагрузка на личный состав, и в первую очередь на водительский.

Известно, что величина суточного перехода зависит от средней скорости, продолжительности непосредственного движения, а также возможностей (физических) механиков-водителей и водителей управлять техникой без значительного снижения маршевых скоростей и нахождения последних за органами управления машин не более 12 часов в сутки.

Это требование вытекает из физических возможностей водительского состава, времени на прием пищи и технического обслуживания военной техники.

При определении глубины выдвижения группировки войск своим ходом необходимо учитывать запас хода по топливу, а если в составе колонны передвигается гусеничная техника, совершение марша ограничивается на расстояние до 2500 км.

Большое значение для обеспечения высоких темпов, непрерывности передвижения и своевременности начала выполнения служебно-боевых задач имеет запас хода ВВСТ частей и соединений по топливу. Запас хода по топливу обуславливается наличием в группировке войск Национальной гвардии всех видов горючего. Наибольшую проблему при этом создают гусеничные машины, расход горючего которых определяет, в конечном счете, глубину выдвижения на возимом топливе.

Современная военная техника группировки войск Национальной гвардии при существующих возимых запасах горючего способна осуществлять переходы: в полку (бригаде) оперативного назначения до 370 км, в дивизии до 470 км.

Большая насыщенность группировки войск Национальной гвардии техникой, разнообразной по применяемому горючему, значительная дальность передвижения войск своим ходом, высокие темпы маршей ставят перед подразделениями сложные задачи по органи-

зации бесперебойного подвоза материальных средств, и в первую очередь – горючего, расход которого при совершении марша достигает 85 % от общего расхода материальных средств.

Своевременное выполнение служебно-боевых задач будет находиться в зависимости от доставки и успешной работы заправочных средств в районах привалов.

Однако при суточных переходах до 200 км и коэффициенте маневра 1,3 пробег военной техники составляет более 260 км, расход горючего (в заправках): по ДТ – 1,6, по АБ – 0,7. В транспорте батальонов (дивизионов), как правило, содержится (в заправках): ДТ – 0,6, АБ – 0,2. В связи с этим предлагается увеличить запасы дизельного топлива в этих подразделениях до 0,8 – 1,0 заправки, это позволит им самостоятельно совершать суточные переходы без использования полковых запасов.

Важным компонентом, определяющим возможность группировки войск Национальной гвардии достигать цели передвижения, является подвижность.

Подвижность войск – это свойство воинских формирований, заключающееся в их способности осуществлять быстрое передвижение при подготовке и в ходе выполнения служебно-боевых задач.

Говоря о подвижности, следует понимать способность соединений и частей войск осуществлять передвижение различными способами. Анализ опыта служебно-боевой деятельности войск Национальной гвардии в настоящее время показал, что соединения (части) оперативного назначения осуществляют передвижение в районы обострения общественно-политической обстановки различными способами: своим ходом (маршем), комбинированным способом, а также осуществляют перевозки воздушным, железнодорожным и водным транспортом. Ни один из перечисленных способов передвижения частей и соединений оперативного назначения в отдельности не может быть признан оптимальным, исходя из конкретных условий рассматриваемого региона.

Наиболее уязвимыми объектами для вывода из строя незаконными вооруженными формированиями на маршрутах выдвижения в системе дорог стратегического направления являются мосты, горные перевалы, участки железных дорог, ведущие через широкие

горные массивы, которые характеризуются тяжелым профилем пути, многочисленными крутыми поворотами и искусственными сооружениями, а также узлами коммуникаций, мостовыми переходами и паромными переправами через широкие водные преграды.

В современных условиях возникновения различных региональных конфликтов в связи со сложностью и быстротечностью изменения обстановки огромное значение приобретает перегруппировка (передвижение) войск Национальной гвардии на большие расстояния в районы с неблагоприятной социально-политической обстановкой. Согласно требованиям министра внутренних дел России, передвижение на расстояние до 1000 км оперативным частям и соединениям следует совершать только своим ходом, при этом возрастает роль маршевой подготовки войск.

Но в этом случае служебно-боевые задачи могут быть успешно решены, если основные мероприятия по материальному и техническому обеспечению передвижения войск будут четко спланированы и проведены в пунктах постоянной дислокации. К таким мероприятиям по техническому обеспечению можно отнести подготовку ВВСТ, личного состава, связанного с их эксплуатацией; завершение восстановления вышедших из строя машин; подготовку средств технического обеспечения; создание штатных, внештатных (если нет возможности) эвакоподразделений и использование для этого высокопроходимых машин; снабжение частей и соединений автобронетанковым имуществом, а также средствами для повышения проходимости машин; поддержание запасов ГСМ на уровне установленных норм и правильное их хранение, использование средств массовой заправки машин; подготовку запасных водителей и их тренировку; учет местных баз, заправочных пунктов и нефтепроводов; организацию подвоза материальных средств (особенно ГСМ) в период выдвижения войск с использованием всех видов ВВСТ.

Возможности современных средств поражения вероятного противника, а опыт боевых действий в Чеченской Республике показал это наглядно, позволяют наносить большие потери передвигающимся войскам, что может привести к срыву выполнения поставленных перед ними задач. Кроме того, при передвижении войск неизбежен выход из строя ВВСТ

по техническим причинам. Уровень надежности боеспособности войск при этом будет зависеть от надежности ВВСТ и степени обученности личного состава. В этих условиях важнейшим источником поддержания уровня боеспособности оперативных частей и соединений, совершающих передвижение, является восстановление вышедших из строя ВВСТ, которое на настоящее время не соответствует предъявляемым к нему требованиям.

Возможен высокий выход из строя ВВСТ в ходе перегруппировки в результате применения противником современных средств поражения и по техническим причинам; активные действия диверсионно-разведывательных отрядов противника увеличивают значение ремонтно-восстановительных органов и осуществления ими ремонта на маршрутах движения, в районах массового выхода из строя ВВСТ и сосредоточения войск.

Анализ потерь вооружения и военной техники при совершении марша позволяет сделать вывод о том, что система технического обеспечения в целом и составная часть его – восстановление, его структура и функционирование должны соответствовать характеру потерь и динамике их возникновения во времени и пространстве. Совокупность, состав и организация ремонтно-восстановительных органов должны соответствовать определенным группам вооружения и техники, объединенных единством места и времени появления потерь в ходе осуществления передвижения. Производственные возможности ремонтно-восстановительных органов должны обеспечивать восстановление максимально возможного количества вооружения и военной техники в наиболее характерных условиях передвижения.

Однако необходимость выдвижения ремонтно-восстановительных органов вместе с войсками, с одной стороны, и необходимость восстановления ВВСТ – с другой, резко снижают производственные возможности и затрудняют решение возложенных на них задач.

Определенное влияние на восстановление ВВСТ оказывают дорожные и климатические условия. Наличие большого количества рек, лесов, оврагов, а также резкие колебания температуры воздуха, достаточное количество осадков увеличивают потребность в восстановлении ВВСТ и снижают производственные

возможности ремонтно-восстановительных органов. Поэтому возникает необходимость определения наиболее оптимальных значений трудоемкостей ремонтных работ для различных звеньев технического обеспечения в зависимости от величин ремонтного фонда для более эффективного их использования.

Применение подвижных средств обслуживания, оснащенных механизированным оборудованием и специальными приборами группового назначения, позволяет повысить качество проводимых работ и резко сократить время на их выполнение.

Подвижные средства технического обслуживания бронетанковой, автомобильной и инженерной техники в ходе боевых действий используются постоянно. Они обеспечивают подготовку вооружения и техники, надежное и длительное их функционирование в ходе боевых действий с повседневной подготовкой к очередному использованию.

Вооруженный конфликт в Чеченской Республике еще раз подтвердил правильность концепции развития войск Национальной гвардии по совершенствованию системы восстановления ВВСТ, необходимость разработки новых методов повышения ее эффективности, а также создания полнокровных ремонтных органов, органов технической разведки,

эвакуации и управления восстановлением. Необходимо совершенствовать структуру ремонтно-восстановительных органов путем повышения возможности их деления, создания штатных подразделений технической разведки, эвакуации, дальнейшего насыщения средствами восстановления вооружения и военной техники.

Опыт применения оперативных частей и соединений войск Национальной гвардии показал, что вопросы использования, обслуживания и ремонта ВВСТ решаются в процессе выполнения служебно-боевых задач и поэтому оказывают непосредственное влияние не только на их боевую готовность и подвижность, но и в целом на эффективность их применения.

Таким образом, проведенный анализ факторов и условий, влияющих на восстановление ВВСТ группировки войск Национальной гвардии при передвижении на большое расстояние, показывает, что успех выполнения поставленных служебно-боевых задач определяющим образом зависит от степени подготовки ВВСТ к предстоящим боевым действиям в конкретных условиях местности, времени года, с учетом специфики особенностей данного региона и характера боевых действий вероятного противника.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обеспечение воинских частей подразделений ВВ МВД России: учебник. Часть 1. Организация технического обеспечения воинской части (подразделения) при выполнении служебно-боевых задач / под общ. ред. С.П. Юрченко. – Москва: Редакционно-издательский дом «Качум-пресс», 2010. – 544 с.
2. Техническое обеспечение подразделений МВД РФ. Часть 2. – Пермь: «Стиль-МГ», 2001. – 460 с.
3. Основные положения по эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники: учебное пособие. – Омск: Омское высшее танковое командное училище, 1975. – 48 с.
4. Об утверждении Руководства по автотехническому обеспечению войск Национальной гвардии Российской Федерации. Приказ Федеральной службы ВНГ РФ. – Принят: 01.12.2017. – № 512.

REFERENCES

1. Tehnicheskoe obespechenie voinskih chastey podrazdeleniy VV MVD Rossii: uchebnik. Chast' 1. Organizatsiya tehnicheskogo obespecheniya voinskoy chasti (podrazdeleniya) pri vypolnenii sluzhebno-boevykh zadach / pod obsch. red. S.P. Yurchenko. – Moskva: Redaktsionno-izdatel'skiy dom «Kachum-press», 2010. – 544 s.
2. Tehnicheskoe obespechenie podrazdeleniy MVD RF. Chast' 2. – Perm': «Stil'-MG», 2001. – 460 s.
3. Osnovnye polozheniya po ekspluatatsii bronetankovoy i avtomobil'noy tehnik: uchebnoe posobie. – Omsk: Omskoe vysshee tankovoe komandnoe uchilische, 1975. – 48 s.
4. Ob utverzhdenii Rukovodstva po avtotekhnicheskomu obespecheniyu voysk Natsional'noy gvardii Rossiyskoy Federatsii. Prikaz Federal'noy sluzhby VNG RF. – Prinyat: 01.12.2017. – № 512.

5. Техническая подготовка водителей (механиков-водителей): методическое пособие. Изд. 2, перераб. – Москва: Воениздат, 1980.

Кудрявцев Антон Викторович – слушатель факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии; Черненко Александр Николаевич – доцент кафедры управления техническим обеспечением войск Национальной гвардии факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии; Саидов Джавангир Нурутдинович – слушатель факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии. Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва Министерства обороны Российской Федерации.

Статья поступила в редакцию 22.03.2021

5. Tehnicheskaya podgotovka voditeley (mehaniikov-voditeley): metodicheskoe posobie. Izd. 2, pererab. – Moskva: Voenizdat, 1980.

Kudryavtsev Anton Viktorovich – Military Student at the Faculty of Logistics of the National Guard Troops; Chernenko Aleksandr Nikolaevich – Associate Professor at the Department of Materiel Management of the National Guard Troops; Saidov Dzhavangir Nurutdinovich – Military Student at the Faculty of Logistics of the National Guard Troops. Khrulev Military Academy of Logistics of the Ministry of Defense of the Russian Federation.

ВОЕННО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВОЕННАЯ ЭКОНОМИКА И ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

УДК 355.6

ГРНТИ 78.75.73

АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИМ ИМУЩЕСТВОМ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ

В.Г. Козлов, Д.П. Поправко, К.С. Шура-Бура

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии

А.В. Хрулёва

Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова д.8, vatt@mail.ru

В статье рассмотрен анализ исследований системы обеспечения автомобильным имуществом войск Национальной гвардии, определяющей планирование материального обеспечения, зависящей от множества факторов, из которых в качестве основных можно выделить характер и размах операции (цель, задача, глубина, ширина полосы обороны; средний темп наступления; интенсивность ведения боевых действий; продолжительность, оперативное построение войск НГ и так далее).

Ключевые слова: становление войск Национальной гвардии, система материально-технического обеспечения, необходимость научного обоснования системы хранения материальных средств, подготовка научно-методического аппарата, совершенствование форм и методов деятельности автомобильной службы войск Национальной гвардии.

ANALYSIS OF THE CURRENT SYSTEM OF SUPPLY AND PROVISION OF THE NATIONAL GUARD TROOPS WITH THE EQUIPMENT

V.G. Kozlov, D.P. Popravko, K.S. Shura-Bura

Khrulev Military Academy of Logistics

Russia, 199034, St. Petersburg, nab. Makarova, 8, vatt@mail.ru

The article analyzes the provision system of National Guard troops with military vehicles, which defines the planning of material support. It depends on many factors, the main of which are the nature and the scope of the operation (the goal, the purpose, the depth, the width of the defense zone; the average rate of the offense; the intensity of warfare; duration, the order of battle of the National Guard troops, etc.).

Keywords: formation of the National Guard troops, logistic support system, the need for scientific substantiation of the storage system of materiel, preparation of scientific and methodological apparatus, improvement of forms and methods of activities of the automotive service of the National Guard troops.

Национальная гвардия (полное название Федеральная служба войск Национальной гвардии РФ) представляет собой орган исполнительной власти, сформированный на осно-

вании ВВ МВД РФ.

Национальная гвардия (далее – НГ) призвана обеспечивать надлежащий уровень государственной и общественной безопасности, стоять на страже правопорядка, законности и конституционного строя. Президентский Указ № 157, в котором содержалось постановление о формировании войск НГ РФ, вступил в силу 5 апреля 2016 года.

В России ранее НГ как таковая никогда не существовала. Первое упоминание о возможности ее образования возникло в 2002 году. Тогда было сказано, что НГ должна стать правопреемницей ВВ МВД. А в 2012 году в печати появилась информация, что в Минобороны уже началось обсуждение концепции создания НГ и планируется, что в ее состав будут входить войска МВД, ВДВ, ВВС, ВМФ и МЧС.

В 2014 году предложение относительно образования НГ РФ появилась на интернет-портале Российской общественной инициативы (РОИ). В опросе принимали участие все желающие граждане РФ, и результат был подтверждающим – большинство поддержало предложение.

Мнение народа и государства совпало, тем более что, по словам Президента РФ, реформирование ВВ МВД РФ обсуждалось уже давно. Результатом подобной работы стало принятие президентского указа от 05.04.2016, согласно которому в России создавалась новая государственная силовая структура из состава ВВ МВД.

Подобное решение было целесообразно и вполне закономерно, ведь аналогичные войсковые образования имеются во многих странах, среди которых США, Латвия, Испания, Украина, Грузия и др. Появление НГ в России было вопросом времени. Кроме того, принципиальным значением обладал тот факт, что Гвардия должна была находиться в непосредственном подчинении у Президента страны, а не у главы МВД.

Президент В.В. Путин в своих комментариях относительно принятого Указа отмечал, что НГ создавалась с целью борьбы с терроризмом и организованной преступностью и будет работать в тесном взаимодействии с МВД РФ, а также выполнять функции, которые ранее были возложены непосредственно на ОМОН и СОБР.

Во главе войск НГ РФ поставлен В.В. Зо-

лотов (генерал армии — Директор Федеральной службы войск Национальной гвардии Российской Федерации с 5 апреля 2016 года), который до момента вступления в новую должность занимал пост главнокомандующего ВВ МВД РФ. Его новое назначение тождественно статусу федерального министра.

Целью Национальной гвардии РФ является оптимизация и повышение эффективности деятельности МВД РФ, а также рационализация бюджетных средств на содержание силовых структур. Последний факт обусловлен тем, что для формирования отрядов Росгвардии не требуется набор дополнительных войск. Они образуются из сотрудников действующих подразделений силовых структур МВД РФ.

Помимо СОБРа и ОМОНа в состав НГ России входят:

- Вневедомственная охрана МВД РФ;
- Авиация МВД РФ;
- ФГУП «Охрана»;

• Подразделения МВД по контролю над оборотом оружия деятельностью частного порядка.

Численность НГ РФ может составить 400 тыс. человек. Переход сотрудников МВД в ряды Росгвардии осуществляется при полном сохранении имеющихся у них наград и социальных гарантий. Примечательно, что дабы уравновесить подобный отток людей из структуры МВД, глава государства принял решение перевести ФМС и службу наркоконтроля, которые ранее являлись обособленными структурами, в состав МВД.

Функции у НГ РФ весьма широкие:

- поддержание общественного порядка;
- ведение полномасштабной борьбы с террористическими и экстремистскими группировками и образованиями;
- территориальная оборона страны;
- защита государственных объектов и особо важных грузов;
- помощь ФСБ при организации защиты пограничных территорий;
- регулирование и контроль частной охранной деятельности;
- ведение вневедомственной охраны;
- противостояние организованной преступности;
- реализация политики государства в сфере оружейного оборота;

• пресечение несанкционированных масштабных акций и др.

Помимо этого, очевидно, что в случае введения военного положения на Росгвардию будут возложены задачи по организации тыловой защиты и охраны коммуникаций страны, противодействие диверсионно-разведывательным группам, несение гарнизонной службы и т.д.

Проще говоря, главной задачей НГ является защита страны от внешних и внутренних врагов и охрана конституционного порядка, а также прав и свобод граждан России [1].

Становление войск Национальной гвардии (НГ) предполагает большой объем работы должностных лиц тыла, особенностью которой является то, что внутренние войска преобразованы в войска Национальной гвардии, следовательно, больше не входят в систему МВД России, а собственная система материально-технического обеспечения еще не создана.

В настоящее время проводится второй этап формирования войск, являющийся решающим для становления системы материально-технического обеспечения.

Анализ нормативно-правовой документации, находящейся в открытом доступе, показывает, что основным органом снабжения определено федеральное казенное учреждение – центр материально-технического обеспечения Федеральной службы войск НГ Российской Федерации, предназначенный для:

обеспечения вооружением, боевой и специальной техникой, материально-техническими средствами войск НГ Российской Федерации в мирное и военное время;

создания и содержания в установленных размерах запасов вооружения, боевой и специальной техники и материально-технических средств в местах их хранения, управления ими в мирное и военное время.

Предполагается формирование девяти центров материально-технического обеспечения, расположенных на основных направлениях сосредоточения войск.

До завершения формирования органов материально-технического обеспечения войск НГ Российской Федерации, то есть до полного выполнения комплекса мероприятий по государственной регистрации центров материально-технического обеспечения войск НГ Российской Федерации, укомплектованию,

получению личным составом дополнительного образования в сфере закупок и созданию собственных баз хранения ресурсов, окончания формирования информационно-телекоммуникационной инфраструктуры предлагается применять Временный порядок материально-технического обеспечения войск НГ Российской Федерации [2].

Одной из важных задач материально-технического обеспечения является оптимизация количества, вместимости и размещения складов округа войск НГ Российской Федерации. Выбор мероприятий по решению этой задачи предполагает необходимость дальнейших исследований, подготовки научно-методического аппарата, обеспечивающего оценку военно-экономической эффективности инфраструктуры тыла войск НГ.

Кроме этого, необходимо обоснование мер по установлению более тесных взаимосвязей производителей материальных средств с войсками НГ Российской Федерации в целях стабильного функционирования системы материально-технического обеспечения войск НГ Российской Федерации в современных условиях.

При этом возникает необходимость научного обоснования системы хранения материальных средств по количеству объектов, их характеристикам и размещению в соответствии с потребностями планируемых к развертыванию войск НГ в настоящий период и на перспективу [3].

В тесном взаимодействии с Правительством Российской Федерации, Минобороны и МВД России проводится комплекс мероприятий по повышению уровня технической обеспеченности.

В настоящее время доля современных образцов автобронетанковой техники в войсках составляет 69 %, а к концу 2020 года во взаимодействии с отечественными предприятиями промышленности (АО «АЗ "УРАЛ"», ПАО «КАМАЗ», Группа «ГАЗ», ПАО «АВТОВАЗ», АО «АСТЕЙС», ОКБ «Техника», ООО «ВПК», ООО «УАЗ», ООО «Корпорация "Проект-техника"» и другими) она будет доведена до 70 %.

С этой целью в войска планируется поставить более 2000 единиц современных образцов автобронетанковой техники различных типов.

Осуществляется подготовка к принятию

на снабжение патрульных автомобилей «Лада Веста» и «Лада Гранта» с комплектом специального оборудования, разработанных по техническому заданию НГ для подразделений, несущих службу на улицах и в общественных местах. Автомобили планируется оснащать современными цифровыми IT-системами и всепогодными приборами наблюдения и распознавания объектов, приборами ночного видения, устройствами для удаленного доступа к информационным базам данных.

Для подразделений специального назначения разработан и проходит государственные испытания специальный бронированный автомобиль НГ «Горец-ССН».

По линии вооружения в войска поставляются пистолеты Ярыгина, автоматы АК-200 и АК-205, 7,62-мм снайперские винтовки СВ-98, а также оружие для подводной стрельбы и двухсредные автоматы. Кроме того, в 2019 году в интересах войск осуществлялось проведение опытно-конструкторских работ, по результатам которых разработаны перспективные образцы вооружения с расширенными тактическими возможностями.

В истекшем периоде большая работа проведена по совершенствованию объектов технического обеспечения. При этом особое внимание уделяется внедрению современных систем видеонаблюдения, контроля и отображения данных об обстановке [4].

Обеспечение войск НГ вооружением, боеприпасами, боевой и специальной техникой, специальными средствами осуществляется в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации, и по нормам, устанавливаемым уполномоченным федеральным органом исполнительной власти. Порядок и нормы иных видов материально-технического обеспечения войск НГ устанавливаются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, если иное не установлено федеральными законами [7].

Закупка товаров, работ и услуг в сфере деятельности войск НГ осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами о контрактной системе в сфере закупок товаров, работ и услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд.

Строительство, реконструкция или предоставление объектов, предназначенных для

размещения органов управления войсками НГ, соединений, воинских частей, подразделений и организаций войск НГ, и расходование горючего и смазочных материалов производятся в порядке и по нормам, которые установлены для Вооруженных Сил Российской Федерации (с учетом особенностей, определяемых руководителем уполномоченного федерального органа исполнительной власти).

Расквартирование воинских частей, выполняющих задачи по охране важных государственных объектов, специальных грузов, сооружений на коммуникациях, строительству, капитальному ремонту, реконструкции, материально-техническому обеспечению военных городков, зданий и сооружений, предназначенных для расквартирования указанных воинских частей, а также строительству, капитальному ремонту, реконструкции инженерно-технических средств охраны, караульных помещений, зданий (помещений) комендатур, бюро пропусков, обеспечение их эксплуатации (в том числе предоставление и оплата коммунальных услуг), обеспечение личного состава караулов на объектах, производящих или применяющих в производстве радиоактивные, аварийно-опасные и химически опасные вещества, средствами индивидуальной и коллективной защиты, приборами радиационного и химического наблюдения, дозиметрического контроля и системами аварийного оповещения осуществляются за счет средств организаций, важные государственные объекты и (или) специальные грузы, и (или) сооружения, на коммуникациях которых подлежат охране войсками НГ в соответствии с перечнями, утвержденными Правительством Российской Федерации.

Обеспечение подразделений войск НГ, осуществляющих на договорной основе охрану имущества граждан и организаций, объектов техническими средствами охраны, выделение служебных и подсобных помещений, являются обязательствами организаций, заключивших договоры об охране имущества и объектов.

Для организации охраны объектов, подключенных к пультам централизованного наблюдения, войска НГ используют каналы связи, предоставляемые операторами связи в соответствии с законодательством Российской Федерации в области связи. Помещения (ча-

сти помещений) в сооружениях связи, используемые для размещения аппаратуры охранной сигнализации, арендуются у операторов связи на договорной основе.

Личный состав войск НГ, привлекаемый к выполнению служебно-боевых (оперативно-служебных, служебных, боевых) задач за пределами пунктов их постоянной дислокации, обеспечивается дополнительным питанием [6].

Субъекты транспортной инфраструктуры предоставляют на безвозмездной основе войскам НГ для участия в охране общественного порядка и обеспечении общественной безопасности на железнодорожном, водном, воздушном транспорте и метрополитенах служебные и подсобные помещения, оборудование, средства и услуги связи.

Оборудование помещений мебелью, орг-

техникой и средствами связи и обеспечение технической эксплуатации этих помещений (водоснабжение, отопление, освещение, уборка, ремонт) осуществляются за счет средств, предусмотренных в федеральном бюджете для уполномоченного федерального органа исполнительной власти [5].

Дальнейшее повышение эффективности функционирования системы автотехнического обеспечения войск Национальной гвардии определяется в организационном единстве потоковых процессов в сферах производства, обращения, распределения и потребления автомобильного имущества, удовлетворении потребностей войск национальной гвардии, развитии и совершенствовании форм и методов деятельности автомобильной службы войск Национальной гвардии [8].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт «Контрактная армия» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://contract-army.ru/info/nacionalnaya-gvardiya/> (дата обращения: 14.11.2020).
2. О материально-техническом обеспечении войск Национальной гвардии Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральный портал проектов нормативных правовых актов. – Режим доступа: <http://regulation.gov.ru/projects#npa=59650> (дата обращения: 16.11.2020).
3. Болгов, Н.В. Особенности формирования материально-технического обеспечения войск национальной гвардии Российской Федерации в системе экономической безопасности / Н.В. Болгов // Вестник Московского университета МВД России. – 2017. – № 2. – С. 193–196.
4. О войсках национальной гвардии Российской Федерации. – Федеральный закон. – Принят: 03.07.2016. – № 226-ФЗ (редакция от 31.07.2020). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<https://rosguard.gov.ru/ru/page/index/tehicheskoe-obespechenie>] (дата обращения: 05.01.2021).
5. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. – Федеральный закон. – Часть 8. – Принят: 29.07.2018. – № 264-ФЗ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200506/c3146709e80f088d203837a7822f6a06a8c91154/] (дата обращения: 05.01.2021).

REFERENCES

1. Sayt «Kontraktnaya armiya» [elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://contract-army.ru/info/nacionalnaya-gvardiya/> (data obrascheniya: 14.11.2020).
2. O material'no-tehnicheskoy obespechenii voysk Natsional'noy gvardii Rossiyskoy Federatsii [Elektronnyy resurs] // Federal'nyy portal proektov normativnykh pravovykh aktov. – Rezhim dostupa: <http://regulation.gov.ru/projects#npa=59650> (data obrascheniya: 16.11.2020).
3. Bolgov, N.V. Osobennosti formirovaniya material'no-tehnicheskogo obespecheniya voysk Natsional'noy gvardii Rossiyskoy Federatsii v sisteme ekonomicheskoy bezopasnosti / N.V. Bolgov // Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii. – 2017. – № 2. – S. 193–196.
4. O voyskakh Natsional'noy gvardii Rossiyskoy Federatsii. – Federal'nyy zakon. – Prinyat: 03.07.2016. – № 226-FZ (redaktsiya ot 31.07.2020). [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: [<https://rosguard.gov.ru/ru/page/index/tehicheskoe-obespechenie>] (data obrascheniya: 05.01.2021).
5. O vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii. – Federal'nyy zakon. – Chast' 8. – Prinyat: 29.07.2018. – № 264-FZ. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200506/c3146709e80f088d203837a7822f6a06a8c91154/] (data obrascheniya: 05.01.2021).

6. Захаров, М.Ю. Опыт применения сил и средств внутренних войск МВД Российской Федерации в специальной операции в условиях внутреннего вооруженного конфликта и его значение для войск Национальной гвардии Российской Федерации / М.Ю. Захаров, А.Н. Болдырев // Научный вестник Вольского ВИМО, 2017.

7. Плотников, В.А. Технические решения по повышению эффективности системы работы складов артиллерийского вооружения и боеприпасов / В.А. Плотников, А.В. Белов // Сборник научных статей VII международной научно-практической конференции «Практические аспекты подготовки офицеров – специалистов материально-технического обеспечения военной организации государства: взаимосвязь высшей школы и войск». Ч.1. – Пермь: ПВИ ВНГ РФ, 2019. – С. 136–141.

8. Свидетельство о государственной регистрации Программы расчёта показателей обеспеченности имуществом образцов автомобильной техники для ЭВМ. – № 2020662271 Российская Федерация / Д.П. Поправко, В.А. Плотников, А.С. Терентьев; заявитель и патентообладатель Д.П. Поправко – № 2020660905; заявл. 22.09.2020; опубл. 09.10.2020. – Бюл. № 10.

6. Zaharov, M.Yu. Opyt primeneniya sil i sredstv vnutrennih voysk MVD Rossiyskoy Federatsii v spetsial'noy operatsii v usloviyah vnutrennogo vooruzhennogo konflikta i ego znachenie dlya voysk Natsional'noy gvardii Rossiyskoy Federatsii / Zaharov M.Yu., Boldyrev A.N. Vol'sk: Vol'skiy voennyi institut material'nogo obespecheniya. Ezhekvar'tal'nyy voenno-nauchnyy zhurnal «Nauchnyy vestnik Vol'skogo VIMO», 2017.

7. Plotnikov V.A. Tehnicheskie resheniya po povysheniyu effektivnosti sistemy raboty skladov artilleriyskogo vooruzheniya i boeprapasov / V.A. Plotnikov, A.V. Belov // Sbornik nauchnykh statey VII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Prakticheskie aspekty podgotovki ofitserov – spetsialistov material'no-tehnicheskogo obespecheniya voennoy organizatsii gosudarstva: vzaimosvyaz' vyshey shkoly i voysk». Ch.1. – Perm': PVI VNG RF, 2019. – S. 136–141.

8. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii Programmy rascheta pokazateley obespechennosti imuschestvom obraztsov avtomobil'noy tehniki dlya EVM. – № 2020662271, Rossiyskaya Federatsiya / Popravko D.P., Plotnikov V.A., Terent'ev A.S.; zayavitel' i patentoobladatel' Popravko D.P. – № 2020660905; zayavl. 22.09.2020; opubl. 09.10.2020. – Byul. № 10.

Козлов Владимир Геннадьевич – слушатель факультета материально-технического обеспечения войск Национальной гвардии; Поправко Дмитрий Петрович – начальник 16 кафедры управления техническим обеспечением войск Национальной гвардии; Шура-Бура Константин Сергеевич – слушатель факультета материально-технического обеспечения войск национальной гвардии. Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва

Kozlov Vladimir Gennad'evich – Military Student at the Faculty of Logistics of the National Guard troops; Popravko Dmitriy Petrovich – Head at the Department of Materiel Management of the National Guard troops; Shura-Bura Konstantin Sergeevich - Military Student at the Faculty of Logistics of the National Guard troops. Khrulev Military Academy of Logistics.

Статья поступила в редакцию 26.02.2021

ВОИНСКОЕ ОБУЧЕНИЕ И ВОСПИТАНИЕ, БОЕВАЯ ПОДГОТОВКА, ВОЕННАЯ ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ВОЙСК

УДК 378.6

УДК 78.25.14

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОБУЧЕНИЯ ВОСПИТАННИКОВ ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА

С.А. Жуков

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного

Россия, 194064 Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий проспект, д.3, sch-vasit@mil.ru

В статье освещаются вопросы организации учебного процесса в системе военных учебных заведений России, сложившейся в ходе военной реформы 1860-х годов. Автор утверждает, что процесс обучения строился с учетом требований Военного министерства, Главного управления военно-учебных заведений и воинских уставов. Обучение преследовало три основные цели: формальную, материальную и воспитательную. Знания и навыки, полученные в военно-учебном заведении, являлись лишь основой, начальным этапом военного образования и обязательно должны были совершенствоваться по мере службы офицера.

Ключевые слова: история России XIX века, история военного образования, система подготовки военных кадров, военно-учебные заведения, принципы обучения, методы обучения, формы обучения.

THEORY AND PRACTICE OF TRAINING CADETS AT MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF RUSSIA IN THE SECOND HALF OF THE XIX CENTURY

S.A. Zhukov

Budenny Military Academy of Communications Support

Russia, 194064 St. Petersburg, K-64, Tihoretskiy prospekt, d.3, sch-vasit@mil.ru

The article highlights the issues of the organization of the educational process in the system of military educational institutions in Russia, which was developed during the military reform of the 1860s. The author claims that the training process was built according to the requirements of the War Ministry, the Main Directorate of Military Educational Institutions and military regulations. The training had three main goals: formal, material, and educational ones. The knowledge and skills acquired at military educational institutions were only the basis, the initial stage of military education. They must necessarily be improved within the service of the officer.

Keywords: history of Russia of the XIX century, history of military education, system of training military personnel, military educational institutions, principles of training, methods of training, forms of training.

XIX век имеет особое значение в истории развития отечественного военного образования. Именно в этот период сложилась многоступенчатая система подготовки военных

кадров, были заложены принципы обучения и воспитания офицерского корпуса, многие из которых актуальны и по сей день. Эта система образования показала себя с наилучшей сто-

роны. Только в конце XIX – начале XX века она воспитала ряд выдающихся военных и государственных деятелей, знаменитых деятелей науки и культуры: А.И. Куприна и М.М. Зощенко, Г.В. Плеханова и М.А. Бакунина, Н.М. Пржевальского и П.П. Семёнова-Тян-Шанского, И.М. Сеченова и П.Н. Яблочкова, М.Н. Тухачевского и Д.М. Карбышева и много-много других высокообразованных, талантливых, преданных своему делу людей. В современных условиях, когда реформа образования (в том числе и военного) кажется перманентной, самое время взглянуть назад, попытаться найти точку опоры, которая позволит построить правильную систему координат для оценки «проносящихся мимо» новых педагогических теорий и практик. Такой взгляд должен помочь отделить педагогические «зерна от плевел», выделить то ценное из опыта обучения и воспитания офицеров нашей армии, что нужно сохранить в будущем.

В данной статье автор сосредоточил внимание на теории и практике обучения воспитанников военно-учебных заведений второго и третьего разряда: кадетских корпусов, юнкерских и военных училищ, а также военных гимназий второй половины XIX века.

Обучение в военно-учебных заведениях России в этот период основывалось на требованиях воинских уставов и приказов Военного министерства. Центральным органом, непосредственно осуществлявшим управление процессом подготовки военных кадров, было Главное управление военно-учебных заведений, вошедшее в состав Военного министерства 21 января 1863 г. Главными целями его деятельности считались установление единства управления военно-учебной частью, его централизация и приведение деятельности учебных заведений, относящихся к Военному министерству, в соответствие с действительными потребностями войск.

На момент организации Главного управления Военное министерство уже располагало значительным числом учебных заведений: к ним относились 37 организаций, основную часть которых составляли 15 кадетских корпусов и 18 училищ. В дальнейшем сеть военно-учебных заведений, по учебной части подчиненных Главному управлению, значительно расширилась и подверглась реформированию. В ее состав в 1864 г. вошли юнкерские

училища, а в 1865 – школы для солдатских детей. Кадетские корпуса в большинстве своем были преобразованы в военные гимназии, а училища военного ведомства – в военные начальные школы и, позднее, в военные прогимназии [1, с. 15].

Анализ источников показывает, что в этот период система подготовки военных кадров работала в направлении нравственного развития и «умственного образования» воспитанников. В процессе обучения преследовались три главные цели: воспитательная, материальная и формальная. Формальная цель состояла в общем развитии умственных способностей обучаемых. Материальная цель обучения заключалась в вооружении воспитанников необходимыми знаниями и формировании нужных в дальнейшей службе навыков. Однако эти знания и навыки, полученные в военно-учебном заведении, являлись лишь основой, начальным этапом военного образования и обязательно должны были совершенствоваться по мере службы офицера [2].

Воспитательная цель заключалась в формировании личности обучающегося и включала физическое, нравственно-религиозное и эстетическое его развитие. Воспитательная цель должна была ставиться на всех занятиях по любой учебной дисциплине. К примеру, главной воспитательной целью на занятиях по истории было пробудить и укрепить в учащихся сознательную любовь к Отечеству, а на занятиях по Закону Божьему – склонить обучающихся к христианскому образу жизни и поведению [3, с. 35].

Предусматривалось, что цели обучения должны быть связаны между собой и учитываться одновременно. Преследование в ходе обучения только одной из указанных целей с пренебрежением какой-либо другой считалось нецелесообразным.

Если рассматривать процесс обучения в военно-учебном заведении с точки зрения его структуры, можно сказать, что все изучаемые дисциплины разделялись на три группы: общеобразовательная подготовка, специальная подготовка и строевое образование. Конкретный состав предметов и количество часов, на них выделяемых, зависел от типа учебного заведения.

В военных гимназиях преподавались, в основном, общеобразовательные предметы,

максимальное количество учебного времени уделялось математике (17–23 % учебного времени типовой недели), русскому языку (13–17 %) и иностранным языкам (немецкий и французский – по 10–20 % каждому) [4, с. 5–6].

В военных училищах, кроме общеобразовательных предметов (основные – математика, русский, физика и сведения из химии, история), изучались и военные, основными из которых были тактика, фортификация и артиллерия (по 2–4 часа занятий в типовой учебной неделе в младшем и старшем классе). Кроме указанных, в число военных дисциплин входили законоведение, военная история, военная администрация, военная гигиена, военная топография и ряд других дисциплин [5, с. 14–15]. Юнкерские училища, не смотря на свою специфику, в целом имели аналогичный набор предметов обучения [6, с. 3].

Строевое образование также играло большую роль в подготовке военных кадров. Оно на разных этапах обучения включало в себя начальное знакомство с военной службой, изучение уставов, гимнастику, окопное дело, методику обучения молодых солдат.

Согласно взглядам военного руководства (в первую очередь, военного министра Д.А. Милютин), ключевую роль в образовании будущих офицеров играла общеобразовательная подготовка. Она должна была служить надежной базой для освоения военных дисциплин и формирования высококвалифицированного специалиста. В ходе военной реформы 1860-х годов произошло перераспределение учебного времени в сторону уменьшения «шагистики» и увеличения количества и качества преподавания общеобразовательных дисциплин. Особенно это было заметно на низших ступенях военного образования – в военных гимназиях [7, с. 17, 201].

Содержание обучения в военно-учебных заведениях определялось принципами военной дидактики. При этом во второй половине XIX века еще не утвердилось понятие «принципы обучения» (хотя оно уже встречалось в некоторых военно-педагогических работах). Эквивалентом ему можно считать «общие дидактические положения» – педагогические требования, которые должны применяться при обучении любому предмету [8, с. 3].

Анализируя педагогическую литературу второй половины XIX века, можно выделить

несколько основных дидактических требований, определявших организацию, содержание и методику обучения в военно-учебных заведениях (часть из них имеет современные аналоги): истинность обучения (в современной дидактике – научность); наглядность и сознательность обучения, прочность усвоения знаний (в современной дидактике формулируются аналогично); последовательность обучения, выразившаяся в переходе от материала, известного обучаемым, к неизвестному и от простого к более сложному (в современной дидактике – принципы систематичности, последовательности и доступности); естественность и целесообразность, жизненность обучения, взаимосвязь различного рода занятий (в современной дидактике аналогом, вероятно, следует считать принцип связи теории и практики), всесторонность развития обучаемых; поддержание интереса к обучению; самостоятельность обучения.

Все эти общие дидактические требования были тесно связаны между собой, одни вытекали из других, и поэтому есть возможность утверждать, что военная школа России XIX века располагала целостной, взаимосвязанной системой дидактических требований. В то же время необходимо отметить, что данные общие требования одновременно не имели место во всех программах, инструкциях, руководящих указаниях. По мере развития военной школы одним из требований уделялось больше внимания, другим – меньше.

Под формами обучения в военной педагогике того времени рассматривались способы и приемы обучения воспитанников [9, с.18].

Основными формами обучения, нашедшими широкое применение в военных учебных заведениях, выступали акроматическая (излагающая) форма обучения, вопросно-ответная форма и показывательная форма.

Сущность акроматической (излагающей) формы обучения, которая наряду с вопросно-ответной формой известна со времен Древней Греции, состояла в том, что преподаватель сообщал обучаемым содержание учебного предмета, а те слушали и воспринимали материал. Преподаватель, таким образом, предлагал готовые знания, а обучаемый направлял свои усилия только на их усвоение. Прибегая к изложению как форме сообщения сведений, преподаватель был обязан учиты-

вать общий уровень развития обучаемых и их знание предмета. Излагаемая информация должна была быть, с одной стороны, в достаточной степени научной, а с другой – простой и доступной обучаемым. В ходе изложения требовалось сочетать яркость изложения материала с простотой, логичностью и ясностью выражений. Допускалось, что преподаватель может прерывать изложение вопросами, направленными на повторение или разъяснение наиболее трудных мест. Такие вопросы рекомендовалось задавать и в конце изложения учебного материала.

Суть вопросно-ответной формы обучения заключалась в ответах обучаемых на вопросы преподавателя. Данная форма подразделялась на катехизический и эвристический варианты.

В случае катехизической формы вся область знаний учебного предмета разделялась на ряд вопросов и ответов на них. Вопросы преподавателя, который первоначально сам излагал учебный материал, имели цель узнать, насколько обучаемый усвоил знания, и облегчить, по возможности, ему процесс этого усвоения. Практика показывала, что эта форма обучения действительно облегчает деятельность обучаемого, т.к. ему было проще усвоить знания разбитыми на понятные и логически завершенные части. Но в этом случае обучающийся во многом был пассивен, его умственная активность не получала должного развития.

Этого недостатка был лишен другой вариант вопросно-ответной формы – эвристический. В данном случае обучаемые самостоятельно добывали знания, роль преподавателя сводилась к помощи и общему руководству процессом обучения. Педагог своими вопросами только руководил их умственной деятельностью, помогал уяснить наиболее трудные положения учебного материала. С целью максимальной активизации учебной работы обучаемых требовалось, чтобы каждый из них готовился к ответу на каждый поставленный вопрос. При этом вопросы ставились не только преподавателем, они должны были исходить также и от обучаемых. Таким образом, сущность эвристической формы состояла в активности и самостоятельности учащихся, приводящей их к знаниям, к развитию умственных способностей. Этой внутренней стороной эври-

стическая форма отличалась как от излагающей, так и от катехизической, при которой сведения сообщались обучаемым в готовом виде.

Показывательная форма максимально использовала принцип наглядности в обучении. Ее сущность состояла в показе преподавателем неких предметов или действий с целью овладения этим учебным материалом обучаемыми. После показа, как правило, шло заучивание действий путем упражнений. Эта форма находила широкое применение при обучении строевым приемам, различным физическим упражнениям, на занятиях по танцам и т.д. Мастерство преподавателя заключалось в правильном разбиении сложных действий или механизмов на более простые, легко запоминающиеся составные части и наглядном представлении их своим ученикам. Однако показывательная форма не сводилась только к деятельности преподавателя. Показ мог осуществляться под руководством преподавателя и отдельный подготовленный обучаемый, и целое подразделение. Показ мог быть как реальной боевой техники, оружия и их применения, так и картин, схем, макетов.

Кроме рассмотренных выше форм обучения, в военной педагогике XIX века существовало понятие «форма преподавания». В военно-учебных заведениях того времени чаще всего применялись классная и аудиторная формы преподавания. Они отличались составом обучающихся, привлекаемых на занятия, и методом проведения занятий. При классной форме количество обучаемых как на лекциях, так и на других видах занятий, не должно было превышать 25–35 человек, в случае аудиторной формы на занятии присутствовало большее число обучаемых.

В ходе второй половины XIX века аудиторная форма теряла свое значение и постепенно заменялась классной как обеспечивающей большую эффективность занятий [10, с. 32]. Инициатором этих изменений выступил военный министр Д.А. Милютин. С 1880-х гг. на классную форму преподавания стал переходить весь личный состав военных учебных заведений.

Формы обучения реализовывались в различных видах занятий. К основным видам занятий в военно-учебных заведениях Российской империи во второй половине XIX века

относились лекции, беседы, практические занятия, военные игры, репетиции, учения, экзамены и другие.

Лекция, как и сегодня, занимала одно из первых мест среди всех видов занятий. При этом ее место в учебном процессе, эффективная методика проведения многие годы были предметом острых дискуссий, развёрнутых на страницах педагогических и военно-педагогических изданий. Анализ документов и литературных источников показывает, что за вторую половину XIX века роль лекции в учебном процессе военно-учебных заведений, в целом, снизилась, а в начале XX века лекция как вид учебных занятий в средних и высших военно-учебных заведениях вообще ушла на задний план. По мнению педагогов того времени, лекции, по возможности, необходимо было заменять самостоятельной работой обучаемых: практическими занятиями, написанием рефератов, чтением под руководством преподавателя и другими видами самостоятельного поиска знаний. Роль лекций сводилась к введению учеников в изучаемый предмет или его раздел: преподаватель сообщал основные положения учебного материала по теме, указывал направления его изучения и необходимую для самостоятельной работы литературу [11, с. 42].

С данным подходом к роли лекции в учебном процессе нельзя в полной мере согласиться. Количество лекций в современных условиях нуждается в определённом сокращении, однако исключать лекцию из учебного процесса или отводить ей второстепенные функции было бы, на наш взгляд, не совсем правильно.

Практические занятия своей непосредственной целью имели всестороннее развитие сил и способностей воспитанников к самостоятельной практической деятельности, содействии расширению их кругозора, физическому и эстетическому развитию. Проводились эти занятия, в основном, по военным дисциплинам и являлись наиболее распространённым видом занятий. Они могли проводиться в классе (в виде решения практических задач под руководством преподавателя), а также в поле, в мастерских, спортзалах и стрельбищах. К практическим занятиям также относились посещения воспитанниками концертов, танцевальных вечеров, экскурсии в музеи и на производства, спортивные занятия, поле-

вые и садовые работы [12, с. 294].

Качество и полноту знаний, приобретенных курсантами в ходе обучения, проверяли на репетициях. Этот вид занятий осуществлял функцию текущего и рубежного контроля (в качестве аналога репетиции в современной военной школе можно указать на такой вид занятий, как индивидуальное собеседование, только в XIX веке репетиция в учебном процессе имела гораздо большее распространение). Репетиция рассматривалась как форма отчетности. Ее целью являлось одновременно и повторение пройденного, и проверка знаний обучаемых. Преподаваемая дисциплина делилась в зависимости от сложности и важности предмета на 4–9 отделов. Количество времени, отводимое на репетиции, устанавливалось учебным комитетом учебного заведения и зависело от объема и сложности проверяемого (повторяемого) учебного материала (как правило, это время составляло 2–3 учебных часа). С целью качественного проведения репетиции учебное отделение делилось на две (а при проведении репетиций по тактике и на четыре) группы, с каждой из которых работал отдельный преподаватель [13, с. 15].

Конкретный метод проведения репетиции разрабатывался преподавателем. По тактике, к примеру, репетиция могла заключаться в теоретическом ответе на вопрос и решении тактической задачи на плане местности. При этом преподаватель принимал решения за противника, а обучаемый должен был действовать в условиях изменяющейся обстановки.

За репетицию каждый обучаемый был обязан получить оценку. Воспитанники, получившие в течение недели один неудовлетворительный балл за репетицию, лишались городского отпуска в воскресный день. Получившие два неудовлетворительных балла лишались его, кроме того, и в субботу. Лишение городского отпуска не считалось средством наказания обучаемого, оно было связано с тем, чтобы предоставить ему необходимое время для подготовки и пересдачи задолженности [8, с. 73, 78].

Чтобы в дни проведения репетиций обучаемый мог максимально использовать учебное время для подготовки к занятиям, преподаватель накануне репетиции обязан был довести до обучаемых порядок её проведения

с точным указанием времени каждому отвечающему. До и после ответа обучаемый был свободен и мог заниматься самостоятельно.

Таким образом, репетиция являлась важным звеном процесса обучения в военно-учебных заведениях второй половины XIX века. Она способствовала закреплению пройденного материала и объективной оценке качества его усвоения. Положительный опыт проведения репетиций можно было бы использовать и в современных условиях.

Под экзаменами в российской военной школе XIX века понималось испытание обучаемых с целью выявления степени их умственного развития и уровня знаний материала пройденной дисциплины [8, с 23]. Экзамены проводились особыми экзаменационными комиссиями, утверждёнными начальником вуза. В состав комиссии обязательно должен был входить преподаватель, преподававший предмет экзаменуемым и ассистенты – преподаватели того же или однородного с ним предмета. На всех годовых и выпускных экзаменах по решению Главного управления вузов должны были также присутствовать его представители и члены учебного комитета данного военно-учебного заведения. Кроме устных ответов комиссия, если признает необходимым, могла требовать от экзаменуемого и письменных ответов на билет. После ответа обучаемого оценка ему сначала выставлялась своим преподавателем, а затем вся комиссия принимала окончательное решение. Уровень знаний обучаемых в вузах России XIX века, за исключением Педагогических курсов, оценивался по 12-балльной системе.

В то же время экзамен не являлся окончательной инстанцией, оценивающей знания и умения обучаемого по тому или иному предмету, а только одним из её элементов. Окончательный балл за предмет был равен среднему из годового «репетиционного», экзаменационного и балла за практические занятия. Годовой репетиционный балл выводился как среднее арифметическое баллов за репетиции за весь учебный год. Балл за практические занятия был равен общей оценке всех работ,

выполненных обучаемым в течение года. Все окончательные баллы по всем предметам обучения заносились в специальные аттестационные списки, в которых с учётом среднего арифметического выводился «балл старшинства» обучаемого. Именно этот последний был главным критерием в распределении обучаемого из военно-учебного заведения.

Итак, обучение в военно-учебных заведениях России во второй половине XIX века основывалось на требованиях воинских уставов и приказов Военного министерства, а также программ, инструкций, наставлений и руководящих указаний по учебной части, разрабатываемых Главным управлением военно-учебных заведений. Обучение преследовало три основные цели: формальную, материальную и воспитательную. Знания и навыки, полученные в военно-учебном заведении, являлись лишь основой, начальным этапом военного образования и обязательно должны были совершенствоваться по мере службы офицера. Структурно обучение состояло из трёх блоков: общеобразовательной подготовки, строевого образования и специальной подготовки. При этом общеобразовательной подготовке как фундаменту дальнейшего развития воспитанников отводилась особая роль.

Военная школа России XIX века располагала целостной, взаимосвязанной системой дидактических требований, оказывавших определяющее влияние на содержание обучения в системе военного образования. Согласно этим требованиям в военно-учебных заведениях применялись три основные формы обучения: излагающая, вопросно-ответная и показывательная. В качестве основных форм преподавания применялись две: аудиторная и классная, причем классная форма в ходе развития системы военного образования стала главенствующей.

Анализ материала даёт возможность утверждать, что многие современные формы, методы обучения и виды занятий, характерные для военно-учебных заведений, возникли и получили своё развитие именно в военной школе второй половины XIX века.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Столетие Военного министерства. 1802–1902 / гл. ред., ген. от кавалерии Д.А. Скалон. – Санкт-Петербург: типография товарищества М.О. Вольф, 1902–1914. Главное управление военно-учебных заведений : ист. очерк. Ч. 3 / сост. коллеж. секретарь Н.А. Соколов; Гл. ред. ген.-адъютант Д.А. Скалон; ред. тайн. советник П.В. Петров. – 1914. – 215 с.
2. Программы и руководящие указания для преподавания учебных предметов в военных училищах. – Санкт-Петербург, 1911.
3. Инструкция по учебной части для юнкерских училищ. – Санкт-Петербург: В. Березовский, 1901. – 224 с. – Режим доступа: https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_003697209?page=1&rotate=0&theme=white (дата обращения: 26.12.2020). – С. 35.
4. Общая программа и инструкция для преподавания учебных предметов в военных гимназиях : Руководящие указания. Частные программы по всем учеб. предметам. Перечни учеб. пособий. – Санкт-Петербург: Государственная типография, 1882. – 301 с.
5. Александровское военное училище за XXXV лет: 1863–1898. – Москва: Типография И.А. Баландина, 1900. – 184 с.
6. Инструкция по учебной части для юнкерских училищ. – Санкт-Петербург: В. Березовский, 1901. – 224 с.
7. Бобровский, П. Юнкерские училища. В 3 т. Т. 2: Обучение и военное воспитание юнкеров / П. Бобровский. – Санкт-Петербург: Я.А. Исаков, 1873. – 688 с.
8. Ельницкий, К. Курс дидактики: Пособие для учеб. заведений, в которых преподается педагогика / К. Ельницкий. – Санкт-Петербург: М.М. Гутзац, 1915. – 178 с.
9. Программы и руководящие указания для преподавания учебных предметов в военных училищах. – Санкт-Петербург, 1911. – С. 18.
10. Бирюков, Н. Записки по военной педагогике. – Орёл, 1909. – 97 с.
11. X Педагогические курсы Ведомства военно-учебных заведений. Сборник третий 1900–1910. – Санкт-Петербург: типография В.Я. Мильштейна, 1911. – 296 с.
12. Пыльнев, А.А. Практические занятия кадет и юнкеров: Свод соображений военно-учебных заведений о возможной организации практических занятий в кадетских корпусах и военных училищах / А.А. Пыльнев – Санкт-Петербург: В. Березовский, 1902. – 294 с.
13. Александровское военное училище за XXXV лет: 1863–1898. – Москва: Типография И.А. Баландина, 1900. – 184 с.

Жуков Станислав Александрович – кандидат исторических наук, доцент, доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин Военной академии связи им. Маршала Советского союза С.М. Буденного.

REFERENCES

1. Stoletie Voennogo ministerstva. 1802–1902 / Gl. red., gen. ot kavalerii D.A. Skalon. – Sankt-Peterburg: tipografiya tovarischestva M.O. Vol'f, 1902–1914. Glavnoe upravlenie voenno-uchebnyh zavedeniy: ist. ocherk. Ch. 3 / Sost. kollezh. sekretar' N.A. Sokolov; Gl. red. gen.-ad'yutant D.A. Skalon; Red. tayn. sovetnik P.V. Petrov. – 1914. – 215 s.
2. Programmy i rukovodyaschie ukazaniya dlya prepodavaniya uchebnyh predmetov v voennyh uchilishchah. – Sankt-Peterburg, 1911.
3. Instruksiya po uchebnoy chasti dlya yunkerskih uchilisch. – Sankt-Peterburg: V. Berezovskiy, 1901. – 224 s. – Rezhim dostupa: https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_003697209?page=1&rotate=0&theme=white (data obrascheniya: 26.12.2020). – S. 35.
4. Obschaya programma i instruksiya dlya prepodavaniya uchebnyh predmetov v voennyh gimnaziayah: Rukovodyaschie ukazaniya. Chastnye programmy po vsem uchebnym predmetam. Perechni uchebnyh posobiy. – Sankt-Peterburg: Gosudarstvennaya tipografiya, 1882. – 301 s.
5. Aleksandrovskoe voennoe uchilische za XXXV let: 1863-1898. – Moskva: Tipografiya I.A. Balandina, 1900. – 184 s.
6. Instruksiya po uchebnoy chasti dlya yunkerskih uchilisch. – Sankt-Peterburg: V. Berezovskiy, 1901. – 224 s.
7. Bobrovskiy, P. Yunkerskie uchilisha. V 3 t. T. 2: Obuchenie i voennoe vospitanie yunkerov / P. Bobrovskiy. – Sankt-Peterburg: Ya.A. Isakov, 1873. – 688 s.
8. El'nitskiy, K. Kurs didaktiki: Posobie dlya ucheb. zavedeniy, v kotoryh prepodaetsya pedagogika / K. El'nitskiy. – Sankt-Peterburg: M.M. Gutzats, 1915. – 178 s.
9. Programmy i rukovodyaschie ukazaniya dlya prepodavaniya uchebnyh predmetov v voennyh uchilishchah. – Sankt-Peterburg, 1911. – S. 18.
10. Biryukov N. Zapiski po voennoy pedagogike. – Orel, 1909. – 97 s.
11. X Pedagogicheskie kursy Vedomstva voenno-uchebnyh zavedeniy. Sbornik tretiy 1900–1910. – Sankt-Peterburg: tipografiya V.Ya. Mil'shteyna, 1911. – 296 s.
12. Pyl'nev, A.A. Prakticheskie zanyatiya kadet i yunkerov: Svod soobrazheniy voenno-uchebnyh zavedeniy o vozmozhnoy organizatsii prakticheskikh zanyatiy v kadetskih korpusah i voennyh uchilishchah / A.A. Pyl'nev – Sankt-Peterburg: V. Berezovskiy, 1902. – 294 s.
13. Aleksandrovskoe voennoe uchilische za XXXV let: 1863–1898. – Moskva: Tipografiya I.A. Balandina, 1900. – 184 s.

Zhukov Stanislav Aleksandrovich – Cand. Sc. {History}, Associate Professor, Associate Professor at the Humanitarian and Socioeconomic Disciplines Department. Budenny Military Academy of Communications Support.

УДК 355 : 37
ГРНТИ 78.21.14

ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ВОДНОТРАНСПОРТНОЙ ПОДГОТОВКИ (ГОРНОЙ) И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ. ОБУЧЕНИЕ ВОЙСК И ГОРНОТРАНСПОРТНОГО РЕЗЕРВА ВОЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РОССИИ

В.Н. Ширяев

*Рабочая группа Федерации спортивного туризма России по взаимодействию с Министерством обороны Российской Федерации
Россия, 140560, Московская область, г. Озеры, ул. Забастовочная, 13. asiaraft@bk.ru*

В статье поднимаются проблемные вопросы квалификационного обеспечения комплексной воднотранспортной подготовки (горной), имеющей существенное значение для тылового обеспечения войск в условиях сложной оперативной обстановки в труднодоступной горной местности. Рассматриваются варианты методов подготовки, даются рекомендации по организации стационарных учебных центров и полевых выходов на горные реки с целью обучения войск нетрадиционному подвозу материальных средств и создания специального горнотранспортного резерва военной организации России.

Ключевые слова: подвоз по горным рекам, горная подготовка, обучение войск сплавам по горным рекам.

PROBLEMS OF COMPLEX WATER-TRANSPORT (MOUNTAIN) TRAINING AND WAYS TO SOLVE THEM. TRAINING OF TROOPS AND MOUNTAIN-TRANSPORT RESERVE OF THE RUSSIAN MILITARY ORGANIZATION

V. N. Shiryayev

*Working Group on Interaction between the Russian Sports Tourism Federation and the Ministry of Defense of the Russian Federation
Russia, 140560, Moskovskaya oblast', Ozery, ul. Zabastovochnaya, 13. asiaraft@bk.ru*

The article raises the problematic issues of qualification support for integrated water transport training (mountain), which is essential for the logistics of troops in a complicated operational situation in a remote mountainous area. The author considers variants of training methods. He gives recommendations on the organization of stationary training centers and field trainings to train troops in nontraditional material supply and create a special mountain-transport reserve of the Russian military organization.

Keywords: transportation along mountain rivers, mountain training, training of troops in mountain river rafting.

Комплексная воднотранспортная подготовка (горная) – (далее – КВТП (Г)), являясь составной частью теории обучения и воспитания войск тыла, повышает живучесть системы тылового обеспечения и достигается организационными мероприятиями, направленными на рост морально-боевого состояния, так-

тико-специальной и физической подготовки личного состава, сохранение его работоспособности в экстремальных условиях горной местности, использование надежных и эффективных средств сплава.

Необходимость введения КВТП (Г) в частях и подразделениях тыла обусловлена

усиливающейся для России из года в год военной опасности, включая горные направления, практической неизученностью войсками горной речной сети в транспортных целях, что требует новых методов обучения войск в интересах подвоза, передвижения и эвакуации в условиях неординарной оперативно-тыловой обстановки. Следовательно, сложные природные условия стратегических и отдельных операционных направлений с многочисленными внутренними горными системами и по периметру пограничных территорий (морских побережий), большая насыщенность в них речной сети требуют знаний ее использования в нетрадиционном транспортном обеспечении и качественного обучения войск КВТП (Г). Такая постановка вопроса направлена на совершенствование системы тылового обеспечения, поиск новых способов повышения индивидуальных знаний, навыков и умений военнослужащих, отработки приемов коллективной транспортно-боевой слаженности экипажей и подразделений, осуществляющих снабженческие и людские перевозки по горным рекам.

Практическая реализация этого вопроса возможна при использовании военнослужащими значительного арсенала тактико-технических приемов, выработанных и накопленных многолетней практикой сплава по горным рекам, прошедших апробацию на самых сложных водных маршрутах. Учитывая различные аспекты этой проблемы, отметим важность основного принципа, которым должны руководствоваться командиры всех степеней: комплексная воднотранспортная подготовка (горная) является важнейшим фактором обеспечения безопасности личного состава, сохранности перевозимых материальных средств и достигается проведением мероприятий, обозначенных в ее структурной организационно-педагогической модели, предложенной ранее (см. журнал «Наука и военная безопасность» – 2018, № 2 (13)).

Следовательно, КВТП (Г) надо рассматривать как важную составляющую в обеспечении готовности войскового и оперативного звеньев тыла к выполнению транспортных задач нетрадиционным способом, используя тактические свойства горной местности в виде ее гидрографической сети.

Универсальность КВТП (Г) обусловлена системой обучающих мероприятий, осно-

ванных на принципах военной дидактики и направленных на достижение высокого уровня обучения в доставке грузов войскам по горно-водным маршрутам. В этой связи комплексную воднотранспортную подготовку (горную) следует рассматривать как систему, состоящую из двух основных блоков: подсистемы обучающих мероприятий и подсистемы мероприятий, обеспечивающих учебно-воспитательный процесс.

Первая подсистема охватывает учебно-тренировочный процесс с разделами по видам подготовки – физическая, техническая и водно-тактическая, позволяющие: вырабатывать скоростно-силовые качества; выполнять специальные приемы по управлению различными типами плавсредств и перехват материальных средств, подаваемых методом самосплава; организовывать движение и его боевое сопровождение на судах. Знания, навыки и умения формируются в условиях организации учебно-тренировочных сплавов, унифицированных учебных центров КВТП (Г), полевых выходов на горные реки, в том числе на оборудованных учебных площадках для производства ПРП и строительства судов.

Вторая подсистема характеризуется значительным арсеналом обеспечивающих КВТП (Г) компонентов, образующих четыре группы, три из которых непосредственно обеспечивают учебный процесс по видам мероприятий (квалификационное, информационное, боевое обеспечение); четвертая группа – тыловое обеспечение (продовольственное, медицинское, вещевое, транспортное, где последнее присутствует в непосредственном обеспечении учебного процесса) – являются жизнеобеспечивающими составляющими учебного процесса.

Рассматривая основные составляющие такой организации, отметим, что все они подчинены главной цели – учебному процессу, грамотная организация которого во многом определяет высокий уровень КВТП (Г).

Вместе с тем квалификационное обеспечение комплексной воднотранспортной подготовки (горной) – давно назревшая проблема, затрагивающая тыловое обеспечение войск в горных условиях, его транспортную, материально-техническую и эвакуационную составляющие в труднодоступной местности и необходимость ее решения еще в мирное время.

Проблема подготовки кадра и резерва

усугубляется тем, что армейские структуры до настоящего времени не контактируют в этом направлении с Федерацией спортивного туризма России, ее региональными подразделениями, которые могли бы быть главными поставщиками специально обученных резервов для укомплектования горных и воднотранспортных (горных) формирований. Существование этой давней проблемы прослеживается, например, в течение всего периода боевых действий советских войск в Афганистане, что подтверждается отсутствием на практике горной подготовки в подавляющем большинстве общевойсковых соединений и частей, хотя недостатка в горном снаряжении, которое лежало невостребованным «мертвым» грузом, 40 армия не испытывала. Следовательно, квалификационное обеспечение учебного процесса надо считать основой комплексной водно-транспортной подготовки (горной), поскольку при универсальности применения плавсредств является востребованным в обучении войск в интересах подвоза, передвижения и эвакуации, наводки наплавных мостов и легких десантных переправ.

На наш взгляд, проблема квалификационного обеспечения КВТП (Г) может быть решена следующим образом:

1. Путем активизации работы в этом плане соответствующих оргмобилизационных управлений Генерального штаба ВС РФ, Объединенных стратегических командований (военных округов), органов стратегического и оперативного Тыла через соответствующие инстанции и военкоматы всех уровней путем введения новых военно-учетных специальностей и взаимодействия с ФСТР и ее территориальными (региональными) подразделениями. Такое взаимодействие с участием государства необходимо осуществлять и с администрациями регионов и местными органами самоуправления, одной из задач которых должно быть восстановление территориального принципа подготовки туристско-спортивных кадров, и решение этого вопроса находится только в компетенции военно-политического руководства России.

Цель и результаты этой работы должны отражать процесс формирования не только корпуса специалистов-сплавщиков высокой квалификации, но и специального горнотранспортного резерва военной органи-

зации России, основа которого – специалисты разных видов спортивного туризма с постановкой их по военно-учетным специальностям. Такой вариант формирования позволяет осуществлять призыв их из запаса для обучения кадра и резерва как в мирное, так и военное время, повышение инструкторской (преподавательской) квалификации, а в отношении военнослужащих – обучение в методико-тренировочных сплавах на реках 2–3 классов и преодолении горных перевалов малой и средней трудности.

2. Созданием и накоплением собственных резервов путем концентрации в частях и учреждениях тыла военнослужащих, прошедших полный курс воднотранспортной подготовки (горной), то есть имеющих опыт сплава по сложным горным рекам в качестве командиров экипажей, а офицеров – воднотранспортных подразделений и формирований. Вместе с тем на первоначальном этапе процесса подготовки соблюдение этого условия возможно при выполнении всех мероприятий, указанных в пункте 1.

Целесообразно начать подготовку дипломированных специалистов в Военном институте физической культуры, для чего включить КВТП (Г) отдельным предметом в учебный цикл «Передвижение войск», тем более, что рядом находятся озерноречная система Вуокса с Лосевским порогом и реки Северо-Запада России.

Практическая реализация КВТП (Г) в войсках тыла в мирное время может осуществляться путем организации полевых выходов и создания учебных центров. При этом основу этих мероприятий и деятельности учебных объектов должны составлять тренировочные сплавы, являющиеся главным фактором прочного овладения знаниями, навыками и умениями.

Выбор указанных вариантов в немалой степени будет зависеть от гидрологического режима горных рек, протекающих в местах, близких к постоянной дислокации войск. Так, организация учебного центра на реке, бассейн которой заложен на периферии горной системы, где высотные отметки хребтов не достигают климатической снеговой линии, не даст должного результата, поскольку данный учебный объект будет функционировать всего 2–3 (в исключительно многоводные годы –

4–5) месяцев в году в период весеннего половодья. Такие реки (алтайского типа) целесообразно использовать для проведения тактико-специальных занятий и учебных сборов методом полевых выходов.

Сравнительный анализ обоих вариантов показывает, что метод полевых выходов обладает значительными возможностями, поскольку позволяет использовать в учебных целях реки всех типов питания, увеличивая этим продолжительность периода тренировочных сплавов в южных регионах до 7–9 месяцев в году в зависимости от географической широты местности. Иными словами, одним из преимуществ этого метода является то, что он дает возможность более полно использовать в целях обучения гидрографическую сеть стратегических и операционных направлений, не привязываясь к одной взятой реке, как это может иметь место при организации учебного центра.

Вместе с тем следует учитывать целесообразность создания на отдельных операционных направлениях армейских (корпусных) унифицированных учебных центров КВТП (Г), функционирующих по сменному принципу. Наличие оборудованных учебных классов позволяет достичь высокого уровня информационно-методического обеспечения, повысить качество методической системы обучения и всего учебно-воспитательного процесса. Сооружение бассейнов с возможным подогревом воды будет способствовать отработке технических приемов в течение всего учебного года, что позволит военнослужащим успешно преодолевать чувство водобоязни и уверенно действовать при сплаве по горным рекам.

Для достижения более эффективного функционирования учебного центра выбор его места должен определяться (кроме общих условий), исходя из протяженности реки, площади водосбора, наличия оледенения в ее бассейне, ориентации хребтов по отношению к влагоносным воздушным массам, то есть тех факторов, которые определяют высокую удельную водоносность и устойчивый поверхностный сток в течение года.

Учитывая, что учебные центры могут располагаться в местах прохождения селевых паводков и концентрации порогов, опасных в период максимальных расходов воды, которые на реках ледниково-снегового питания

(тянь-шаньский тип) могут достигать 70–90 дней в году, а тренировочные сплавы проводить в это время небезопасно, то в целях снижения отрицательного воздействия неблагоприятного периода тренировки следует проводить на участках, где нет опасных порогов. При невозможности выполнения этого условия период максимальных расходов воды в таких горных реках необходимо использовать для проведения теоретических и практических занятий по разной тематике, например:

- занятия на тренажерах и в бассейнах с целью отработки технических приемов переворотов плавсредств и возвращения их в исходное положение (постановка на киль), тренировок по размещению и креплению различных грузов, производству ПРР, герметизации материальных средств;

- теоретические занятия, групповые упражнения, самоподготовка, работа с картами, логиями, техническими описаниями водных маршрутов и их составление;

- изучение военно-транспортных возможностей плавсредств, применяемых в спортивных сплавах по горным рекам [1, с. 135–155];

- изготовление плавсредств с использованием подручных материалов [2];

- подготовка материальных средств и вооружений к сплаву, крепление грузов на плавсредствах;

- изучение динамики водного потока, логий горных рек, морфологии речных долин [3];

- тактико-технические приемы сплава, порядок движения сплавляемых колонн;

- устройство наплавных мостов, десантных и паромных переправ из плавсредств подвоза материальных средств (инженерная подготовка);

- отработка связи, сигнализации между экипажами, подразделениями;

- приемы обеспечения безопасности на воде [4];

- ремонт и изготовление плавсредств защитно-спасательного и аварийно-спасательного снаряжения.

Перечень указанных мероприятий может быть дополнен занятиями по горной подготовке с отработкой техники передвижения по скалам, осыпям, снежникам, крутым травянистым склонам, что необходимо носильщикам в условиях гор. Изучаемые темы:

– «Формы и элементы горного рельефа, его влияние на организацию боевых действий и их тыловое обеспечение» [5];

– «Тактико-технические приемы передвижения подразделений, их безопасность в горах» [6; 7].

Совершенно очевидно, что функции предлагаемых учебных центров можно расширить, давая возможность осуществлять комплексную подготовку войск тыла с обучением использования вьючного транспорта, эвакуации раненых и больных в горной местности.

Реализация этих предложений позволит, на наш взгляд, повысить эффективность учебных центров, качество проводимых учебных мероприятий, будет способствовать освоению смежных специальностей, выработке у военнослужащих тактического мышления, физической и морально-психологической устойчивости, инициативы и творчества, транспортно-боевой слаженности соединений и частей тыла.

Введение КВПТ (Г) в практику войск потребует, особенно на первоначальном этапе, определенного количества инструкторских кадров, призванных из запаса, поступающих на военную службу по контракту, или же из числа гражданских лиц, проводящих обучение на договорной основе.

Смена инструкторов в течение продолжительного периода тренировочных сплавов необходима для отдыха, снятия эмоционального напряжения, предупреждения профессиональных заболеваний, связанных с длительным контактированием с неблагоприятной средой. Опыт показывает, что количество смен можно значительно варьировать в зависимости от географического района, продолжительности одной смены, сложности тренировочных сплавов, температурного режима воздуха и воды в местах проведения занятий. Так, количество смен для северных и высокогорных районов может составлять 4–6 и 6–10 для южных регионов на реках периферийной части горных систем. При этом оптимальным следует считать продолжительность одной смены 12–15 дней.

Количество военнослужащих (резервистов), обучаемых одним инструктором на практических занятиях, не должно превышать 14–15 человек на простых реках – I класса; 10–11 человек на реках средней сложности –

II класса; 7–8 человек на сложных реках – III класса. Причем обучение подразделений следует проводить на разных типах плавсредств. Этим достигается обеспечение безопасности проводимых занятий и отработка технических приемов на разных судах. Для практического обучения в качестве модульной единицы можно принять взвод общевойсковой структуры.

Исследуя вопрос организации комплексной воднотранспортной подготовки (горной), необходимо отметить важность своевременного гидрометеорологического обеспечения учебно-воспитательного процесса. От того, насколько точно и своевременно будут информированы обучаемые части и подразделения о гидрологических и метеорологических условиях района тренировочных сплавов, зависит безопасность проводимых учебных мероприятий.

В связи с этим представляется целесообразным изучение опыта проведения ТСЗ, где в целях решения учебных задач и задач обеспечения личного состава штабом и управлением тыла ТуркВО была установлена связь с Узбекским республиканским управлением по гидрометеорологии, имеющим разветвленную сеть метеостанций и гидропостов. Это давало возможность оперативного получения информации о проходящих расходах воды на горных реках, изменении в них уровней, а также температурном режиме районов, намечаемых для проведения тактико-специальных занятий и учений. Обеспечение гидрологической и метеорологической информацией позволяло руководству указанных мероприятий действовать в соответствии с гидрометеобстановкой: выбирать наиболее подходящие плавсредства, с учетом технической подготовки личного состава заранее комплектовать экипажи, определять их место в колонне, разрабатывать тактику преодоления препятствий и мероприятия по обеспечению безопасности на воде. Такой подход к исследуемой проблеме позволил на протяжении ряда лет безаварийно проводить на сложных горных реках Тянь-Шаня обучение личного состава войск Туркестанского военного округа. При этом было подготовлено значительное количество офицеров и курсантов военных училищ (многие из которых закончили военные академии, а некоторые – защитили ученые степени), частей и подразделений тыла, специальных

войск, о чем свидетельствуют полученные от командования и управлений ТуркВО акты о реализации научных результатов [1, с. 267–275].

На основании вышеизложенных сведений мы можем сделать следующие предположения:

1. Практическая реализация опыта войск ТуркВО по комплексной водно-транспортной подготовке (горной) позволит повысить уровень боевой выучки войск, частей и подразделений тыла по выполнению боевых и транспортных задач в экстремальных условиях горной местности.

2. Комплексная воднотранспортная подготовка (горная), также как и теория подвоза материальных средств по горным рекам, куда входит ее составляющая – КВП (Г), будут всегда актуальными (пока существуют тактические свойства горной местности), и их развитие требует дальнейшего наращивания исследовательских работ в интересах подвоза, передвижения и эвакуации. Этот вывод подтверждается методом древнейшего передвижения горных народов и опытом современных

спортивных сплавов по горным рекам, заключительной частью Таджикско-Памирской экспедиции 1933 года, когда из-за отсутствия наземных путей сообщений был осуществлен 100-километровый сплав на плоту из бурдюков по горной реке Сурхоб, составляющей многоводный Вахш [8, с. 377–383; 9, с. 63–64].

Таким образом, на основании проведенных исследований представляется возможным сделать вывод о необходимости введения в практику войск тыла комплексной воднотранспортной подготовки (горной) как важного компонента их боевой выучки. Такая постановка вопроса отвечает требованиям времени и приобретает особую значимость в современных условиях в связи с усиливающимися военными конфликтами на южных стратегических направлениях, охватывающих значительные территории горных районов с реками и водными препятствиями. Реализация этой задачи может быть достигнута путем создания и функционирования всех составляющих рассмотренной нами системы подготовки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ширяев, В.Н. Сплавы по горным рекам в военной практике: сборник науч. материалов на основе дис. канд. воен. наук «Обоснование способов подвоза материальных средств по горным рекам в операции» / В.Н. Ширяев. – Ташкент: Самиздат, 2009. – 308 с.
2. Самodelьное туристское снаряжение / сост. П.И. Лукоянов, Москва: ФиС. 1987 – 239 с.
3. Ширяев, В.Н. Новации методологии спортивного туризма в обучении войск на основе педагогических принципов / В.Н. Ширяев // Наука и военная безопасность. – 2017. – № 3. – С. 94–102.
4. Харин, С.Я. Безопасность путешествий на плотах: методические рекомендации / С.Я. Харин. – Москва: ЦРИБ «Турист», 1984. – 52 с.
5. Ширяев, В.Н. Местность как основа боевого применения методологии спортивного туризма в военной практике. Военно-географический аспект в обучении войск / В.Н. Ширяев // Наука и военная безопасность. – 2020. – № 2 (21). – С. 162–169.
6. Варламов, В.Г. Физическая подготовка туристов-пешеходников: методические рекомендации / В.Г. Варламов. – Москва: ЦРИБ «Турист», 1979. – 48 с.

REFERENCES

1. Shiryayev, V.N. Splavy po gornym rekam v voennoy praktike: sbornik nauch. materialov na osnove dis. kand. voen. nauk «Obosnovanie sposobov podvoza material'nyh sredstv po gornym rekam v operatsii» / V.N. Shiryayev. – Tashkent: Samizdat, 2009. – 308 s.
2. Samodel'noe turistskoe snaryazhenie / sost. Lukoyanov P.I., Moskva: FiS. 1987 – 239 s.
3. Shiryayev, V.N. Novatsii metodologii sportivnogo turizma v obuchenii voysk na osnove pedagogicheskikh printsipov/V.N.Shiryayev//Nauka i voennaya bezopasnost'. – 2017. – № 3. – S. 94–102.
4. Harin, S.Ya. Bezopasnost' puteshestviy na plotah: metodicheskie rekomendatsii / S.Ya. Harin. – Moskva: TsRIB «Turist», 1984. – 52 s.
5. Shiryayev, V.N. Mestnost' kak osnova boevogo primeneniya metodologii sportivnogo turizma v voennoy praktike. Voенno-geograficheskiy aspekt v obuchenii voysk / V.N. Shiryayev // Nauka i voennaya bezopasnost'. – 2020. – № 2 (21). – S. 162–169.
6. Varlamov, V.G. Fizicheskaya podgotovka turistov-peshehodnikov: metodicheskie rekomendatsii / V.G. Varlamov. – Moskva: TsRIB «Turist», 1979. – 48 s.

7. Аркин, Я. Горный туризм: снаряжение, техника, тактика / Я. Аркин, А. Вариксоо, П. Захаров, Я. Тятте. – Таллин «Ээсти Раамат», 1981. – 328 с.
8. Лукницкий, П.Н. Путешествия по Памиру / П.Н. Лукницкий. – Москва: Молодая гвардия, 1952. – 502 с.
9. Рацек, В.И. В стороне от проторенных дорог / В.И. Рацек. – Ташкент: «Узбекистан», 1984. – 103 с.
10. Наука и военная безопасность – 2018, № 2 (13).

Ширяев Владимир Николаевич – мастер спорта СССР по спортивному туризму, заслуженный путешественник России, старший инструктор-методист по водному туризму. Награжден Федерацией спортивного туризма России почетным знаком 1-й степени «За заслуги в развитии спортивного туризма в России».

7. Arkin, Ya. Gornyy turizm: snaryazhenie, tehnika, taktika / Ya. Arkin, A. Variksoo, P. Zaharov, Ya. Tyatte. – Tallin: «Eesti Raamat», 1981. – 328 s.
8. Luknitskiy, P.N. Puteshestviya po Pamiru / P.N. Luknitskiy. – Moskva: Molodaya gvardiya, 1952. – 502 s.
9. Ratsek, V.I. V storone ot protorenyh dorog / V.I. Ratsek. – Tashkent: «Uzbekistan», 1984. – 103 s.
10. Nauka i voennaya bezopasnost' – 2018, № 2 (13).

Shiryayev Vladimir Nikolaevich – Master of Sports of the USSR in Sports Tourism, Honored Traveler of Russia, Senior Instructor-Supervisor in Water Touring.

Статья поступила в редакцию 05.01.2021

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Рекомендуемый **объем** статьи вместе с приложениями – 6–10 страниц на листах формата А4. Шрифт – Times New Roman, 14 пт., межстрочный интервал – 1,0 см; поля со всех сторон – 2,5 см, абзацный отступ – 1 см, выравнивание текста – по ширине, без переносов в словах, страницы не нумеруются. Рубрикационные заголовки («Введение», «Методы и объект исследования и т.д.») при их наличии набираются полужирным шрифтом с красной строки в подбор основного текста.

Последовательность элементов

1. На первой строке выставляется *символ авторского права* (© Фамилия И.О.);
2. На двух следующих строках – универсальный десятичный код (УДК) и код ГРНТИ;
3. Через строку ниже – *инициалы и фамилии авторов* через запятую;
4. На новой строке – *название организации и её адрес* с указанием электронной почты;
5. Через строку по центру – *заглавие статьи*, отражающее ее содержание (не более 10 слов), не допускается употребление сокращений кроме общепризнанных.

6. *Аннотация* должна отражать ценность, новизну результатов и выводов исследования. Её рекомендуемый объем – 4–5 предложений (до 1 тыс. печатных знаков, включая пробелы между словами);

7. *Ключевые слова* и (или) словосочетания (не более девяти).

8. Ниже через строку – элементы п. 3–7 на английском языке.

9. Ниже через строку – *текст статьи*. Статьи по естественным, техническим и экономическим наукам должны иметь четкую структуру: введение, объекты и методы исследования, экспериментальную часть (если предусмотрена), результаты и их обсуждение, заключение (выводы). При использовании в тексте сокращённых названий необходимо при первом упоминании давать их расшифровку. Следует ограничиваться общепринятыми сокращениями и избегать новых аббревиатур без достаточных на то оснований.

10. *Библиографический список* (не менее 6 наименований) оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Номера в соответствии со ссылками в тексте расставляются вручную. Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например: [1, с. 5–6].

Обращаем Ваше внимание, что самоцитирование в статье допускается не более двух раз. Не рекомендуется использовать рукописные материалы (отчеты, диссертации), тезисы докладов. Как правило, в список должны быть включены статьи из научных журналов, опубликованные в последние 3 года – 5 лет.

Если по ходу текста нужны примечания, можно делать постраничные подтекстовые сноски с нумерацией на каждой странице. Если автор приводит затекстовые примечания и библиографический список, то примечания размещаются первыми, за ними следует библиографический список.

11. Строкой ниже размещаются *сведения об авторах* в последовательности: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, звание, (все сведения приводятся на русском и английском языках), электронный адрес ответственного автора.

Иллюстрации направляются каждая в отдельном файле в формате JPG или TIF, если в статье больше одной иллюстрации, файлы именуются номером, указанным в тексте. Иллюстрации должны также встраиваться в текст. В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Нумерацию рисунков проводят в порядке ссылок по тексту. Ссылка на рисунок в основном тексте оформляется в скобках: (рис. 1), номер ставится в случае, если рисунков два и более. Файлы фотоиллюстраций должны иметь разрешение не менее 300 dpi. В графиках рекомендуется употреблять сочетания различных типов линий, их толщины, типа маркеров. Автофигуры необходимо группировать с сохранением пропорций, формат должен допускать корректуру текстов.

Таблицы выполняются в редакторе Word и нумеруются в порядке ссылок по тексту. Если в тексте одна таблица, ее номер не ставится. В статье должны быть указаны ссылки на все представленные таблицы. Нумерационный заголовок набирается курсивом с выравниванием по правому краю. Тематический заголовок – с большой буквы полужирным шрифтом на следующей строке с выравниванием по центру (точки после заголовков не ставятся). Ссылка на таблицу в основном тексте оформляется в скобках, например: (табл. 1). Если таблица имеет большой объем, то она может быть помещена на отдельной странице, при значительной ширине – на странице с альбомной ориентацией.

Простые *формулы*, не содержащие специальных символов (отсутствующих на клавиатуре), должны быть набраны символами с клавиатуры без использования специальных редакторов. Формулы, содержащие специальные символы (отсутствующие на клавиатуре), а также сложные и многострочные формулы должны быть целиком набраны в редакторе формул Math Type (версия не позднее 6,9), или Microsoft Equation 2.0, 3.0. Не допускается набор части формулы символами, а части – в редакторе формул. Не рекомендуется вставлять в текст формулы в виде рисунков. Ссылка на формулы в основном тексте оформляется в скобках: (1). В тексте обязательно должны быть указаны ссылки на все нумеруемые формулы. Нумерацию следует выполнить ручным набором чисел. Автоматическая нумерация не допускается.

Папка с комплектом документов именуется по фамилии первого автора. В нее включается также сканированное экспертное заключение об открытой публикации. Авторы, не имеющие ученой степени, прилагают сканированную рецензию (рекомендацию) доктора наук, заверенную печатью по месту работы рецензента.

Электронные версии статей и сопроводительных документов можно направлять на электронную почту: journal_oabii@mail.ru или otu@mail.ru. Распечатанный экземпляр текста статьи и оригиналы сопроводительных документов направляются по адресу: 644098, г. Омск, 14-й военный городок. Омский автобронетанковый инженерный институт, редакция журнала «Наука и военная безопасность».

По вопросам приема и оформления статей звоните по тел. 8-904-325-06-73.

CONTENTS

MILITARY AND SPECIALIZED SCIENCES

Weapons and military equipment. Complexes and military-oriented systems

<i>Solomin O.O., Levashov I.N., Godyaev S.A.</i> Prospects of application of microelectromechanical sensors as sensors of navigation systems of special-purpose vehicles	5
<i>Scherbo A.N., Solomin O.O., Shatalov A.M.</i> Prospects for the use of brushless step motors as executive electric drives of special-purpose vehicles	12
<i>Solomin O.O., Davydovich A.Yu., Mironchik A.S., Gryaznov A.S.</i> Application of systems and technologies of streaming video data transfer in television channels of observation devices of modern samples of weapons, military and special equipment.....	18
<i>Shahovtsov A.V., Seryakov O.A., Radchenko M.A., Seryakov K.O.</i> Assessment of the probability of overcoming shallow sections of water barriers by BTR-82A and BTR M113A3 at different angles of the bank slope.....	24
<i>Deryuzhenko S.A., Ushnurtsev S.V., Usikov V.Yu., Keller A.V.</i> Improving the maneuverability of the base wheel chassis by design development of the steering system	29
<i>Podshivalov S.F., Privalov I.I., Vdovikina O.A., Komolova N.V.</i> Experimental determination of critical force on the stand bench OSM-8LR-09.....	36
<i>Solomentsev A.M., Golubenko E.A.</i> Frame-panel and armored cabins of new and updated “AZ “Ural”” vehicles	43

Operation and recovery of weapons and military equipment, maintenance

<i>Komarov K.M., Gabdrashitov I.R.</i> Application of a neural network in the diagnosis of gearboxes of military vehicles	55
<i>Shefer V.E., Vtorushin A.M., Shargaev A.A., Yadrovskaya N.V., Shudykin A.S.</i> Essence of the concept “Organization of the operation of armament and combat vehicles”	61
<i>Shefer V.E., Shargaev A.A., Yadrovskaya N.V., Yakimushkin R.V., Shudykin A.S.</i> Mathematical apparatus for cost optimization to provide the reliability of armament and combat vehicles	75
<i>Nagornyyh A.V., Shefer V.E., Shargaev A.A., Yadrovskaya N.V., Shudykin A.S.</i> Mathematical apparatus for cost optimization to provide the reliability of armament and combat vehicles.....	81
<i>Nikorchuk V.I., Bashko A.Yu., Erzhanov R.M., Amerzhanov E.B.</i> Two-stage start of the internal combustion engine with the electric starter	85
<i>Materi I.V., Korytov M.S., Kolunina Yu.A.</i> Analysis of the shortcomings of the existing means of ensuring the start of the diesel engine and the way to eliminate them	89
<i>Muhortov E.A., Dvortsov A.I., Ovchinnikov V.P.</i> Procedure for Maintenance No. 2 during the storage with re-preservation and control mileage using military automotive vehicles.....	94
<i>Selyuk D.V., Vorobyov A.N., Gavrilenko R.S.</i> Improvement of the system of operation of weapons, military and special equipment in the federal service of the National Guard troops of the Russian Federation	101
<i>Kudryavtsev A.V., Chernenko A.N., Saidov D.N.</i> Analysis of the organization of the system of maintenance and repair in the National Guard troops of the Russian Federation.....	105
<i>Kudryavtsev A.V., Chernenko A.N., Saidov D.N.</i> Assessment of the factors affecting the system of restoration of armament of combat and special vehicles of the National Guard troops of the Russian Federation during the march.....	109

MILITARY AND THEORETICAL SCIENCES

Military economy and defense industry potential

<i>Kozlov V.G., Popravko D.P., Shura-Bura K.S.</i> Analysis of the current system of supply and provision of the National Guard troops with the equipment.....	116
--	-----

Military training and upbringing, combat training, military pedagogics and psychology, troops daily activity organization

<i>Zhukov S.A.</i> Theory and practice of training cadets at military educational institutions of Russia in the second half of the XIX century	122
<i>Shiryayev V.N.</i> Problems of complex water-transport (mountain) training and ways to solve them. Training of troops and mountain-transport reserve of the Russian military organization.....	129

<i>Правила оформления статей</i>	136
<i>Contents</i>	137