

**8-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ,
ПРОБЛЕМАМ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ,
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ДВОЙНОГО
ПРИМЕНЕНИЯ**

(Минск, 16–17 мая 2019 г.)

Сборник научных статей

В пяти частях

Часть 3

УДК 623(082)
ББК 68.8я43
В76

В76 8-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 16–17 мая 2019 г.) : сборник научных статей. В 5 ч. Ч. 3 / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск : Лаборатория интеллекта, 2019. – 108 с.

ISBN 978-985-90490-7-1.

DOI: 10.31882/978-985-90490-7-1.

В сборник включены материалы 8-й Международной конференции по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (16–17 мая 2019 г., Минск, Беларусь), на которой представлены доклады по военно-техническим аспектам обороны и безопасности, теории вооружения и военной техники, перспективным решениям создания, модернизации и утилизации ВВТ, а также использованию технологий двойного применения.

УДК 623(082)
ББК 68.8я43

ISBN 978-985-90490-7-1 (ч. 3)
ISBN 978-985-90490-4-0

© Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь, 2019
© Оформление. ООО «Лаборатория интеллекта», 2019

СЕКЦИЯ «СРЕДСТВА ПОДВИЖНОСТИ ВООРУЖЕНИЯ»

БЕЛАБЕНКО Д. С. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ МЗКТ. ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ	6
---	----------

ЛЕОНЕНКО О. В., БУЖИНСКИЙ А. Д. МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ОПЕРАТОРА	9
--	----------

СЕКЦИЯ «МОДЕРНИЗАЦИЯ, РЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ
ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ»

АНТУНЕВИЧ А. Л., БАБАРЫКИН Е. А., ШИПИЦКИЙ И. А. НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ РСЗО 9К57 «УРАГАН»	11
--	-----------

АНТУНЕВИЧ А. Л., ИЛЬЁВ И. Г., КРИВЕЦ А. Ф., ШИПИЦКИЙ И. А. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕВОГО ПОРАЖЕНИЯ ПРОТИВНИКА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ РЕАКТИВНОЙ АРТИЛЛЕРИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАССЕИВАНИЕМ СНАРЯДОВ	14
---	-----------

БАТЕНОВСКИЙ М. В., ЧУГАЙ К. Н. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПО ЖИВУЧЕСТИ К ПОДВИЖНЫМ ОБРАЗЦАМ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	17
---	-----------

ГРИНКЕВИЧ А. В., ПАЛЬЧИК В. Ю. МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВООРУЖЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ	20
---	-----------

ЗАХАРОВ И. Я., МОКРИНСКИЙ В. В., НЕФЕДОВ Д. С. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДЕ ПОДГОТОВКИ ИНТЕРАКТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА НА ЗРС (ЗРК)	24
--	-----------

КИРИК С. В. УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ СЛУЖБЫ КАРАУЛОВ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ВОИНСКИХ ГРУЗОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ	27
--	-----------

КЛИМАШИН А. Г. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ МОДЕРНИЗАЦИИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ	29
---	-----------

КОТЛОБАЙ А. Я., КОТЛОБАЙ А. А., ГЕРАСИМЮК А. И., ЮНУСОВ Ю. Ш. ГИДРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ МАШИН	32
---	-----------

КОТЛОБАЙ А. Я., КОТЛОБАЙ А. А., ГЕРАСИМЮК А. И., ЮНУСОВ Ю. Ш. РАЗВИТИЕ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ИНЖЕНЕРНЫХ МАШИН	35
--	-----------

ЛОПУХОВ А. В., СИДОРОВИЧ О. В. СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ	38
---	-----------

МИХЕЙЧИК И. В. ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА И ТИПОВ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ К АВТОМОБИЛЯМ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	41
ПОПОВ Р. Ю., ДЯТЛОВА Е. М., ВЕРХОВЕЦ В. В. УДАРОПРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТОЙ КЕРАМИКИ	44
СЕИДАЛИЕВ Ф. С. О МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ ВООРУЖЕНИЯ	48
СЕИДАЛИЕВ Ф. С., ПРОЗОРОВ В. В. О СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ИДЕОЛОГИИ ОБОСНОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ВООРУЖЕНИЯ	49
СОЛОНОВИЧ А. М., ГРИНЦЕВИЧ Д. А., ОЛЬХОВИК А. А. КОМПЛЕКС ОХРАНЫ ПРОТЯЖЕННЫХ ПЕРИМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	50
СТЕПЧЕНКОВ О. В., СЕНЬКЕВИЧ Е. А., ВОЛКОВИНСКИЙ В. В., ЕРМОЛЕНКО В. В., СИДОРОВ В. И., ЕВДОКИМЧИКОВ А. Н. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ (НАПРЯЖЕНИЯ) СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ШПЧ-18, ШПЧ-100	53
ТАРАСЕНКО П. Н. МАСТЕРСКАЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МТО-УБ	57
ШИФМАН М. Г. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ВООРУЖЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ	61
ШОБИК А. В., АНТОНИК П. И., ВОДЕННИКОВ Г. В. МОДЕРНИЗАЦИЯ РАДИОВЫСОТОМЕРА ПРВ-16	64
СЕКЦИЯ «О РАЗВИТИИ КООПЕРАЦИОННОГО И ИНТЕГРАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ ОБОРОННЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГОСУДАРСТВ – ЧЛЕНОВ ОДКБ»	
ШУЛЯК А. В. РОЛЬ СИСТЕМЫ ОБЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ	68
СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ВОЕННОЙ МЕДИЦИНЫ И ФАРМАКОЛОГИИ»	
АЛЬХОВИК Д. В., КОСИНСКИЙ И. Г., ТРУХАН А. П. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАН	71
ЖИДКОВ С. А. РОЛЬ ВОЕННОЙ МЕДИЦИНЫ В ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФ	73

ЖИДКОВ А. С., КОРИК В. Е. ОЦЕНКА ОБМЕНА КИСЛОРОДА В ПОВРЕЖДЁННЫХ ТКАНЯХ ПРИ СИНДРОМЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СДАВЛЕНИЯ	76
КУЗЬМИН Ю. В. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АНАЭРОБНОЙ НЕКЛОСТРИДАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИИ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ, ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ	79
МАЗАНИК А. В., БЛАХОВ Н. Ю., ЧУМАНЕВИЧ О. А., ТРУХАН А. П. МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ ОСТРОГО БИЛИАРНОГО ПАНКРЕАТИТА	83
МЕТЕЛЬСКИЙ С. М., РУДОЙ А. С., ЖАРИН В. А., ТАБОЛИЧ И. С., ВАЛЮЖЕНИЧ Я. И. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭТИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВНЕБОЛЬНИЧНЫХ ПНЕВМОНИЙ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ СРОЧНОЙ СЛУЖБЫ	85
ПОПОВ А. С. ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИЦ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	88
РЫБИН И. А. ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОТЕРАПИЯ В ПРАКТИКЕ ВОЕННЫХ МЕДИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС	91
САВЧАНЧИК С. А., СТРИНКЕВИЧ А. Л., БОГДАН В. Г. КРОВООСТАНАВЛИВАЮЩИЙ ТУРНИКЕТ ТКБ-1 КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ИНДИВИДУАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	93
СТРИНКЕВИЧ А. Л., САВЧАНЧИК С. А., БОГДАН В. Г. ПРИМЕНЕНИЕ КРОВООСТАНАВЛИВАЮЩЕГО ТУРНИКЕТА ТКБ-1 В КАЧЕСТВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СРЕДСТВА ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ	96
ФЕДОРОВ К. А., СУХАРЕВ А. А., БОГДАН В. Г. РЕКОНСТРУКТИВНАЯ ХИРУРГИЯ БОЕВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОНЕЧНОСТЕЙ	99
ШИРКО Д. И., ДОРОШЕВИЧ В. И. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ	102
ШНИТКО С. Н. ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕННОГО ВЫЗДОРОВЛЕНИЯ В ХИРУРГИИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЙ ГРУДИ	105
RUDOY A. S. EPIDEMIOLOGY AND CAUSES OF MITRAL VALVE PROLAPSE AMONG POPULATION OF YOUNG MEN: A NATIONWIDE, CROSS-SECTIONAL COHORT STUDY	107

Д. С. БЕЛАБЕНКО

Открытое акционерное общество «Минский завод колёсных тягачей»

ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ МЗКТ. ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Аннотация. *Вопрос технической стороны разработки новой продукции изучен достаточно для получения надежной и долговечной конструкции, соответствующей предъявляемым к ней требованиям. Научное обоснование конкурентоспособности еще не разработанного продукта и предъявляемых требований к нему должно производиться на стыке ряда дисциплин и является сложной задачей. В статье приводятся примеры действий производителей гидромеханических передач при разработке новой продукции.*

Введение. Конкурентоспособность продукции характеризуется сложной функциональной зависимостью от значительного числа факторов. Задача конструирования новых изделий с обеспечением заданных требований, в том числе долговечности и надежности, удовлетворительно решается с помощью широко известных принципов. Научное обоснование требований и перечня потенциальных конкурентов нового продукта является сложной задачей. Как отмечено в [1] «Разработка техники высокого качества важна, но полностью не решает проблемы. Приходится учитывать не только технические параметры, определяющие качество, но и экономические, социальные, демографические и другие факторы». При этом публикуемые работы (например, [2], [3], [4], [5]) в научных периодических изданиях РБ и РФ, связанные с разработкой этой темы, содержат только рекомендации без полностью проработанной методики или проводят оценку конкурентоспособности уже разработанного продукта. Вопрос определения конкурентов будущего продукта также является очень важным, так как по информации из [6] ошибочный выбор может снизить конкурентоспособность качественных продуктов. Рассмотрение предложенной темы проводится на конкретных примерах действий производителей ГМП.

Применение гидромеханических передач. Отличительной особенностью изделий МЗКТ является их приспособленность к эксплуатации в условиях бездорожья, труднопроходимой и слаборазведанной пересеченной местности, которые сопровождаются работой в широком температурном диапазоне. В подобных сложных условиях эксплуатации упрощение процесса управления автомобилем и трансмиссией в частности позволяют водителю сосредоточиться на непосредственном выполнении поставленной задачи. Наиболее простым способом достигается автоматизация трансмиссии гидромеханического типа.

Значительное число выпускаемых МЗКТ изделий оснащается ГМП собственного производства. МЗКТ имеет опыт поставки ГМП для установки на изделия сторонних производителей. ГМП были поставлены на ОАО «АЗ» УРАЛ», ОАО «МК» Витязь», ООО «ВИЦ», ОАО «КАМАЗ».

Эволюция. В [7] приводится информация о том, что длительность разработки автомобилей сократилась до 4...5 лет. В современных условиях этот показатель еще снизился. С учетом сложности, наукоемкости и относительного малого объема производства тяжелых ГМП разработка новой конструкции является невыгодной. Основной подход мировых производителей ГМП связан с модернизацией.

Компания Allison постоянно совершенствует систему управления ГМП серии WT, не изменяя принципиально конструкцию. Компания Voith производит ГМП DIWA для автобусной техники, руководствуясь тем же принципом. МЗКТ постоянно модернизирует систему управления ГМП, дополняя ее новыми функциями. По патентам компании General Motors с 1986 по 2014 год можно проследить совершенствование ГМП компании Allison.

Неопределенность. Расширение производства ГМП на постсоветском пространстве находится под вопросом. Основной причиной является отсутствие информации о заинтересованности автопроизводителей в использовании и потребности ГМП. Действующее производство ГМП DIWA компании Voith в г. Казань рассчитывалось на мощность 6000 ГМП в год [8]. При этом реальная потребность составила 1000 шт. [8]. Начавшийся в 2012 году выпуск автомобилей Lada Granta и Lada Kalina с ГМП

компании Jatco завершился в 2015 году [9] по причине падения спроса на эти марки автомобилей с 55 до 10 тысяч в год [9]. Намерения Группы ГАЗ разработать и выпускать с 2018 года собственную ГМП [10], привели к покупке разработки компании Zoerkler Gears [11].

МЗКТ освоил производство ГМП в мощностном диапазоне 180–590 кВт и продолжает их модернизацию. Более полувековой опыт разработки, изготовления, испытаний и сопровождения в эксплуатации ГМП позволяет МЗКТ реализовывать новые проекты и совершенствовать выпускаемые узлы [12].

Длительность разработки и освоения новой продукции. В [13] приводится информация о том, что в первый год производства автомобиля МАЗ-5432 трудоемкость в 10 раз превосходила проектную, на которую удалось выйти через пять лет. Подобная тенденция должна иметь место и для производства ГМП. Стоит учитывать, что первые годы производства трансмиссий будут характеризоваться повышенной трудоемкостью в сравнении с аналогами, которые уже присутствуют на рынке.

Необходимо учитывать наличие опытных специалистов, занимающихся разработкой и освоением новой продукции. МЗКТ в этом отношении среди разработчиков и производителей на постсоветском пространстве имеет явные преимущества. В [14] отмечено, что от знаний, опыта и умений разработчиков во многом зависит успешность продукта на рынке.

Сотрудничество. Мировые производители ГМП используют комплектующие (подшипники, электромагнитные клапана и др.), разработанные и поставляемые специализированными компаниями исключительно для них.

МЗКТ плотно и надежно сотрудничает с компаниями и организациями РБ и РФ. Партнерами МЗКТ по изготовлению и изучению путей совершенствования ГМП являются АО «Литмашдеталь», ГНУ ИПМ НАН Беларуси, ГНУ ОИМ НАН Беларуси, ООО «АКСЕС-ТЕХ», ООО «Волат-Санцзян» и др.

Тенденции и новые разработки. В современных научных работах отмечена тенденция увеличения числа передач в ГМП [15]. Новые ГМП Allison TC-10 и ZF 9HP подтверждают этот факт. TC-10 позиционируется как замена механических автоматизированных коробок передач в США. 9HP производится как альтернатива ГМП других производителей для применения на автомобилях с поперечным расположением двигателя.

Рекламно-информационные материалы. Производители ГМП пытаются подчеркнуть достоинства своего продукта и отметить недостатки конкурента. Компании Voith и ZF в своих рекламных материалах сравнивают трансмиссии DIWA и EcoLife [16], [17]. Особенностью этой рекламы является то, что название конкурента напрямую не указывается, а подразумевается.

МЗКТ, как видно, из презентаций, докладов и статей приводит примеры аналогичных зарубежных ГМП [18]. ГМП МЗКТ имеют отличия от зарубежных аналогов [12]. Близкие конструктивно ГМП компаний ZF и Voith предназначены для автобусной техники и не являются прямыми конкурентами. ГМП компании Allison наиболее близкий аналог, но для выполнения требований по эвакуации и ремонту не могут применяться на военной технике без дополнительных мероприятий. Последние приводят к лишним затратам в сравнении с применением ГМП МЗКТ, в конструкции которых все требования уже учтены [12].

Заключение. В статье приведено несколько факторов, которые следует учитывать при планировании разработки новой продукции и определении требований к ней.

Несмотря на современные требования по сокращению сроков разработки новых изделий, разработка тяжелых ГМП ведется с учетом возможности дальнейшей модернизации для сохранения конкурентоспособности. Разработка новых ГМП осуществляется с целью применения на новом рынке, на котором старая конструкция не может быть конкурентоспособной.

Кроме затрат на производство ГМП при освоении новой продукции необходимо учитывать затраты на преодоление «барьеров» (длительность работ, неполнота информации, привлечение опытных сотрудников и компаний партнеров, организация информационного воздействия в адрес конкурентов), что также может отражаться в изменении конструкции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Дюжев, А. А. Основные отечественные разработки и исследования в области механики мобильных машин в свете конгресса «Механика—2013» / А. А. Дюжев, В. Б. Альгин // Механика машин, механизмов и материалов. – 2014. – № 1. – С. 5–22.
2. Шипилевский, Г. Б. Стратегия создания объектов новой техники / Г. Б. Шипилевский // Автомобильная промышленность, 2016. – № 9. – С. 1–4.
3. Фасхиев, Х. А. Обоснование экономической эффективности освоения производства комплектующих изделий / Х. А. Фасхиев // Грузовик &, 2009. – № 4. – С. 41–45.
4. Фасхиев, Х. А. Управление конкурентоспособностью машиностроительного предприятия / Х. А. Фасхиев // Грузовик &, 2009. – № 6. – С. 40–52.
5. Козловский, В. Н. Введение в технический маркетинг по надежности продукции автомобилестроения / В. Н. Козловский, Р. А. Малеев // Грузовик, 2011. – № 2. – С. 42–44.
6. Портер, Е. Майкл. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / Майкл Е. Портер; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 454 с.
7. Высоцкий, М. С. Основные направления развития автомобилей и автопоездов МАЗ / М. С. Высоцкий // Пути повышения качества и технического уровня большегрузных автомобилей : тезисы докладов респ. науч.-практ. конференции посвящ. 50-летию со дня образования Минск. автозавода, 21–22 апр. 1994 г. / Минск. автомобильный завод, Совет НТО МАШПРОМ Респ. Беларусь; [сост. Г. Л. Камаев]. – Минск, 1994. – С. 3–7.
8. Орлов, В. О приемах против «ломов» (Часть 2) АКП (автоматические коробки передач) с гидротрансформатором / В. Орлов // Основные средства. – 2009. – № 1.
9. АвтоВАЗ отказался от японского «автомата» JATCO из-за его высокой стоимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://news.drom.ru/JATCO-37761.html>. – Дата доступа : 23.11.2015.
10. Группа ГАЗ начнет производство АКПП отечественной разработки для своих моделей / Д. Готовчик [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://carsweek.ru/news/News_in_the_world/297105/. – Дата доступа : 13.11.2017.
11. Автоматическую коробку передач для «ГАЗона-Next» разработали не в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://news.drom.ru/Next-57118.html>. – Дата доступа : 27.11.2017.
12. Белабенко, Д. С. Гидромеханические передачи. Опыт создания в ОАО «МЗКТ» и перспективы развития / Д. С. Белабенко // 7-я Междунар. науч. конф. по воен.-техн. проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 20–22 мая 2017 г.) : сб. науч. ст. : в 3 ч. / Гос. воен.-промышлен. комитет Респ. Беларусь. – Минск : Четыре четверти, 2017. – Ч. 1. – С. 9–16.
13. Николаевский, В. М. Совершенствование нормирования труда на МАЗе в период освоения новой продукции / В. М. Николаевский // Пути дальнейшего повышения надежности, долговечности и конкурентоспособности автомобильной техники, выпускаемой в объединении «БелАВТОМАЗ» : тезисы докладов XIV науч.-техн. конф., посвящ. 40-летию Минск. автозавода, Минск, 11–13 апр. 1984 г. / Белор. объединение по производству большегрузных автомобилей («БелавтоМАЗ») им. 60-летия Великого Октября [и др. ; ред. группа: М. С. Высоцкий и др.]. – Минск, 1984. – С. 123–125.
14. Гинзбург, А. Г. Модульный принцип построения базовых компонентов системы электропривода / А. Г. Гинзбург // Труды НАМИ: сб. материалов III науч.-техн. конф. «Технологическая платформа «экологически чистый транспорт «зеленый автомобиль» / ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». – М., 2014. – С. 50–64.
15. Белабенко, Д. С. Тенденции развития исполнительных механизмов и алгоритмов управления гидромеханическими передачами / Д. С. Белабенко // Актуальные вопросы машиноведения, 2017. – Вып. 6. – С. 106–117.
16. DIWA. 5 Combining Ride Comfort with Economy / Voith Turbo: Heidenheim, 2010. – 8 p.
17. Rapid and Mobile – BRT. New Mobility Requires New Ideas / ZF Friedrichshafen AG: Friedrichshafen, 2010. – 12 p.
18. Белабенко, Д. С. Перспективы развития гидромеханических передач в Республике Беларусь в разрезе опыта ОАО «МЗКТ» / Д. С. Белабенко // Актуальные вопросы машиноведения, 2016. – Вып. 5. – С. 50–56.

BELABENKO D. S.

Minsk Wheel Tractor Plant Open Joint Stock Company

MWTP OJSC HYDROMECHANICAL TRANSMISSION. DESIGN PRINCIPLES

Summary. The question of the technical side of new products development studied enough to obtain a reliable and durable design that meets the requirements for it. Scientific justification of competitiveness of not yet developed product and requirements to it should be made at the junction of a number of disciplines and is a difficult task. The article provides examples of the actions of manufacturers of hydromechanical transmission in the development of new products.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ОПЕРАТОРА

Аннотация. *Выполнено компьютерное моделирование микроклимата рабочего пространства оператора транспортно-технологической машины. Разработанная расчетная модель позволяет оценивать влияние внешних и внутренних факторов на характеристики состояния микроклимата: температуру, давление, подвижность и состава воздуха.*

Проведенные исследования позволяют на этапе проектирования выбрать рациональные и соответствующие требованиям технических нормативных правовых актов теплозащитные параметры ограждающих конструкций (внутренней обшивки кабины), тепловую мощность системы отопления, вентиляции и кондиционирования.

Современные кабины транспортно-технологических машин (ТТМ – далее), представляют собой сложные технические системы, обеспечивающие безопасность и удобство работы оператора в течение всей рабочей смены. При этом сама машина может непрерывно работать в три смены, что повышает требования к обеспечению комфортных условий ввиду переменчивости внешних факторов среды (влажность, температура, запыленность и т.п.).

При этом если рассмотреть требования к кабине ТТМ с точки зрения технических нормативных правовых актов, то получится сложная целевая функция со множеством весовых коэффициентов. При этом если вопросы компоновки и конструкторской проработки отдельных элементов кабины с учетом особенностей машины успешно решаются с использованием САД/САЕ систем (разработка силового каркаса, разработка оперения, расчет на прочность элементов кабины и т.п.), то к вопросу моделирования микроклимата рабочего пространства на численном уровне для кабин ТТМ взор был обращен совсем недавно.

Обеспечение комфортных условий работы оператора в кабине ТТМ достигается за счет следующих факторов: температуры, давления, подвижности и состава воздуха. При этом необходимо отметить, что к особенностям кабин ТТМ, можно отнести их замкнутость, относительно малый объем и расположение их вблизи объектов, имеющих дополнительные вредные факторы (температуру, вибрацию, шум и т.п.). Современные материалы в последнее время позволили создать условия для обеспечения требований по шумо- и теплозащитности кабин, но вопрос обеспечения микроклимата рабочего пространства оператора для кабин ТТМ остается в области исследования.

Современный этап развития инженерных средств в области проектирования характеризуется использованием математических моделей конвекции и теплопередачи, базирующиеся на конечно-разностных методах и методе конечных элементов. При этом ресурсное обеспечение современного программного обеспечения не отстает в развитии и позволяет использовать многоядерные процессора и системы хранения данных построения и исследования конечно-элементных сеток с миллиардной размерностью и последующего формирования баз данных проекта.

Вопросам проектирования систем кондиционирования воздуха посвящено достаточно работ, в которых исследуется тепловой баланс и находятся в конечном итоге мощности, под которые подбирается кондиционер. Эффективность прогрева/охлаждения кабины зависит от передвижения воздушных масс в кабине ТТМ. В последнее время данные вопросы стали все шире исследоваться, но с учетом трудоемкости решения задачи все ещё не нашли широкого распространения в среде конструкторов.

Принципиальное отличие нашего исследования от других работ заключается в учете специфики кабины ТТМ, а именно относительно-небольшого объема. Многие методики предлагают учитывать наличие оператора только с учетом энергозатрат.

Так, по данным различных исследований установлено, что теплообмен конвекции Q_k при комфортных условиях составляет 33...35 % всего теплообмена оператора, а количество теплоты, отдаваемое Q_e составляет 42...44 %. При этом теплообмен

испарением $Q_{\text{и}}$ 20...25 %. При прогреве воздуха в кабине до 34 °С теплоотдача испарением остается единственным способом отвода теплоты.

Работы, выполняемые для ТТМ относятся к разряду сложных, соответственно в процессе их выполнения необходимо учитывать, что, опасным для человека является не снижение содержания кислорода в воздухе, а накопление теплоты и содержания углекислого газа в кабинном пространстве. При этом если учесть относительно небольшое пространство кабины в силу специфики ТТМ, то необходимо учитывать оператора кабины не цифрами, при решении задачи проектирования системы кондиционирования, а с учетом того реального объема пространства, который остается в кабине с учетом объема, занимаемого оператором. Решение задачи с учетом объема пространства кабины в запас даст только увеличение мощности кондиционера на выходе, а вопрос рационального движения воздушных масс в кабине не будет решен. Кожные покровы человека воспринимают скорость движения воздуха от 0,3 м/с, соответственно для создания комфортных условий необходимо этот фактор так же учитывать наравне с температурой и влажностью. Так же создание комфортных условий оператора зависит и от периода года. В теплый период года при легком режиме работы комфортная температура находится в пределах 23...25 °С, относительная влажность равняется 30...60 %, скорость движения 0,2...0,3 м/с. В холодный и переходный периоды года комфортная температура 20...23°С, влажность 30...45 %, скорость движения 0,1...0,2 м/с. При тяжелом режиме работы скорость движения воздуха может быть увеличена до 0,4 м/с в теплое время года и до 0,3 м/с в холодное.

Исследования влияния объема, занимаемого оператором для кабины ТТМ проводилось численными методами на вычислительных ресурсах инженерингового центра «SimTech». Исследование выполнялось в программном комплексе Ansys Mechanical CFD. В ходе исследования показана важность учета объема, занимаемого оператором при проектировании расположения дефлекторов системы кондиционирования кабины ТТМ и обеспечении подвижности воздушных масс для обеспечения комфортных условий микроклимата.

Полученные результаты позволяют на последующих этапах проектирования подобрать рациональные и соответствующие требованиям технических нормативных правовых актов теплозащитные параметры ограждающих конструкций (внутренней обшивки кабины), тепловую мощность системы отопления, вентиляции и кондиционирования.

LEANENKA A. V., BUZHINSKI A. D.
Interstate Educational Institution of Higher Education
«Belarusian-Russian University»

MODELING THE MICROCLIMATE OF THE OPERATOR'S WORKING SPACE

Summary. *Was performed a computer simulation of the microclimate of the working space of the operator of the transport-technological machine. The developed calculation model makes it possible to evaluate the influence of external and internal factors on the characteristics of the microclimate state: temperature, pressure, mobility, and air composition.*

The studies performed allow choosing the optimal heat-shielding parameters of the enclosing structures (internal cabin plating), the thermal capacity of the heating, ventilation and air conditioning systems.

НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ РСЗО 9К57 «УРАГАН»

Аннотация. Текущее состояние и уровень автоматизации РСЗО 9К57 «УРАГАН» обуславливают следующие направления ее модернизации:

- применение нового шасси и современных средств связи;
- введение комплексных средств автоматизации, навигации, топопривязки и метеодатчиков для повышения уровня информационного обеспечения процесса подготовки к пуску;
- реализация корректируемого темпа пуска снарядов путем сокращения интервала времени между их сходами по мере уменьшения массы пакета направляющих (ПН) с целью обеспечения максимального подобия условий схода всех снарядов, а в перспективе, использование автоматической системы управления пуском по данным измерения координат движения ПН во время стрельбы.

Текущее техническое состояние и уровень автоматизации эксплуатируемой в ВС РБ реактивной системы залпового огня (РСЗО) 9К57 «УРАГАН» требует использования комплексного подхода по ее совершенствованию, заключающегося в сочетании мер по ее ремонту и модернизации.

Анализ, проведенный ОАО «ВОЛАТАВТО» и УО «Военная академия Республики Беларусь» в ходе выполнения этапа 1 «Технический проект» инициативной ОКР «Модернизация комплекса 9К57», шифр «Ураган-М» (заказчик – управление ракетных войск и артиллерии ГШ ВС), показывает, что наиболее целесообразными направлениями модернизации и восстановления технического состояния РСЗО 9К57 «Ураган» являются [1]:

- замена устаревшего шасси ЗИЛ-135ЛМ, используемого в боевой и транспортно-заряжающей машинах комплекса 9К57 на современное шасси автомобиля МАЗ-631708 белорусского производства;
- доработка вспомогательного оборудования, позволяющая улучшить возможности по проведению технического обслуживания артиллерийской части и оборудования шасси;
- применение современных средств связи, что позволит повысить оперативность и эффективность работы боевого расчета БМ;
- введение в состав изделия 9К57 комплексных средств автоматизации (КСА), навигации и топопривязки, комплекта метеорологических датчиков, что позволит повысить уровень автоматизации и информационного обеспечения процессов управления артиллерийской частью и подготовки к пуску и точность стрельбы.

Еще одним перспективным направлением модернизации является учет динамики колебаний пакета направляющих (ПН) боевой машины 9П140 комплекса 9К57 в процессе пуска реактивных снарядов (РС).

Исследования динамики колебаний ПН проводились экспериментальным методом с целью получения оценочных характеристик параметров переходного механического колебательного процесса, сопровождающего стрельбу изделия 9П140 – угловых скоростей и линейных ускорений ПН [2].

Для измерения колебаний использовался регистратор параметров движения механических объектов (далее – регистратор), созданный в рамках НИР «Супра-3», выполненной УО «Военная академия Республики Беларусь» и включающий устройство на основе отладочной платы микроконтроллера и инерциально-измерительного модуля GY-521, содержащего трехосевые гироскоп и акселерометр на базе микроэлектромеханических систем.

Место крепления регистратора – нижний край ПН, между направляющими № 10 и № 15 на расстоянии 30 см назад от оси цапф качающейся части (рис.1).

Фрагменты записей угловых скоростей при одиночном пуске РС представлены на рисунке 2, при залповом огне – на рисунке 3.

Из рис. 2 и 3 следует, что длительность переходных колебательных процессов, сопровождающих стрельбу БМ, превышает интервал времени между сходами РС. Аналогичные результаты получены и для линейных ускорений.

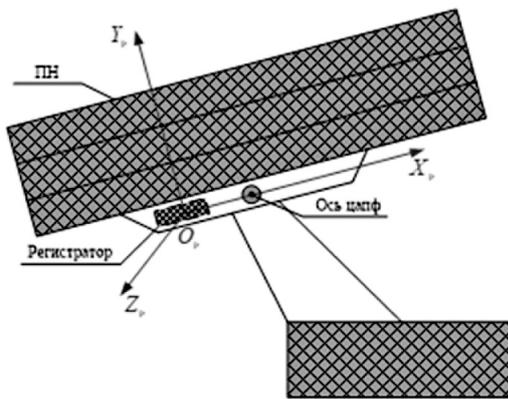


Рисунок 1. – Место крепления регистратора на ПН изделия 9П140

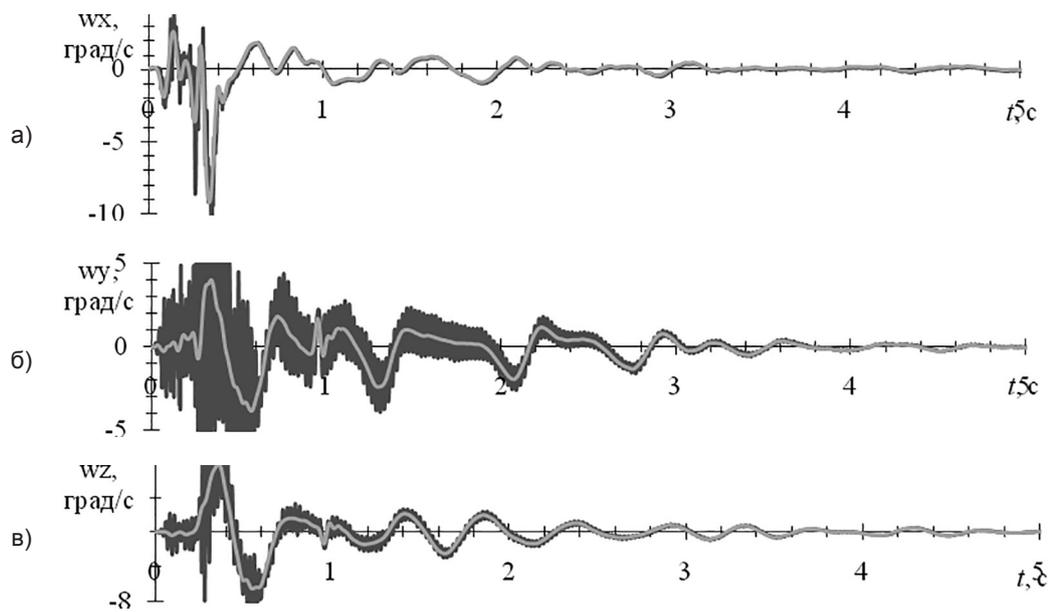


Рисунок 2. – Осциллограммы угловых скоростей ПН при одиночном пуске

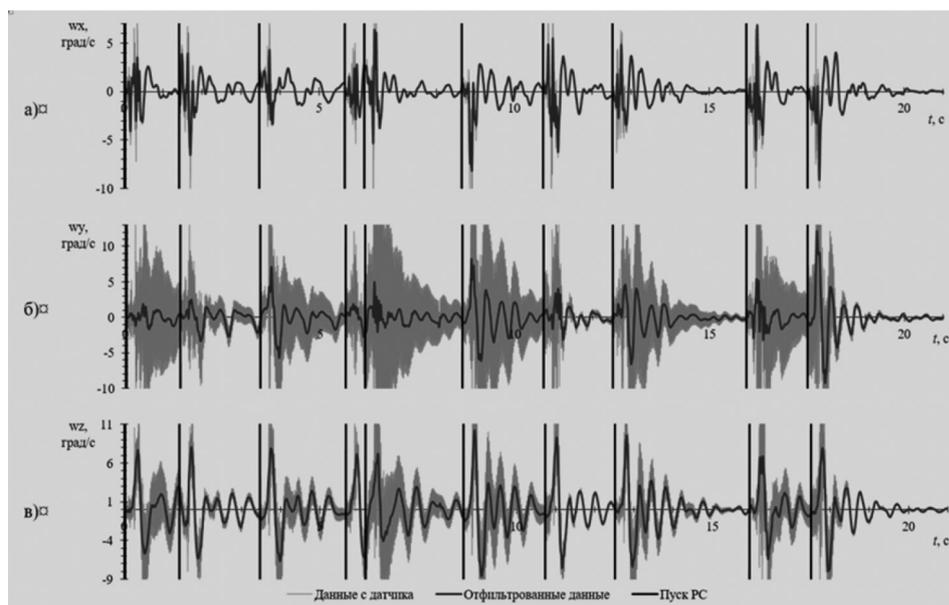


Рисунок 3. – Осциллограммы угловых скоростей ПН при запуске РС

Увеличение амплитуды и частоты колебаний ПН в процессе стрельбы залпом в основном обусловлено уменьшением массы ПН по мере схода РС и, как следствие, уменьшением инерции элементов колебательной системы боевой машины, приводящих к увеличению рассеяния РС при использовании постоянного темпа пуска РС.

Это обуславливает необходимость реализации корректируемого темпа пуска реактивных снарядов (РС), заключающегося в постепенном сокращении интервала времени между сходами РС по мере уменьшения массы пакета направляющих (ПН) во время залпа с целью обеспечения максимального подобия условий схода всех РС, а в перспективе использование автоматической системы управления пуском РС, работающей по данным измерения координат движения ПН во время стрельбы, позволяющей минимизировать начальные угловые возмущения РС.

С учетом результатов оценки возможного уменьшения срединных отклонений точек падения РС только вследствие колебаний ПН, полученных для БМ-21 «Град» с использованием разрабатываемой в УО «ВА РБ» системы управления пуском реактивной артиллерии (СУПРА), реализующей темп стрельбы, адаптивный к параметрам колебаний ПН в плоскостях наведения, и схожести компоновочных схем боевых машин РСЗО «Град» и Ураган», была проведена прогнозная оценка итогового уменьшения параметров эллипса рассеивания РС (при учете всех возмущающих факторов) для данных о вкладе колебаний ПН изделия 9П140 в рассеивание РС.

Приведенные результаты показывают, что при использовании СУПРА в изделии 9П140 при стрельбе на дальностях 5–10 км ожидается уменьшение параметров эллипса рассеивания РС по дальности до 32 % и по направлению до 10 %.

При этом при стрельбе на максимальные дальности ожидается уменьшение эллипса рассеивания РС до половины значения от вклада колебаний ПН в величину рассеивания РС (до 26,7 %).

Таким образом, предлагаемые направления модернизации РСЗО 9К57 «УРАГАН» направлены на улучшение ее эксплуатационных характеристик и повышение эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. РМАС.1813.0000010 ПЗ. Пояснительная записка технического проекта ОКР «Ураган-М». – ОАО «ВОЛАТАВТО, 2018.

2. Антуневич А. Л., Ильёв И. Г. «Динамика колебаний пакета направляющих изделия 9П140», отчет об экспериментальных исследованиях по НИР «СУПРА». – УО «ВА РБ», 2018.

ANTUNEVICH A. L., BABARYKIN E. A., SHIPITSKY I. A.

DIRECTIONS OF MODERNIZATION OF MLRS 9K57 «URAGAN»

Summary. *The current state and level of automation of the MLRS 9K57 «URAGAN» determine the following directions of its modernization:*

- application of the new chassis and the modern means of communication;*
- the introduction of a complex of automation, navigation, topographic location and weather sensors to increase the level of information support of the pre-launch process;*
- implementation of the adjustable tempo of launch shells by reducing the time interval between their gatherings with decreasing mass of the package of guides (PG) in order to maximize the similarity of the conditions of gathering all the shells, and in the future, use of automatic launch control system according to the measurement of the coordinates of the movement of the package of guides during firing.*

А. Л. АНТУНЕВИЧ¹, И. Г. ИЛЬЁВ¹, А. Ф. КРИВЕЦ¹, И. А. ШИПИЦКИЙ²

¹ Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»,

² Открытое акционерное общество «ВОЛАТАВТО»

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕВОГО ПОРАЖЕНИЯ ПРОТИВНИКА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ РЕАКТИВНОЙ АРТИЛЛЕРИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАССЕИВАНИЕМ СНАРЯДОВ

Аннотация. В статье изложена методика оценки эффективности огневого поражения противника подразделениями реактивной артиллерии, позволяющая исследовать возможность повышения вероятностных характеристик огневого поражения отдельных и групповых целей в случае изменения темпа и (или) порядка пуска реактивных снарядов.

Достоинствами реактивных систем залпового огня (РСЗО) являются большая дальность стрельбы, внезапность поражения противника при высокой плотности огня, сильное моральное воздействие на него. Вместе с тем, стрельба РСЗО характеризуется увеличенными, в сравнении со ствольными артиллерийскими системами, параметрами рассеивания реактивных снарядов (РС). Параметры рассеивания РС зависят от дальности стрельбы: с увеличением дальности рассеивание РС в направлении стрельбы уменьшается, а в боковом направлении увеличивается, то есть наблюдается трансформация эллипса рассеивания РС. В Российской Федерации, Республике Беларусь и других странах разработаны РС для РСЗО «Град», обладающие увеличенной в два раза дальностью стрельбы за счет применения реактивного двигателя повышенной мощности. С увеличением дальности стрельбы в два раза ожидается двукратное расширение эллипса рассеивания РС в боковом направлении. Так как размеры цели не зависят от дальности стрельбы, а параметры эллипса рассеивания РС существенно изменяются, то очевиден вывод, что существуют оптимальные параметры рассеивания РС, при которых достигается максимальная эффективность огневого поражения противника (ЭОПП). Проведенные расчеты подтвердили имеющиеся в литературе данные о том, что параметры эллипса рассеивания РС наиболее близки к оптимальным при стрельбе на дальности, составляющие половину от максимальной, а при стрельбе на минимальные и максимальные дальности ЭОПП снижается.

Таким образом, управление рассеиванием РС с целью повышения ЭОПП является актуальной задачей.

Одна из основных причин рассеивания РС – сложный колебательный процесс боевой машины РСЗО в период залпа. РС приобретает во время движения по направляющей начальные угловые возмущения (НУВ). Под НУВ понимают угловое отклонение от линии прицеливания и начальную угловую скорость РС. Так, по оценкам исследователей, вклад колебаний пакета направляющих (ПН) в общее рассеивание РС составляет до 50–60 %. Одним из путей уменьшения параметров рассеивания РС является минимизация НУВ.

В докладе будет рассмотрен способ минимизации НУВ за счет *управления темпом пуска РС.* Данный способ относится к разряду пассивных, что существенно снижает стоимость и сложность перспективной модернизации. Для расчета значений вероятностных характеристик ЭОПП необходимо знать параметры эллипса рассеивания РС. Для установления зависимости между изменением темпа стрельбы и вероятностью поражения отдельной цели или математическим ожиданием относительного числа отдельных пораженных целей из состава групповой предлагается разработанный авторами подход (рисунок 1):

моделирование динамики боевой машины для получения значений НУВ при изменении темпа стрельбы;

моделирование невозмущенного полета РС с начальными условиями, соответствующими НУВ, полученными на предыдущем этапе для расчета изменения параметров эллипса рассеивания РС в сравнении со стрельбой при штатном темпе;

расчет вероятностных характеристик ЭОПП с учетом изменения итогового эллипса рассеивания.

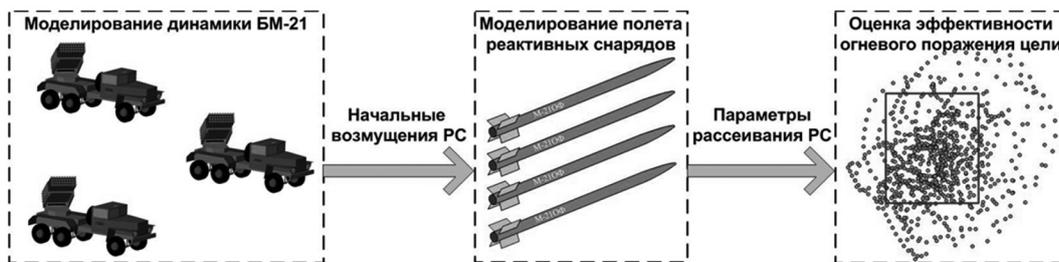
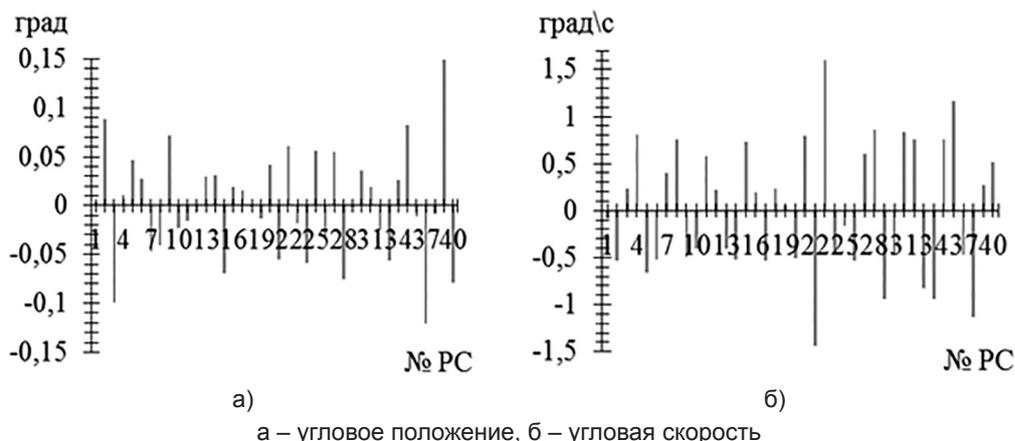


Рисунок 1. – Графическая интерпретация подхода к оценке ЭОПП подразделениями реактивной артиллерии в случае изменения темпа стрельбы

На рисунке 2 представлена диаграмма значений НУВ РС, полученных в результате моделирования динамики боевой машины РСЗО при штатном темпе стрельбы.



а – угловое положение, б – угловая скорость

Рисунок 2. – Диаграмма значений НУВ РС (плоскость горизонтального наведения)

Совокупность разработанных моделей образует комплекс математических моделей (КММ) оценки ЭОПП (рисунок 3).

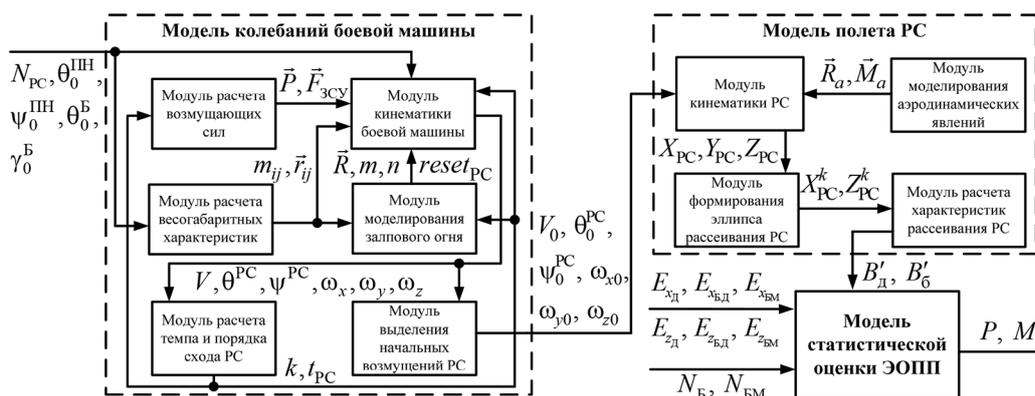


Рисунок 3. – Графическая интерпретация КММ оценки ЭОПП

В соответствии со структурой КММ разработана методика оценки ЭОПП подразделениями реактивной артиллерии, которую можно изложить как последовательность выполнения следующих этапов [2]:

1. *Определение исходных данных* (количество РС N_{PC} ; углы горизонтального и вертикального наведения ПН $\Theta_{ПНО}$ и $\Psi_{ПНО}$; углы начального положения базы от-

носителем продольной и поперечной оси $\gamma_{\text{БО}}$ и $\Theta_{\text{ПНО}}$; срединные значения ошибок подготовки боевых машин $E_{X(z)_{\text{БМ}}}$, батарей $E_{X(z)_{\text{БД}}}$, дивизиона $E_{X(z)_{\text{Д}}}$ по дальности (направлению); состав подразделения (количество батарей $N_{\text{Б}}$ и боевых машин в них $N_{\text{БМ}}$), способ обстрела цели; темп и порядок пуска РС);

2. *Моделирование динамики колебаний боевой машины* (получение значений начальных возмущений РС: скорости схода V_0 , углового отклонения от линии прицеливания Θ_0^{PC} , Ψ_0^{PC} , и угловой скорости ω_{x_0} , ω_{y_0} , ω_{z_0});

3. *Моделирование полета РС* (получение массива координат точек падения РС вследствие колебаний ПН X_{PC}^k , Z_{PC}^k);

4. *Оценка статистических параметров рассеивания боевых машин из состава подразделения* (расчет значений срединных отклонений точек падения РС по дальности B'_d и направлению B'_o при использовании того или иного алгоритма задания темпа и (или) порядка пуска РС);

5. *Расчет вероятностных характеристик огневого поражения целей* (вероятности поражения отдельной цели P или математического ожидания относительного числа пораженных целей из состава групповой M).

Таким образом, изложенная методика позволяет исследовать возможность изменения ЭОПП подразделениями реактивной артиллерии на основании статистических оценок рассеивания РС боевых машин из состава подразделения, полученных по результатам моделирования динамики колебаний ПН и полета РС в случае использования того или иного темпа и (или) порядка пуска РС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Илясов, А. В. К вопросу оценки влияния темпа стрельбы реактивных систем залпового огня на характеристики рассеивания реактивных снарядов / А. В. Илясов, Д. А. Чебан // Наука и военная безопасность. – Омск, 2017. – № 3. – С. 10–14.

2. Антуневич, А. Л. Методика оценки эффективности стрельбы подразделений реактивной артиллерии при намеренном изменении параметров рассеивания снарядов / А. Л. Антуневич, И. Г. Ильёв, И. В. Митянов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2018. – № 4. – С. 36–45.

ANTUNEVICH A. L., ILYEV I. G., KRIVETS A. F., SHIPITSKY I. A.

METHODS FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF ENEMY FIRE ENGAGEMENT BY ROCKET ARTILLERY UNITS WHEN CONTROLLING THE DISPERSION OF PROJECTILES

Summary. *The article presents a method for assessing the effectiveness of enemy fire engagement by rocket artillery units, which allows to investigate the possibility of increasing the probability characteristics of individual or group fire engagement targets in the event of a change in pace and (or) the order of launching missiles.*

М. В. БАТЕНОВСКИЙ, К. Н. ЧУГАЙ

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь»

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПО ЖИВУЧЕСТИ К ПОДВИЖНЫМ ОБРАЗЦАМ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрен подход по обоснованию требований по живучести к вооружению и военной технике на основе логико-математических моделей. В основе подхода лежит применение алгоритма нечеткого логического вывода.

В современных условиях очевидно возрастающее влияние военной стандартизации как одного из наиболее действенных механизмов повышения качества вооружения и военной техники (ВВТ) и эффективности его создания и применения. Эффективность решений по созданию (модернизации, закупке) ВВТ определяющим образом зависит от качественного задания требований в тактико-техническом задании на опытно-конструкторскую работу (ТТЗ на ОКР) и реализации этих требований в ходе его создания (модернизации).

Наиболее полное обоснование требований, предъявляемых к образцу, возможно в результате полномасштабного моделирования боевого функционирования ВВТ в различных тактических ситуациях. Применение классических математических моделей (аналитических, имитационных) для обоснования рациональных значений параметров создаваемого ВВТ представляет собой достаточно сложную задачу которая зависит от наличия адекватных моделей, достоверности и полноты исходных данных, а также специалистов необходимого уровня, способных их применять.

Задача обоснования требований к ВВТ существенно усложняется за счет отсутствия в полном объеме исходных данных. Сложность получения которых заключается в отсутствии необходимой достоверной информации, о разработках и тенденциях современного (перспективного) ВВТ наиболее передовых стран. В результате интересующие сведения формируются на основе информации получаемой из открытых источников и как следствие обладают низким уровнем информативности. Для решения поставленной задачи в настоящее время наиболее широко применяют методы экспертного опроса. Однако применение экспертных методов (привлечение экспертов) не позволяет учесть малоинформативные факторы качественного характера, которыми, как правило, ограничиваются в открытых источниках. В результате необходим инструмент, который позволит решить задачу обоснования требований к ВВТ с должным качеством, необходимым при разработке ТТЗ на ОКР.

Рассматривая группы требований к ВВТ можно выделить те, которые обладают относительно стабильной устойчивостью к информационной неопределенности. Особое внимание требует уделять группам требования по назначению и требованиям, определяемым возможностями оружия противника, так как информация, необходимая для их обоснования, обладает высокой степенью неопределенности. Что объясняется более высокой динамикой их изменения с учетом развития ВВТ. Кроме этого информация носит закрытый характер, а имеющиеся сведения порой разрознены и противоречивы.

Остановимся подробнее на группе требований от которой зависит выживаемость образцов ВВТ при ведении боевых действий. Наряду с такими боевыми свойствами как огневая (боевая) мощь, мобильность, применимость, особое место занимает живучесть. Под живучестью следует понимать свойство ВВТ сохранять или быстро восстанавливать свою боеспособность в условиях воздействия противника [1]. В рамках статьи рассматривается обоснование требований по живучести к подвижным образцам ВВТ.

Таким образом, процесс обоснования требований по живучести к ВВТ включает следующие этапы:

определение боевых задач и условий боевого применения образцов ВВТ рассматриваемой группы, а также возможностей оружия противника;

определение перечня тактико-технических характеристик подвижных образцов ВВТ рассматриваемой группы;
 разработка модели боевого функционирования подвижных образцов ВВТ рассматриваемой группы;
 оценка качества разработанной модели ВВТ рассматриваемой группы;
 интерпретация результатов моделирования боевого функционирования ВВТ рассматриваемой группы.

С учетом информационной неопределенности рассматриваемых групп требований предлагается для решения задачи обоснования требований по живучести использовать логико-математические модели, решающие задачи моделирования процесса боевого функционирования образцов ВВТ. В основе которых лежит применение методов теории нечетких множеств. Решение задачи обоснования требований к ВВТ вышеуказанными методами заключается в логико-математическом описании взаимозависимостей характеристик противоборствующих образцов ВВТ в различных тактических ситуациях с учетом их предназначения [2]. В основе выбранного подхода лежит реализация алгоритма нечеткого логического вывода для моделирования тактических ситуаций рассматриваемого ВВТ.

Применение логико-математических моделей для решения поставленной задачи в условиях практически полного отсутствия достоверных сведений о возможностях оружия противника позволяет:

обеспечить возможность наряду с учетом основных параметров учитывать малоинформативные параметры;
 решить задачу объединения количественных и качественных показателей;
 использовать их широким кругом специалистов, не обладающих знаниями необходимыми для построения имитационных и аналитических моделей;
 решить задачу корректировки их параметров;
 получить результаты, обеспечивающие необходимый уровень достоверности и точности оцениваемых параметров при ограниченном объеме достоверной статистики.

Логико-математическую модель имеет вид:

$$y^* = \Psi(\mu_{res}(y)),$$

$$\mu_{res}(y) = \bigcup_{j=1}^N d_j = \bigcup_{j=1}^N \left[\mu_{\alpha_i^j}^j(Y) \min \left[\mu_{\alpha_i^h}^j(X^h) x^h \right]_{\substack{j=1 \dots N \\ h=1 \dots H}} F_j \right], \quad (1)$$

где y^* – значение выходной переменной; $\Psi(\mu_{res}(y))$ – функция нечеткого множества выходной переменной (соответствует этапу дефаззификации); $d_j = \bigcup_{j=1}^N \left[\mu_{\alpha_i^j}^j(Y) c_j F_j \right]$ – нечеткое множество значений истинности условий системы нечёткого вывода j -го продукционного правила (находится на этапе активизации подзаклучений); $c_j = \min \mathbf{B}$ – минимальное значение истинности входной переменной в j -м продукционном правиле (находится на этапе агрегирования подусловий); X, Y – универсумы значений входных и выходных лингвистических переменных; j – номер нечеткого продукционного правила; N – количество продукционных правил; F_j – вес j -го продукционного правила; i – номер термина лингвистической переменной; h – порядковый номер лингвистической переменной; H – количество лингвистических переменных; $\mu_{\alpha_i^j}^j(Y)$ – значения функции принадлежности термина выходной переменной из подзаклучения в j -м продукционном правиле; $\mathbf{B} = \left[\mu_{\alpha_i^h}^j(X^h) x^h \right]_{\substack{j=1 \dots N \\ h=1 \dots H}}$ – матрица принадлежности соответствующего нечеткого значения входной переменной в j -м продукционном правиле (находится на этапе фаззификации входных переменных).

Математическое выражение (1) представляет собой объединение всех полученных оценок степени истинности заключений, являющихся нечетким множеством выходной переменной и демонстрирует последовательность этапов алгоритма нечеткого логического вывода (фаззификация, агрегирование подусловий, активизация подзаклучений, аккумуляции заключения) в обратном порядке с последующим переходом к четкому значению выходной переменной.

Ключевым компонентом логико-математической модели является база знаний в виде совокупности причинно-следственных правил. В алгоритме нечеткого логического вывода взаимосвязь между входами x и выходом y определяется нечеткой базой знаний, которую можно представить в виде:

$$\bigcup_{i=1}^{R_h} \bigcap_{j=1}^N (\beta_h^x = \alpha_i^h) \rightarrow \beta_h^y = \alpha_i^h, \quad (2)$$

где \bigcup и \bigcap – операции дизъюнкции (ИЛИ) и конъюнкции (И) соответственно; β – имя лингвистической переменной; R_h – количество термов в лингвистической переменной.

Разработка логико-математической модели обоснования требований по живучести к ВВТ будет законченной при использовании статистической выборки для нахождения оптимальных параметров функций принадлежности нечетких термов:

$$(X_{h,q}, Y_q), \quad q = \overline{1, Q}, \quad h = \overline{1, H}, \quad (3)$$

где $X_{h,q}$ – матрица, содержащая данные характеризующие входные величины, размерностью (Q, H) ; Y_q – вектор, содержащий данные характеризующие выходные величины, размерностью (Q) ; Q – объем статистической выборки.

Применение алгоритма нечеткого логического вывода в решении задачи обоснования требований к ВВТ позволяет наглядно продемонстрировать изменение числового значения выходной величины для различных тактических ситуаций. Достоверность получаемых данных определяется полнотой и качеством необходимой статистики. В результате предложен механизм обеспечивающий рациональное обоснование требования по живучести к значениям конкретных характеристик ВВТ, с учетом отсутствия необходимой достоверной информации о разработках и тенденциях современного (перспективного) ВВТ наиболее передовых стран.

Достоинством данного подхода является возможность его применения при наличии различной степени неопределенности исходной информации, что является характерным случаем при обосновании значений тактико-технических характеристик перспективных ВВТ. Кроме этого применение логико-математических моделей в совокупности с экспертными методами позволяет объединять формальное и неформальное мышление и естественным образом сочетать вычислительные возможности электронно-вычислительных машин со свойствами интеллекта исследователей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. О Сборнике основных военных терминов и понятий: приказ министра обороны Респ. Беларусь № 457 от 20.04.2016 г.
2. Чугай К. Н. Применение алгоритма нечеткого логического вывода при решении задачи обоснования требований к вооружению и военной технике / К. Н. Чугай, М. В. Батеновский // Наука и воен. безопасность. – 2018. – № 3. – С. 28–33.

BATENOVSKI M. V., CHUGAY K. N.

State Republic of Belarus Armed Forces Research Institute

SUBSTANTIATION OF REQUIREMENTS ON SURVIVABILITY TO MOBILE SAMPLES OF ARMS AND MILITARY TECHNOLOGY WITH USE OF LOGICAL-MATHEMATICAL MODELS

Summary. In article the approach on a substantiation of requirements on survivability to arms and military technology on the basis of logical-mathematical models is considered. At the heart of the approach lies application of algorithm of an indistinct logic conclusion.

А. В. ГРИНКЕВИЧ, В. Ю. ПАЛЬЧИК

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь»**МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВООРУЖЕНИЯ
ВООРУЖЕННЫХ СИЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НЕЧЕТКОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ**

Аннотация. В статье рассмотрен подход к прогнозированию показателей эффективности системы вооружения вооруженных сил. В основе подхода лежит алгоритм прогнозирования на основании нечеткой регрессионной модели.

Существует целый ряд подходов к исследованиям, связанным с прогнозированием показателей эффективности системы вооружения в условиях неопределенности [1]. Подходы к прогнозированию (их более 150) отличаются друг от друга научной обоснованностью, назначением, целью использования и уровнем проводимых исследований. Можно выделить следующие группы: подходы, основанные на методах экспертных оценок, методах экстраполяции, методах многофакторного моделирования, нормативном методе, целевом методе.

На сегодняшний день, наиболее используемый подход к прогнозированию показателей эффективности системы вооружения основывается на методе экспертных оценок. Главная сложность, связанная с данным методом, заключается в формировании профессиональной компетентной группы экспертов, а также разработке и обработке данных многоуровневых анкет. Наличие накопленных эмпирических данных в ходе подготовки программно-планируемых документов, на более ранних периодах, позволяет воспользоваться методами многофакторного моделирования для прогноза показателей эффективности системы вооружения. Классические статистические модели не могут корректно применяться, т.к. используемая выборка ограничена. Наибольший интерес представляет собой статистическое моделирование. Ввиду вышесказанного, возникла необходимость в разработке *алгоритма прогнозирования показателей эффективности системы вооружения*, либо комплексного показателя эффективности, на краткосрочный или среднесрочный период с использованием регрессионных моделей. Данные, используемые при регрессионном анализе, могут быть неточными или неоднозначными из-за случайности или нечеткости процесса. В настоящее время для решения задач прогнозирования применяются **методы нечеткой регрессии**. Данные методы основаны на теории нечетких множеств.

Существует целый ряд вариантов моделей нечеткой регрессии: с нечеткими регрессорами и с четкими коэффициентами регрессии, с четкими регрессорами и с нечеткими коэффициентами регрессии, с нечеткими регрессорами и с нечеткими коэффициентами регрессии.

Суть регрессионного анализа для аппроксимации нечетких чисел Y_i заключается в применении нечеткой регрессионной зависимости следующего вида [2]:

$$Y_i = A \times X_{ij} + E_i, \quad (1)$$

где $X_{ij} = (1, X_{i1}, \dots, X_{ij}, \dots, X_{ip})^T$ – независимая (объясняющая) переменная;

$A = (A_0, A_1, \dots, A_j, \dots, A_p)$ – коэффициент регрессии (параметр уравнения);

$Y_i = (1, Y_1, \dots, Y_j, \dots, Y_p)$ – зависимая (объясняемая) переменная;

E_i – случайные ошибки регрессии; $i = \overline{1, n}$; $j = 0, 1, 2, \dots, p$;

A_j, X_{ij}, Y_i – нечеткие числа, с соответствующими центрами $\hat{a}_j, \hat{x}_{ij}, \hat{y}_i$;

n – количество переменных, на основе которых строится нечеткая регрессионная зависимость;

$p+1$ – количество коэффициентов в нечеткой регрессии.

Методика прогнозирования с использованием нечеткого регрессионного анализа включает следующие этапы (рисунок 1).

1. Определение нечетких зависимых и независимых переменных, соответствующих характеристикам системы вооружения $Y_i, X_{ij}, i = \overline{1, n}$.

Важную роль в эффективном функционировании алгоритма играет отбор факторов для многофакторной нечеткой регрессионной модели. Проблема выбора существенных переменных для включения их в модель тесно связано с исходными предпосылками регрессионного анализа. В модель должны войти все переменные, которые оказывают влияние на зависимую переменную. Но большое количество переменных, включенных в модель, требует большого числа наблюдений. Невыполнение первого требования может привести к неадекватности модели, из-за того, что не учтены некоторые существенные факторы. Максимальное число переменных, включенных в модель, не должно превышать десяти.

2. Составление таблиц исходных данных, отражающих неполные и противоречивые данные, формализованных величинами d_i и e_i (ввиду симметричности нечетких чисел интервалы влево и вправо равны d и e).

3. Вычисление нечетких регрессионных параметров $A = (A_0, A_1, \dots, A_j, \dots, A_p)$, имеющих функцию принадлежности подобную Y_i . Для получения наиболее подходящих оценок нечетких регрессионных параметров A_j используется метод наименьших квадратов. В соответствии с методом наименьших квадратов, оценки параметров регрессии находятся из решения задачи минимизации функции

$$F(\widetilde{A}_0, \widetilde{A}_1) = \sum_{i=1}^n D^2(Y_i, \widetilde{Y}_i) \rightarrow \min, \quad (2)$$

$D(Y_i, \widetilde{Y}_i)$ – функция расстояния между нечеткими переменными $Y_i = (\mu_{yi}, \alpha_{yi}, \beta_{yi})$ и $\widetilde{Y}_i = (\widetilde{\mu}_{yi}, \widetilde{\alpha}_{yi}, \widetilde{\beta}_{yi})$.

4. Определение качества нечеткой множественной регрессионной модели на основе анализа остаточной последовательности

$$\{E_i = Y_i - \widetilde{Y}_i, i = \overline{1, n}\} \quad (3)$$

и по точности модели путем вычисления средней относительной ошибки

$$E_{omu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \widetilde{Y}_i}{Y_i} \right| \cdot 100\%.$$

Чем ближе найденная средняя относительная ошибка к нулю, тем точнее построенная нечеткая регрессионная модель. Если E_{omu} не превосходит 15 %, то точность модели считается приемлемой. Величина менее 5 % свидетельствует о хорошем уровне точности [1].

5. С учетом заданных независимых переменных на период упреждения X_{n-1} и полученных коэффициентов $A = (A_0, A_1, \dots, A_j, \dots, A_p)$ производится расчет прогнозного значения нечеткой регрессии.

6. Оценивание центра нечеткого прогнозного интервала на предмет выявления его сомнительности в соответствии исходным данным. Если величина относительной ошибки регрессионной модели E_{omu} превышает значение 15 %, то делается вывод о неадекватности модели, при значении ошибки 5–15 % предусматривается корректировка регрессионной модели. Сущность корректировки заключается, прежде всего, в повторном анализе исходных данных, а в некоторых случаях введение дополнительного фактора в матрицу независимых переменных. Структура алгоритма максимально приближена к форме нейросетевой модели.

7. Если величина периода упреждения была рассчитана на один шаг, то прогнозные расчеты заканчиваются и принимаются в качестве результата, если на два шага, то прогнозное значение включается в таблицу исходных данных и осуществляется переход к следующему этапу.

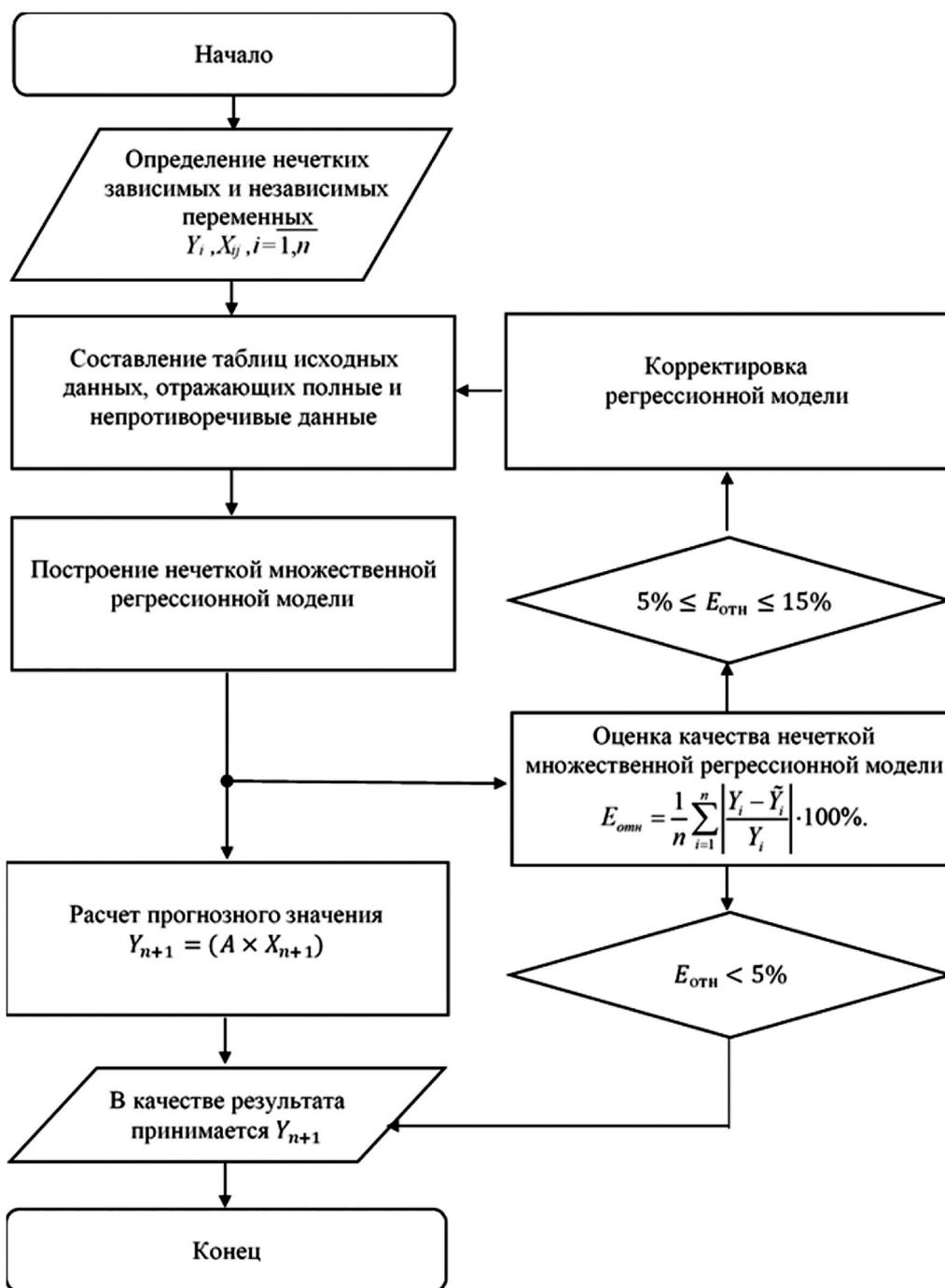


Рисунок 1. – Алгоритм прогнозирования с использованием нечеткого регрессионного анализа

Таким образом, применение рассмотренной методики позволяет решить задачу прогнозирования показателей эффективности системы вооружения. Данный подход предусматривает отказ от метода экспертных оценок (при условии четко скорректированной модели). Использование нечетких множеств дает возможность учесть неоднозначность в финансировании при прогнозировании развития, долю современного ВВСТ в общем количестве вооружения и т.д. Представленный способ прогнозирования с использованием нечеткой регрессионной модели является актуальным в условиях эволюционного развития, либо при незначительных скачкообразных процессах, когда остальные рассмотренные методы не могут быть корректно применены, либо для их использования необходимы дополнительные ресурсы (трудозатраты, время, финансы).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Булдык, Г. М. Статическое моделирование и прогнозирование: Учебник. – Мн.: НО ООО «БІП-С», 2003. – 399 с.
2. Сапкина, Н. В. Нечеткая линейная множественная регрессионная модель с четкими коэффициентами. Отбор значимых переменных модели с помощью нейросетей / Н. В. Сапкина // Системы управления и информационные технологии. – Москва-Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2013. – № 4. – С. 27–30.

GRINKEVICH A. V., PALCHYK V. Y.
State Republic of Belarus Armed Forces Research Institute

**METHODS OF FORECASTING THE PERFORMANCE
OF THE ARMED FORCES ARMAMENT SYSTEM USING
A FUZZY REGRESSION MODEL**

Summary. *The article describes an approach to forecasting the performance of the weapons system of the armed forces. The approach is based on a prediction algorithm based on a fuzzy regression model.*

ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДЕ ПОДГОТОВКИ ИНТЕРАКТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА НА ЗРС (ЗРК)

Аннотация. Рассматривается перспективность разработки интегрированной системы информационной поддержки (ИСИП) этапа эксплуатации зенитного ракетного вооружения, основанной на применении CALS-технологий. Предложены подходы к разработке одного из основных элементов ИСИП – интерактивного электронного технического руководства.

Зенитные ракетные системы (ЗРС) и комплексы (ЗРК) можно отнести к классу наукоемких технических систем, для которых характерна высокая сложность сопровождения всех стадий жизненного цикла. Достаточно большие проблемы возникают на стадии технической эксплуатации, что обусловлено рядом причин: высокая сложность технологических операций по ремонту и настройке аппаратуры; необходимость наличия высококвалифицированного обслуживающего персонала; трудность использования существующей бумажной эксплуатационной документации (технические описания, инструкции по эксплуатации).

Одним из возможных путей решения указанных проблем является разработка и внедрение в эксплуатирующие организации интегрированной системы информационной поддержки (ИСИП), в основу построения которой положены CALS-технологии [1, 2].

Целью применения CALS-технологий является повышение эффективности деятельности всех участников создания, производства изделия и пользования им за счет ускорения процессов исследования и разработки продукции, придания изделию новых свойств, сокращения издержек в процессах производства и эксплуатации продукции, повышения уровня сервиса в процессах ее эксплуатации. Обобщенную структуру ИСИП этапа эксплуатации можно представить в виде совокупности отдельных подсистем (рисунок 1).

Важнейшим элементом ИСИП является интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР), представляющее собой структурированный аппаратно-программный комплекс технических данных, необходимых на различных этапах эксплуатации вооружения. Использование ИЭТР позволяет предоставить в интерактивном режиме справочную и описательную информацию об эксплуатационных процедурах, непосредственно во время проведения этих процедур [3].

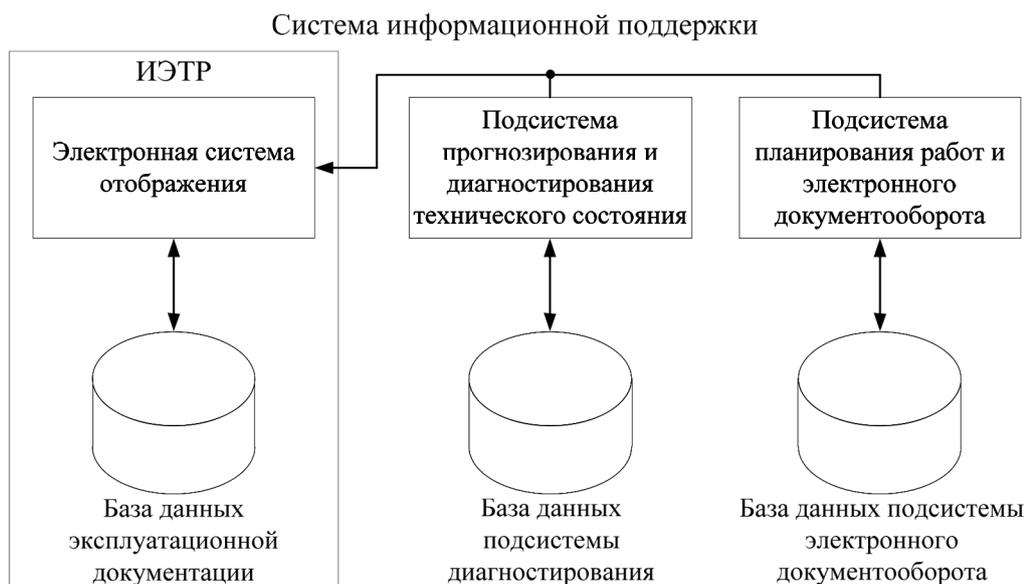


Рисунок 1. – Структура ИСИП

С помощью ИЭТР возможно решение следующих задач: обеспечение справочными материалами об устройстве, принципах работы ЗРК, сведениями, необходимыми для использования по назначению, хранения, транспортирования, приведения в установленную степень готовности к использованию по назначению и поддержания в этой степени готовности; обучение правилам технического обслуживания и ремонта; обеспечения информацией о методике выполнения операций технической эксплуатации, потребности в необходимых инструментах и принадлежностях, количестве и квалификации персонала.

Состав ИЭТР регламентируется нормативно-техническими документами и включает электронную систему отображения, которая может являться общей для всей ИСИП, и базу данных эксплуатационной документации [3, 4].

В рамках научных исследований, проводимых на кафедре тактики и вооружения зенитных ракетных войск [5, 6], разработаны требования к среде подготовки ИЭТР на ЗРС (ЗРК).

Среда для подготовки ИЭТР должна представлять собой программу, реализующую функции проектирования, редактирования и опубликования ИЭТР.

Программа должна предусматривать разработку ИЭТР второго и третьего классов в соответствии требованиями [4].

Программа должна осуществлять: создание и редактирование каталога модулей данных (МД); создание и редактирование МД с автоматическим добавлением их в каталог; создание и редактирование каталога иллюстраций; добавление иллюстраций в каталог и их редактирование; создание и редактирование каталога медиафайлов; добавление медиафайлов в каталог; создание и редактирование ссылок на иллюстрации и медиафайлы в разрабатываемых МД; создание каталога запасных частей, инструмента и принадлежностей; публикацию ИЭТР, включающего заданный пользователем набор МД, иллюстраций и медиафайлов.

Под публикацией понимается создание дистрибутива, включающего файл запуска главного окна ИЭТР, базу данных МД, иллюстраций, медиафайлов, других элементов. Просмотр предусматривает вывод на экран пользователя содержания иерархической структуры ИЭТР с возможностью перемещения между разделами, вывод на экран пользователя МД, соответствующего выбранному разделу ИЭТР, вывод на печать выбранного МД.

В зависимости от назначения надо выделить служебные и информационные МД, включающие идентификационную и содержательную часть.

Идентификационная часть МД должна включать: код, формируемый автоматически, с возможностью редактирования разработчиком; номер версии; дату издания; причину издания; язык; уровень секретности сведений; применяемость.

Содержательная часть служебных МД должна включать: титульный лист; перечень действующих МД; перечень терминов; перечень сокращений и обозначений; нормативные ссылки; содержание.

Содержательная часть информационных МД должна включать: описательную информацию (принципы работы образца вооружения в целом, его отдельных элементов, систем, кабин, устройств, блоков, ячеек); процедурно-технологическую информацию (информацию для проведения технического обслуживания образца вооружения); информацию о возможных неисправностях и методах их устранения (перечень неисправностей, их признаки, ссылки на необходимые процедурно-технологические и описательные МД); регламент технического обслуживания (виды, содержание технического обслуживания); каталоги деталей; каталоги запасных частей, инструментов и принадлежностей; инструкции для обслуживающего персонала (для использования образца вооружения по назначению, подготовки и тренировки лиц боевого расчета).

При создании содержательной части МД должны быть реализованы возможности по набору и оформлению текста, созданию таблиц, вставке формул, иллюстраций, медиафайлов и ссылок на них.

Программа должна предусматривать разграничение доступа к созданным (создаваемым) проектам ИЭТР. В соответствии с правами доступа необходимо выделить три группы пользователей: администратор проекта ИЭТР – обладает всеми правами доступа, управления ИЭТР (разработка, сопровождение, изменение, публикация); разработчик МД – обладает правами доступа к создаваемым МД с возможностью их

редактирования и изменения, добавления и редактирования иллюстраций, добавления медиафайлов; оператор.

Создание и добавление пользователей для созданного проекта ИЭТР осуществляет администратор. За каждым проектом ИЭТР может быть закреплен один администратор и неограниченное количество разработчиков МД.

В процессе функционирования программы должна обеспечиваться возможность повторения любого технологического процесса, восстановления работы при возникновении сбоев без потери информации.

Разработка и внедрение ИЭТР, а в дальнейшем и других подсистем ИСИП, является одним из перспективных направлений совершенствования системы эксплуатации ЗРС (ЗРК).

Рано или поздно на смену старым ЗРК придут новые, комплект поставки которых будет включать если не ИСИП [7], то, как минимум, некоторые ее составляющие (например, ИЭТР). Поэтому уже сегодня целесообразно приобщать обслуживающий персонал к использованию данного высокотехнологичного средства.

Созданная ИСИП за счет использования унифицированных языков программирования, баз данных, соответствующих требованиям нормативно-технических документов, может быть взята за основу и растраскирована для других образцов вооружения с внесением определенных правок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов / И. П. Норенков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 430 с.
2. Яблочников, Е. И. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия: уч. пособие / Е. И. Яблочников, Ю. Н. Фомина, А. А. Саломатина. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 180 с.
3. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию стилю и оформлению: СТБ 2198-2011. – Введ. 14.04.2011. – Минск: Научно-производственное унитарное предприятие БелГИСС, 2011. – 24 с.
4. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Требования к логической структуре базы данных: СТБ 2196-2011. – Введ. 14.04.2011. – Минск: Научно-производственное унитарное предприятие БелГИСС, 2011. – 35 с.
5. Разработка облика интеллектуальной системы информационной поддержки жизненного цикла ЗРС С-300: отчет о НИР / УО «ВАРБ»; Рук. темы Д. С. Нефедов. – Шифр «Эксплуатация 300». – Минск, 2017. – 67 с.
6. Нефедов, Д. С. Облик системы информационной поддержки технической эксплуатации и ремонта ЗРС (ЗРК) / Д. С. Нефедов, И. Я. Захаров, В. В. Мокринский // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2018. – № 35. – С. 103–108.
7. Прикладная логистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cals.ru>.

ZAKHAROV I., MAKRINSKI U., NEFEDOV D.
Belarusian Military Academy

REQUIREMENTS FOR THE ELECTRONIC TECHNICAL GUIDE DEVELOPING ENVIRONMENT

Summary. In the article described the prospects of anti-aircraft missile weapons operation stage information support system (ISS). The system based on using of CALS technologies. One of the parts of ISS is electronic technical guide. Proposed the main requirements for the electronic technical guide developing environment.

С. В. КИРИК

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», Гомель

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ СЛУЖБЫ КАРАУЛОВ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ВОИНСКИХ ГРУЗОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос разработки элементов съемного воинского оборудования для оборудования крытых вагонов при перевозке караулов в современных условиях.

Выполнение поставленных перед Вооруженными Силами задач зависит, в том числе и от готовности железнодорожного транспорта выполнить заданные объемы перевозок в установленные командованием сроки. Отличительными особенностями массовых воинских перевозок является резкое возрастание объемов перевозки материальных средств в составе воинских транспортов, что требует в сжатые сроки подготовить и подать под погрузку значительное количество подвижного состава различных типов, а наличие в составе воинских транспортов большого количества перевозимого вооружения, военной техники, боеприпасов требует сопровождения данных грузов воинскими караулами.

Существующие требования к оборудованию крытых вагонов, оборудованных для перевозки личного состава караула, были разработаны еще в 80-х годах прошлого века. Исходя из этого, весьма актуальным вопросом является улучшение условий службы, организации внутреннего порядка и тылового обеспечения караулов по сопровождению воинских грузов.

Сегодня актуальным является вопрос разработки новых элементов СВО крытых вагонов, оборудованных для перевозки личного состава караула.

Согласно существующих норм оборудования вагонов СВО, в вагоне, оборудованном для перевозки личного состава караула, отсутствуют места для сидения личного состава караула и стол для приема пищи.

Для решения этих вопросов предлагается в вагоне, оборудованном для перевозки личного состава караула устанавливать стол деревянный, а в качестве мест для сидения предлагается использовать имеющиеся ламели деревянные (далее – ламель), которые укладываются на нижние настенные доски вагона.

В настоящее время для удобства посадки (высадки) личного состава караула в вагон (из вагона) используются металлические выдвижные лестницы, в том случае, если ими оборудован вагон. В вагонах, необорудованных металлической выдвижной лестницей, для посадки в вагон и высадки из него используют стремянку. Внутри вагона для посадки личного состава караула в вагон используется ламель, установленная поперек дверного проема, на которую одевается ремень оружейный, который отстегивается от автоматов личного состава караула. Для удобства посадки личного состава караула в вагон предлагается использовать и внести в перечень СВО ремень оружейный или тесьму ременную. Это позволит:

- не вскрывать начальнику караула ящик с оружием при посадке в вагон при приеме караульного вагона;
- в пути следования облегчит посадку в вагон часового, особенно в тот момент, когда состав тронется.

Согласно [1], отправитель воинского транспорта должен устанавливать в вагоне для размещения личного состава караула поперечную перегородку из досок произвольной конструкции в стороне от дверного проема с выполнением требований пожарной безопасности. Это приводит к тому, что установленная перегородка, особенно в холодное время года при низких температурах, может пропускать холодный воздух и понижать температуру воздуха в той части вагона, где размещается личный состав караула. Для решения данного вопроса предлагается оборудовать вагоны стационарными перегородками, состоящие из шести сборно-разборных секций. Использование перегородки такого типа позволит поддерживать температуру в той части вагона, где располагается личный состав караула.

Включение в перечень СВО данных элементов позволит улучшить условия службы, организацию внутреннего порядка и тылового обеспечения караулов по сопровождению воинских грузов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

Инструкция о порядке организации воинских железнодорожных перевозок (Приказ МО РБ № 1224 от 25 сентября 2015 г.) – Минск, 2015.

KIRIK S. V.

Belarusian state university of transport, Gomel

WATERPROOFING AND ANTICORROSIVE PACKING MATERIALS FOR PRODUCTS OF DIFFERENT FUNCTION

***Summary.** In theses the question of development of elements of removable military equipment for equipment of covered wagons during the transportation of sentries in modern conditions.*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ МОДЕРНИЗАЦИИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Аннотация. В работе определены основные угрозы модернизации и развития науки, а также определены основные направления обеспечения безопасности в этой области.

Для каждого государства интеллектуальный капитал является одним из объектов защиты, так как конкурентная мощь в науке и инновациях, в особенности относящихся к военной и специальной технике, обеспечивают баланс и(или) превосходство над потенциальным противником. Интеллектуальный капитал – это знания, информация, опыт, организационные возможности, информационные каналы, патенты, технологии (ноу-хау), которые можно использовать, чтобы создавать богатство и повышать уровень жизни общества, то есть знания, которые могут быть конвертированы.

Многие государства, стремясь к доминированию на политической арене, безусловно, нуждаются в подкреплении своих амбиций современными технологическими решениями. Именно с этой целью наряду с модернизацией и финансированием собственной науки они постоянно осуществляют изучение и похищение технологий у других государств.

Подобная стратегия может осуществляться несколькими способами, как законными, так и запрещенными на уровне законодательства и дипломатических обычаев:

- 1) через переманивание научных кадров, выкупание патентов, полезных моделей, промышленных образцов и т. д., что принято называть «мягкой силой»;
- 2) в противозаконной через кражу научных и научно-технологических решений путём шпионажа.

Обе формы воздействия представляют угрозу для национальной безопасности. В связи с этим данная тема и её теоретический аспект имеют особую важность при реформах и модернизации науки.

В связи с этим при модернизации науки следует учитывать следующие аспекты:

- привлекательность условий труда и возможность реализации, внедрения собственных разработок для ученых, новаторов, разработчиков;
- понятный механизм отнесения информации и разработок к служебной, государственной тайне, серьёзные гарантии исключительных прав интеллектуальной собственности;
- мониторинг и фиксация современных разработок во всем мире для оценки их влияния на безопасность и трансформацию общества.

Кроме этого стоит понимать и оценивать угрозы, возникающие непосредственно в связи с появлением той или иной технологии. Невозможно описать полный спектр возникающих при этом угроз. Но можно привести некоторые яркие примеры для наглядности. Так например, появление 3D-печати создает такие вызовы, как беспрепятственное перемещение оружия (*распечатку оружия по чертежам в любой точке [1]*); появление беспилотных летательных аппаратов создало угрозы незаконного сбора информации о частной жизни, фотографирования стратегических и критически важных объектов (*посольства, государственных учреждений, военных объектов, АЭС и так далее*). Государство анализирует возникающие в связи с этим риски для немедленного и эффективного государственного регулирования. В качестве примера можно привести возникновение с недавнего времени механизма государственной регистрации беспилотных летательных аппаратов (авиамоделей) и установления критериев для их отнесения к воздушным судам [2]. Законодательством пока не введено детального регулирования указанных правоотношений, а лишь имеется список запретных зон для полетов, утвержденный Постановлением Министерства обороны Республики Беларусь от 27 сентября 2017 г. № 19 «О внесении изменения в постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 22 августа 2016 г. № 18. Тем не менее уже проработаны регулирующие нормы, и вероятно вскоре будут имплементированы в законодательство.

Менее яркими (*в силу отдаленности перспективы возникновения*), однако не менее важными являются тенденции по изучению и разработке когнитивных и нанотехнологий, которые сильно преобразуют современное общество, трансформируют способы ведения войн и проведения специальных мероприятий.

Мерами по обеспечению безопасности от вышеприведённых угроз являются:

- мониторинг миграции научных кадров и выявление причин их притока и утечки;
- наличие порядка ограничения выезда и совершенствование механизмов получения доступа к закрытой информации путем принятия постановлений и правил по обращению с закрытой информацией, а также совершенствования методик проверки кандидатов на допуск;
- постоянная организация и активное участие в выставках в целях привлечения инвестиций в науку и отслеживания мировых трендов.

Получаемая информация о научных трендах и наиболее активно финансируемых направлениях со стороны частных компаний и иностранных государств должна фиксироваться и учитываться в режимно-секретных отделах научных организаций.

Вместе с тем, белорусская наука имеет свои отличительные особенности и в связи с этим по сравнению к теоретическому универсальному перечню нужно добавить ряд вполне конкретных угроз, в контексте которых мы существуем.

Основными угрозами для научно-технологической сферы в Концепции национальной безопасности Беларуси выделены:

- 1) наукоёмкость ВВП ниже критического уровня;
- 2) низкая инновационная активность и восприимчивость экономики;
- 3) неэффективность национальной инновационной системы, включая законодательство, инфраструктуру трансфера технологий, материально-техническую базу научных учреждений, систему финансирования;
- 4) неблагоприятная возрастная структура и недостаточный уровень подготовки научных кадров [3, п. 31].

Из указанных пунктов (*в частности 1, 2, 3*) видно, что за развитие интеллектуального капитала отвечают не только академическая наука и научная организация, но и бизнес, и промышленный комплекс, в которых также часто имеются рационализаторские предложения и перспективные разработки. В связи с этим анализ ситуации по миграции кадров, появлению новых технических решений должен проводиться не только в академической среде, но и в целом по перспективным направлениям в области инноваций.

Коммерческая тайна (КТ) — не являющиеся государственными секретами сведения, связанные с производством, технологиями, финансами, процессами управления и другой деятельностью организации или фирмы, разглашение которых может нанести ущерб их интересам. Гриф «КТ» не является секретным, а лишь демонстрирует охрану законодательством [4]. Коммерческую тайну могут составлять сведения, относящиеся к широкому спектру вопросов предпринимательства. Но вместе с тем, накопленные знания и эффективные решения нашими предприятиями могут и часто являются объектами заинтересованности иностранных государств, а их утрата, безусловно, влияет на снижение конкурентоспособности национальной экономики и безопасности в целом.

При модернизации науки стоит учитывать перспективность различных научных направлений на основе аналитических данных о развитии в целом промышленности и разработок во всем мире. Именно на основании этих данных можно эффективно определять объекты для защиты и концентрировать меры по привлечению кадров и охране информации о них. Это крайне важно, ведь любые меры безопасности связаны с ограничением прав, свобод и требуют значительных финансовых затрат. Именно поэтому надо грамотно анализировать тенденции в сфере науки, чтобы грамотно концентрировать ресурсы государства.

Теоретико-прикладной аспект проблемы заключается в проработке методов по анализу тенденций в научной и научно-технологической сфере, методов по стимулированию привлечения научных кадров и предотвращению их утечки, а также противодействию по утечке интеллектуальной собственности, как в виде государственных секретов, так и коммерческой тайны. Для обеспечения этого в стране выработаны соответствующие инструкции. Однако вместе с этим необходимо и по-

стоянное повышение эффективности в проведении мероприятий по предотвращению такой утечки.

Таким образом, обеспечение безопасности при модернизации науки является неотъемлемой частью обеспечения национальной безопасности в целом. Рассмотренное направление имеет несколько граней, которые связаны как с формальной стороной, так и экономикой. Вместе с тем эффективная политика в этой области в наибольшей степени зиждется на верных футурологических прогнозах. В этом одна из главных проблем эффективной и рациональной защиты разработок и модернизации науки в целом. Ведь наука сама по себе направлена на неизвестное, в связи с чем выработка достоверных аналитических прогнозов представляется куда более сложным процессом, чем аналитика в прочих областях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. В США стартовали продажи оружейного 3D-принтера // PIKABU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pikabu.ru/story/v_ssha_startovali_prodazhi_oruzheynogo_3dprintera_5390020. – Дата доступа: 29. 08. 2018.

2. Дроны полетели. Но низковато // Беларусь сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/drony-poleteli-no-nizkovato.html>. – Дата доступа: 29. 08. 2018.

3. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь: Указ Президента Республики Беларусь 09 ноября 2010 года № 575 с изменениями и дополнениями от 24.01.2014 года. // НРПА Республики Беларусь. – 2017. – № 1/12080.

4. Об утверждении Положения о коммерческой тайне: Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 670 от 06.11.1992 г. // НРПА Республики Беларусь. – 2001. – № 5/8515.

KLIMASHIN A. G.

Institute of sociology of NAS of Belarus, Minsk

SECURITY IN THE PROCESS OF SCIENCE MODERNIZATION AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

Summary. *the paper identifies the main threats to the modernization and development of science, as well as the main directions of security in this area.*

ГИДРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ МАШИН

Применение объемных гидropереход (ОГП) в приводах ходового оборудования мобильных тягово-транспортных машин – одно из прогрессивных направлений в дорожно-строительной, инженерной технике двойного назначения. ОГП позволяет реализовать бесступенчатое регулирование скорости пневмоколесного движителя, расширяет возможности компоновочных решений. При создании ряда технологических машин для привода ходового оборудования нашли применение ГСТ-71, ГСТ-90. В рамках развития систем приводов ходового оборудования колесных и гусеничных машин находят применение объемные гидравлические передачи (ОГП) с внутренним разветвлением потока мощности. ОГП создаются на базе аксиально-поршневых гидромашин с наклонным диском. При анализе показателей материалоемкости и удельной стоимости насосов [1] выявлено, что минимальной материалоемкостью и удельной стоимостью обладают шестеренные гидромашин, применение которых в качестве насосов в составе ОГП ограничено из-за отсутствия технических решений по регулированию эквивалентного объема.

Одним из возможных направлений активизации работ по созданию гаммы ОГП с внутренним разветвлением потока мощности является возможность использования насосного агрегата в составе шестеренного насоса постоянного объема и гидрораспределительного модуля, обеспечивающего изменение эквивалентного рабочего объема и реверсирование потока рабочей жидкости насоса.

ОГП (рисунок 1) включает шестеренный насос 1 переменной производительности, аксиально-поршневой гидромотор 2 постоянного объема, планетарный редуктор 3.

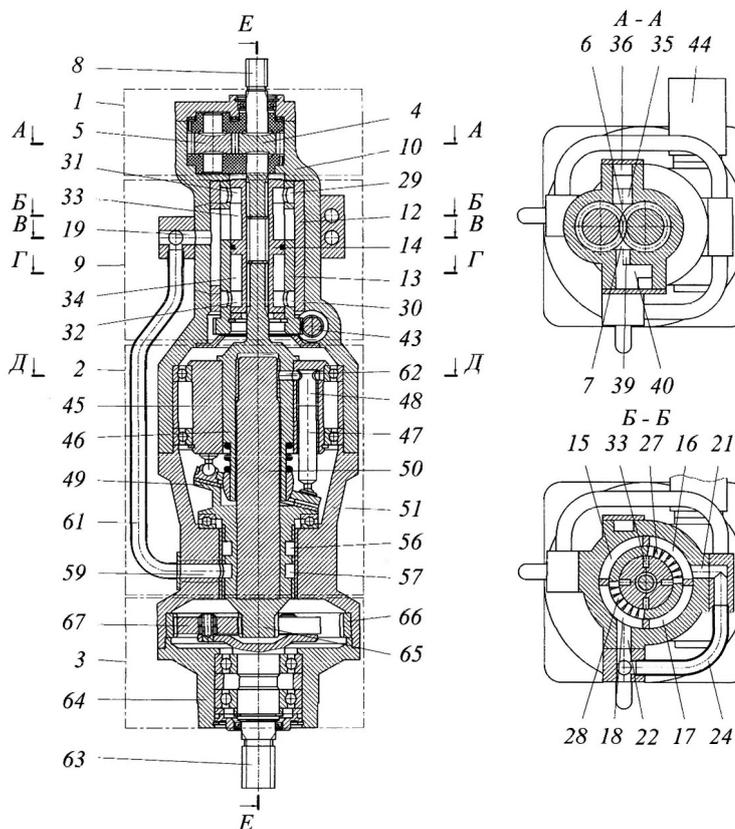


Рисунок 1. – ОГП с внутренним разветвлением потока мощности на базе шестеренного насоса

Шестеренный насос 1 содержит шестерни 4, 5, образующие полости: всасывающую 6, и напорную 7. Шестерня 4 выполнена заодно с приводным валом 8.

Гидрораспределитель 9 насоса 1 выполнен в корпусе 10 насоса 1, включает неподвижную распределительную втулку 12, закрепленную в корпусе 10, подвижную распределительную втулку 13, установленную в неподвижной распределительной втулке 12 с возможностью поворота на угол 180°, и ротор 14, установленный в подвижной распределительной втулке 13, и связанный с приводным валом 8 шлицевым соединением.

На цилиндрической поверхности неподвижной распределительной втулки 12 образованы четыре сегментных пазов 15, 16, 17, 18. Полости сегментных пазов 15, 17 и 16, 18 связаны попарно каналами 19, 20 и 21, 22 и трубопроводами 23, 24. Каналы 19, 22 подключены к контуру подпитки (не показан). На цилиндрической поверхности подвижной распределительной втулки 13 образованы четыре группы продольных каналов 25, 26, 27, 28 и две кольцевые канавки 29, 30.

На цилиндрической поверхности ротора 14 образованы две кольцевые канавки 31, 32 и две группы продольных каналов 33, 34.

Всасывающая полость 6 связана с полостью кольцевой канавки 30 каналами 35, 36, 37. Напорная полость 7 связана с полостью кольцевой канавки 29.

Для обеспечения поворота подвижная распределительная втулка 13 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Привод червяка 43 осуществляется автономным двигателем 44.

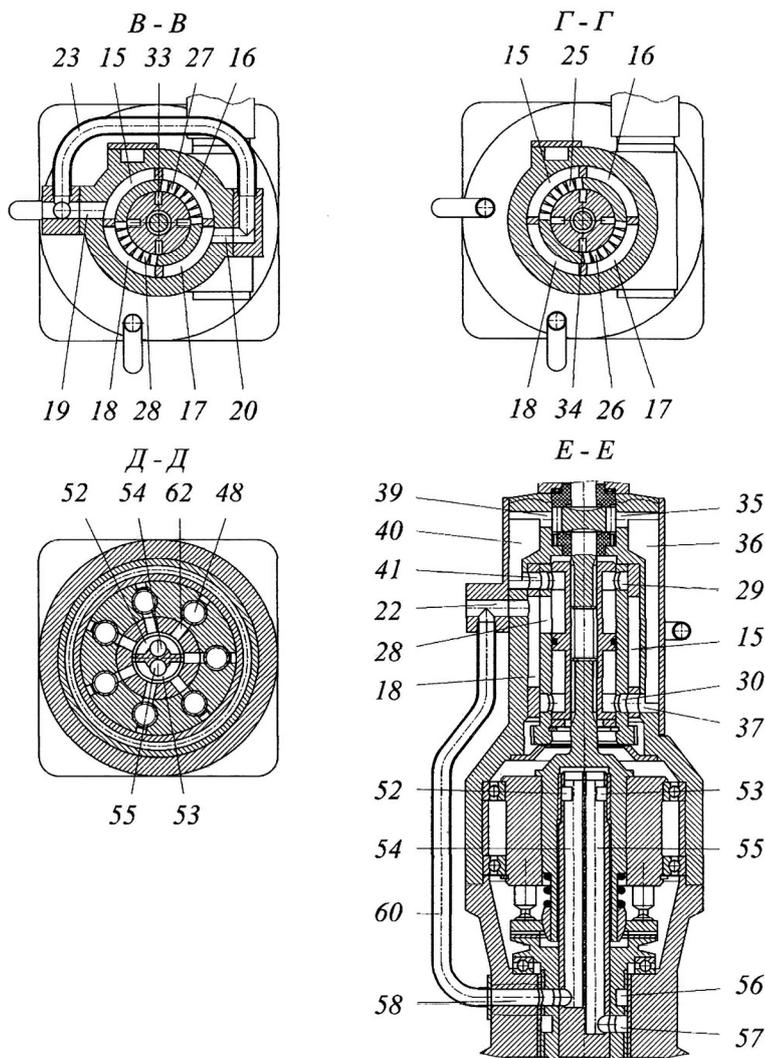


Рисунок 1 (продолжение). – ОГП с внутренним разветвлением потока мощности на базе шестеренного насоса

Аксиально-поршневой гидромотор 2 постоянного объема включает блок цилиндров 45, связанный с втулкой 46. Поршни 47 образуют рабочие полости 48 и прижимаются к поверхности наклонной шайбы 49, в ступице которой закреплена ось 50, установленные в подшипниковом узле корпуса 51.

Гидрораспределитель гидромотора 2 включает группу диаметрально противоположных сегментных пазов 52, 53. Полости сегментных пазов 52, 53 связаны каналами 54, 55 с полостями кольцевых канавок 56, 57, образованных на поверхности ступицы наклонной шайбы 49. Полости кольцевых канавок 56, 57 связаны каналами 58, 59, трубопроводами 60, 61 с каналами 22, 19. Рабочие полости 48 блока цилиндров 45 связаны радиальными каналами 62 с полостями сегментных пазов 52, 53.

Ведомый вал 63 установлен в подшипниковом узле крышки 64 корпуса 51.

Планетарный редуктор 3 включает солнечную шестерню 65, коронную шестерню 66, сателлиты 67, установленные на осях водила, выполненного заодно с ведомым валом 63.

Приводной вал 8 вращается от двигателя и приводит во вращение шестерни 4, 5, ротор 14, приводящий блок цилиндров 45 с втулкой 46 и поршнями 47, взаимодействующими с наклонной шайбой 49. Наклонная шайба 49 с солнечной шестерней 65 вращается, приводя во вращение сателлиты 67, водило с ведомым валом 63.

При изменении подачи рабочей жидкости насоса посредством поворота подвижной распределительной втулки 13, наклонная шайба 49 с солнечной шестерней 65 получает вращение в направлении приводного вала 8 и против, обеспечивая широкий диапазон изменения скоростей ведомого вала 63. Предварительно передаточное число ОГП без учета объемного КПД гидромашин можно оценить:

$$i_o = \frac{n_8}{n_{63}} = \frac{i_p}{1-k}, \quad i_p = \frac{n_{65}}{n_{63}}, \quad k = \frac{q_{нк} \cdot q_{нф}}{q_{мк} \cdot q_{нк}},$$

где i_o – общее передаточное число ОГП; i – передаточное число планетарного редуктора 3; k – коэффициент, характеризующий отношение объемов насоса 1 и гидромотора 2; $n_8, n_{45}, n_{63}, n_{65}$ – скорости вращения элементов ОГП; $q_{нк}, q_{мк}$ – конструктивный объем насоса 1, гидромотора 2; $q_{нф}$ – эффе́ктивный объем насоса 1, изменяется в диапазоне ($q_{нф} = +q_{нк} \div -q_{нк}$).

Изменяя параметры ОГП можно получить необходимое значение передаточного числа ОГП при изменении параметров подачи насоса. Предварительная оценка значений передаточных чисел ОГП показала потенциальные возможности использования ОГП в трансмиссиях привода ходового оборудования колесных и гусеничных машин инженерного вооружения.

Выводы

Разработана конструктивная схема объемной дифференциальной передачи с внутренним разветвлением потока мощности на базе шестеренного насоса. Проведенная предварительная оценка диапазона регулирования скорости выходного звена показала потенциальные возможности использования гидродифференциальной передачи в трансмиссиях инженерных машин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Котлобай, А. Я. Обоснование целесообразности применения гидропривода рабочего оборудования траншейно-котлованной машины / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, М. М. Гришкевич, В. Ф. Тамело, А. И. Герасимюк // Вестник военной академии Республики Беларусь. – 2017. № 2 (55). – С. 108–115.

РАЗВИТИЕ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ИНЖЕНЕРНЫХ МАШИН

Рационализация систем отбора мощности силовой установки на привод ходового оборудования и рабочих органов технологического оборудования многофункциональных машин инженерного вооружения, строительных и дорожных машин осуществляется в направлении применения гидравлических объемных приводов, на базе современных насосов регулируемого объема, обеспечивающих необходимый уровень подачи рабочей жидкости для эффективной работы данного оборудования.

Для привода ходового оборудования при выполнении технологических операций в трансмиссии базового изделия 453 котлованной машины МДК-3 применяется гидрообъемная передача в составе аксиально-поршневых насоса переменной производительности и гидромотора постоянного объема с наклонными блоками цилиндров, работающих в закрытом контуре. Для привода ходового оборудования вибрационных катков с гладкими вальцами, грунтовых вибрационных катков, бульдозеров, малогабаритных погрузчиков с бортовым поворотом и других машин широкое распространение получили аксиально-поршневые реверсируемые насосы переменной производительности серии 416, применяемые в закрытом контуре. Насосы серии 416 оснащены наклонной шайбой, угол наклона которой изменяется системой управления насоса. Система управления насоса требует наличия отдельного гидравлического контура управления, совмещенного с контуром подпитки насоса.

При проектировании насосных установок систем приводов рабочего оборудования военной инженерной техники следует отдавать предпочтение насосам шестеренным, характеризующимся минимальными значениями конструктивной материалоемкости и удельной стоимости [1]. Применение насосов шестеренных в системах отбора мощности на привод рабочего оборудования с автоматическим обеспечением оптимальных режимов работы насосных установок ограничено отсутствием технических возможностей регулирования объема насоса шестеренного.

В рамках поиска направлений модернизации военной инженерной техники на основе унификации гидравлических систем отбора мощности силовой установки на привод рабочего оборудования авторы рассмотрели возможность модульного построения насосов шестеренных регулируемого эквивалентного рабочего объема на базе шестеренного насоса постоянного объема и легко монтируемых гидрораспределительных модулей, каждый из которых реализует заданный алгоритм регулирования эквивалентного рабочего объема [2], [3].

При разработке основных концепций формирования гидрораспределительных модулей авторами предложен мало энергоемкий способ регулирования эквивалентного рабочего объема насоса [4]. Гидрораспределительный модуль обеспечивает дискретизацию потоков рабочей жидкости всасывающей и напорной магистралей и перераспределение потоков между магистралями.

При исходном положении (условно) подвижной распределительной втулки 9 гидрораспределительного модуля 2 насоса шестеренного (рисунк 1), магистраль гидросистемы, подключенная к каналу 16 является всасывающей, а магистраль, подключенная к каналу 15 – напорной. Рабочая жидкость из магистрали гидросистемы по каналу 16, трубопроводу 14 поступает в полости сегментных пазов 12, и по трубопроводу 25 во всасывающую полость 5. Из напорной полости 6 рабочая жидкость поступает в полости сегментных пазов 11, и по трубопроводу 13, каналу 15 в напорную магистраль гидросистемы. В данном положении подвижной распределительной втулки 9 обеспечивается максимальный эквивалентный объем насоса шестеренного и максимальная подача рабочей жидкости в напорную магистраль, подключенную к каналу 15.

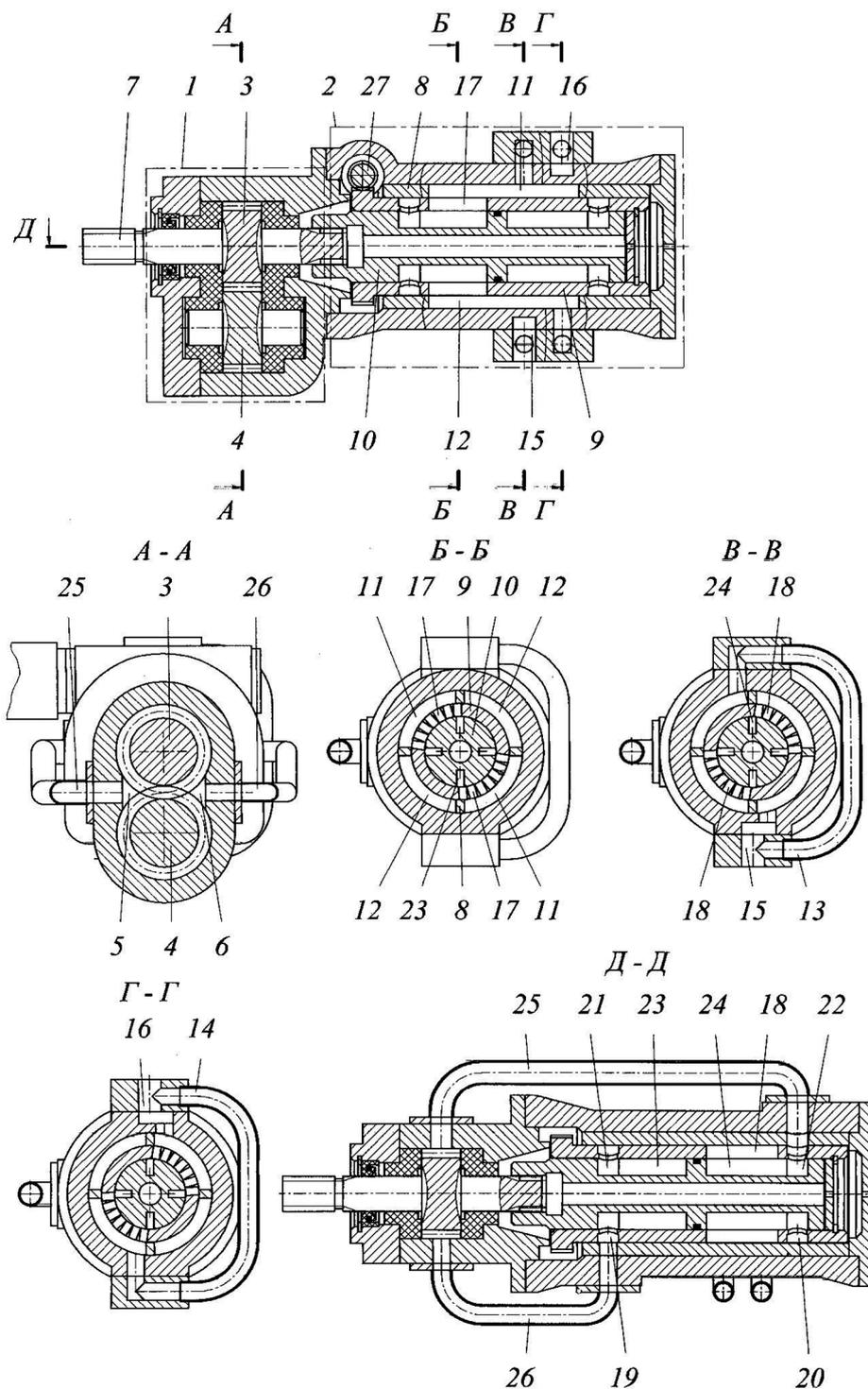


Рисунок 1. – Насос шестеренный регулируемого эквивалентного рабочего объема;

- 1 – шестеренный насос постоянного объема; 2 – гидрораспределительный модуль;
 3, 4 – шестерня; 5 – всасывающая полость; 6 – напорная полость; 7 – приводной вал;
 8 – неподвижная распределительная втулка; 9 – подвижная распределительная втулка
 с червячным колесом привода; 10 – ротор; 11, 12 – сегментный паз;
 13, 14, 25, 26 – трубопровод; 15, 16 – канал; 17, 18 – продольный канал;
 19, 20, 21, 22 – кольцевая канавка; 23, 24 – продольный канал; 27 – червяк

При повороте подвижной распределительной втулки 9 посредством автономного двигателя и червяка 27, взаимодействующего с червячным колесом подвижной втулки 9, на угол 45°, половина продольных каналов 17 переместятся в зоны сегментных

пазов 12 неподвижной распределительной втулки 8, а половина продольных каналов 17 останется в зоне сегментных пазов 11. Также, половина продольных каналов 18 переместятся в зоны сегментных пазов 11, а половина продольных каналов 18 останется в зоне сегментных пазов 12. В данном положении подвижной распределительной втулки 9 суммарно движения рабочей жидкости в магистралях гидросистемы, подключенных к каналам 15, 16 нет. Обеспечивается нулевой эквивалентный объем насоса шестеренного и нулевая подача рабочей жидкости в напорную магистраль.

При последующем повороте подвижной распределительной втулки 9 на угол 90° по часовой стрелке от исходного положения продольные каналы 17, 18 переместятся в зоны сегментных пазов 12, 11. В данном положении подвижной распределительной втулки 9, магистраль гидросистемы, подключенная к каналу 15 является всасывающей, а магистраль, подключенная к каналу 16 – напорной. Обеспечивается максимальный эквивалентный объем насоса шестеренного и максимальная подача рабочей жидкости в напорную магистраль, подключенную к каналу 16. Поток рабочей жидкости реверсирован.

При дальнейшем повороте подвижной распределительной втулки 9 гидрораспределительный модуль 2 возвращается в исходное положение.

Изменяя положение подвижной распределительной втулки 9 в диапазоне 0 ÷ 90° добиваемся плавного изменения эквивалентного объема насоса шестеренного и параметров подачи рабочей жидкости в напорную магистраль гидросистемы в диапазоне от нулевого до максимального значений, и реверсирования потока рабочей жидкости насоса шестеренного.

Реализация модульного принципа построения насосов позволит создавать гидромашины переменного эквивалентного объема на базе шестеренных насосов с внутренним зацеплением, героторных и планетарно-роторных гидромашин, аксиально-поршневых гидромашин с подвижным и неподвижным блоком цилиндров, пересмотреть подходы к регулированию радиально-поршневых гидромашин, пластинчатых насосов и т.д.

Возможно создание распределительных модулей, оснащенных автономным приводом ротора, не связанным с агрегатами привода насоса постоянного объема. Автономный гидрораспределительный модуль подключается в гидросистему насоса постоянного объема, обеспечивая регулирование его эффективного объема.

Выводы

1. Предложен модульный принцип построения насосов шестеренных регулируемого эффективного объема на базе насоса шестеренного постоянного объема и гидрораспределительного модуля, обеспечивающего заданный алгоритм регулирования объема.

2. В основу концепции формирования гидрораспределительных модулей положен мало энергоемкий способ регулирования эквивалентного рабочего объема насоса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Котлобай, А. Я. Обоснование целесообразности применения гидропривода рабочего оборудования траншейно-котлованной машины / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, М. М. Гришкевич, В. Ф. Тамело, А. И. Герасимюк // Вестник военной академии Республики Беларусь. – 2017. – № 2 (55). – С. 108–115.

2. Котлобай, А. Я. Совершенствование насосов гидропривода рабочего оборудования инженерных машин / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело // Инженер-механик. – 2016. – № 3 (72). – С. 16–21.

3. Реверсируемый аксиально-поршневой насос: пат. 22258 С1 Респ. Беларусь, МПК F 15B 11/22 (2006.01) / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело; заявитель Белорусский национальный технический университет. – № а 20150369; заявл. 2015.07.09; опубл. 2018.12.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2018. – № 6 (125).

4. Котлобай, А. Я. Фазовое регулирование насосных установок машин инженерного вооружения / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело // Инженер-механик. – 2017. – № 4 (77). – С. 10–17.

СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье показана процедура синтеза объективных законов управления нелинейными, динамическими, многосвязными и многомерными объектами управления. Возможность применения синергетической теории управления, раскрыт один из основных методов синергетики: метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов.

Задача управления сложными нелинейными динамическими объектами, является одной из центральных и затруднительных проблем. Не смотря на то, что множество работ посвящено задаче синтеза нелинейного управления, универсальных методов его решения нет, которые позволили бы без линеаризации системы синтезировать регулятор управления, благодаря которому обеспечивалась стабилизация объекта управления. Все полученные результаты носят частный характер, практическое использование которых возможно для ограниченного класса динамических систем.

Для обеспечения стабилизации сложных нелинейных систем целесообразно использовать теорию синергетического управления, а в частности метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) предложенный А. А. Колесниковым.

Для того чтобы получить процедуру синтеза законов управления для сложных динамических нелинейных систем управления, в том числе многомерных и многосвязных, необходимо использовать метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР).

Метод АКАР позволяет учесть естественные свойства объекта соответствующей природе. Используя теорию синергетического управления (ТСУ), которая в свою очередь обладает определенными, важными свойствами: обмен информацией с внешней средой и когерентность поведения компонентов системы.

ТСУ базируется на принципах направленной самоорганизации и динамической декомпозиции синтезируемой нелинейной системе, которая отражает единство всех процессов самоорганизации и управления объектом [Новые нелинейные методы управления полетом с.46].

Суть ТСУ заключается в достижении следующих положений:

1. Изменить поведение систем – т.е. выработать необходимые аттракторы – это пределы, которые отражают требуемые технологические процессы объекта управления.

2. Учесть естественные свойства объекта управления – целевые аттракторы и инвариантные многообразия, которые отражают сущность процессов управления.

3. Сформировать новые прямые и обратные связи для управления синтезируемым объектом – введение инвариантных многообразий, которые позволяют построить регулятор.

Цель – достичь желаемые аттракторы (желаемый конечный результат), т.е. формирование инвариантов и аттракторов позволяет осуществить способ направленной самоорганизации систем.

Процедура синергетического синтеза:

Нелинейная система дифференциальных уравнений, с помощью которой описывается объект управления:

$$\dot{x}(t) = F(x, u, q, M) \quad (1)$$

где: $x(t)$ – координаты состояния;

F – внешние силы;

$u(t)$ – искомое управление;

$q(t)$ – задающее воздействие;

$M(t)$ – возмущающее воздействие.

Для формирования уравнений самоорганизации необходимо F исключить, так чтобы эти внешние силы стали внутренними, таким образом добиться перехода от организации к самоорганизации.

Исходная система (1) состоящая из динамического объекта и действующие на него внешние силы и воздействия, в результате формирования новых прямых и обратных связей преобразуется в новую систему.

Для преобразования необходимо задающее $q(t)$ и возмущающее $M(t)$ воздействие представить как решение дополнительных дифференциальных уравнений размерностью $\dim \Sigma$. Управление необходимо представить как поиск законов взаимодействия между расширенной системой, которая обеспечить самоорганизацию процессов.

Синтез закона управления:

$$u(x_1, \dots, x_n, \omega_1, \dots, \omega_\mu) \quad (2)$$

где: x_1, \dots, x_n – инвариантные многообразия;

$\omega_1, \dots, \omega_\mu$ – координаты задающих и возмущающих воздействий, которые необходимо записать как дополнительные дифференциальные уравнения:

$$\dot{\omega}(t) = \varphi(x, \omega) \quad (3)$$

где: ω – оценки возмущающих воздействий

Модель синергетического синтеза систем управления будет состоять из (1) и (3):

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = F(x, u, q, M), \\ \dot{\omega}(t) = \varphi(x, \omega). \end{cases} \quad (4)$$

Для того чтобы применить синергетический подход необходимо перейти к расширенной постановке задачи, так чтобы силы стали внутренними взаимодействиями системы.

Синтезируемая система должна обладать достаточным числом степеней свободы для реализации ТСУ. Так как для синтеза синергетических систем следует предварительно произвести добавление стольких степеней свободы, сколько необходимо для реализации целей управления (чем больше степеней свободы, тем разнообразнее поведение системы).

Расширение исходной системы и формирование уровней самоорганизации позволяет установить связь между синергетикой и проблемой синтеза систем на основе инвариантных соотношений.

К принципу «расширения и сжатия» (рисунок 1), относятся:

- формирование расширенной системы, которая будет обрабатывать воздействия и возмущения;
- формирование внешнего воздействия на систему, т.е. избавляться от лишних степеней свободы расширенной системы;
- формирование инвариантных многообразий, для достижения целей управления.

Расширенная система образуется путем добавления степеней свободы, в таком количестве чтобы было достаточно для реализации целей управления т.е. размерность $\dim \omega = r$, осуществляется расширение фазового пространства до размерности $\dim \omega = r + n$ – исходная расширенная система, как показано на рисунке 1.

Эффект такой декомпозиции и редукции ТСУ проявляются в задачах управления многомерными, многосвязными динамическими системами, которые определяются соотношением:

$$\dim \Sigma = n + r - \lambda m \quad (5)$$

где: m – размерность вектора управления;

λ – число вводимых инвариантных многообразий.

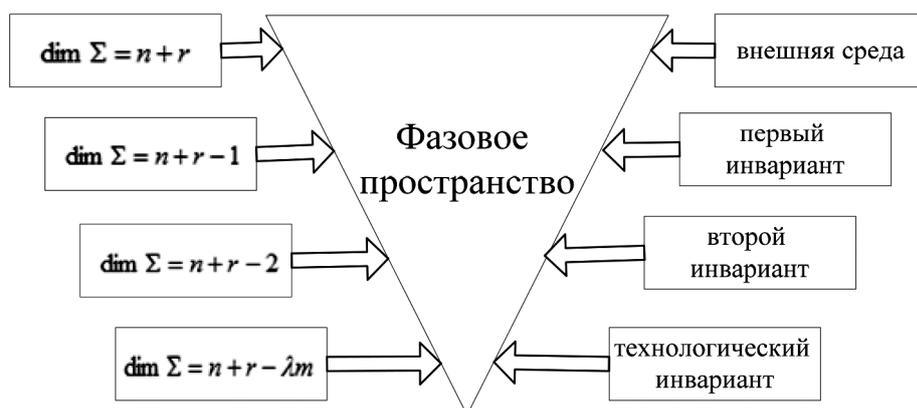


Рисунок 1. – Принцип «расширения и сжатия»

Таким образом, с увеличением числа каналов управления процесс динамической декомпозиции систем значительно ускоряется, а процедура синтеза упрощается. ТСУ предполагает избавляться от лишних степеней свободы. В свою очередь именно избыточность и инварианты приводят к организованному поведению замкнутого объекта. Т.е. с самого начала необходимо создать лишние или избыточные степени свободы, которые обеспечат нас дополнительными возможностями в свойствах системы, а затем необходимо преодолеть или редуцировать эти же степени свободы в процессе непосредственного управления. И тем самым данный процесс отражает свойство самоорганизации нелинейных систем. Уменьшение числа степеней свободы возникает за счет взаимодействия связей в направлении, от исходного положения синтезируемой системы к промежуточным состояниям на некоторых инвариантных многообразиях последовательно понижающейся размерности и дальше к конечному целевому инвариантному многообразию. Свойства и направления такого процесса зависят от внешнего и внутреннего состояния нелинейного объекта.

LOPUHOV A. V., SIDOROVICH O. V.

Educational establishment «Military academy of the Republic of Belarus»

SYNTHESIS OF NONLINEAR SYSTEMS

Summary. The process of synthesis of the objective management laws through nonlinear, dynamic, multicoherent and multidimensional control areas is shown in the article. The possibility of synergetics management theory, one of the basic method of synergetics – method of analytical designing of the aggregated regulators – are described.

ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА И ТИПОВ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ К АВТОМОБИЛЯМ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрен подход к определению количества и типов запасных частей к автомобилям военного назначения с использованием многофакторной регрессионной модели.

Актуальность задачи. В ходе применения военной автомобильной техники по назначению она будет выходить из строя в результате воздействия противника, а также по техническим причинам. Ремонт автомобилей осуществляется с использованием комплектов запасных частей инструментов и принадлежностей (ЗИП). Комплекты ЗИП для автомобильной техники в Вооруженных Силах Республики Беларусь формируются для каждой марки машины. Если для автомобилей семейства ГАЗ-66, Урал-4320, ЗИЛ-131 и др. номенклатура ЗИП определена, то для автомобилей МАЗ-53156, 6317 такого перечня нет. С войсковых, оперативных и стратегических складов в части должны поступать комплекты ЗИП на пополнение их расхода [1]. Поврежденные узлы, агрегаты и механизмы ремонтируются или заменяются на новые с использованием деталей из комплектов ЗИП. Следовательно, чем больше запасных частей будет храниться на складах, тем выше будет боевая готовность соединения, воинской части. Вместе с тем состав комплекта ЗИП не может быть безграничным. Следовательно, необходимо определить такое количество и типы запасных частей, которые обеспечат требуемый уровень готовности автомобилей и при этом будут строго ограничены по цене и объему.

Общие сведения. В зависимости от состава, назначения и размещения комплекты ЗИП подразделяются на одиночные, групповые, ремонтные, специального назначения, комплекты россыпью [2].

Одиночный комплект ЗИП поставляется с каждым изделием и используется на месте эксплуатации изделия. Он предназначается для поддержания изделия в боеготовом состоянии путем замены отказавших элементов, узлов и блоков. В состав одиночного комплекта ЗИП могут входить изделия электронной техники, светотехники, электротехники, элементы защиты и коммутации, функциональные узлы, субблоки, блоки, инструменты, контрольно – измерительные приборы (не входящие в комплектацию изделия), приспособления и принадлежности.

Групповой комплект ЗИП поставляется одновременно с изделиями, для которых он предназначен, и используется для производства технических обслуживаний и текущего ремонта. Групповой комплект ЗИП служит также для пополнения одиночных комплектов. В состав группового комплекта входят элементы, аналогичные одиночному, а также конструктивно и функционально законченные съемные узлы, блоки и агрегаты основного изделия.

Ремонтный комплект ЗИП поставляется самостоятельно, отдельно от группы изделий, для которых он рассчитан, и предназначается, как правило, для капитального ремонта. Частично элементы ремонтного комплекта ЗИП используются для пополнения групповых.

Постановка задачи. Какое количество комплектов ЗИП для автомобилей МАЗ должно храниться в войсковых, оперативных и стратегических запасах, а также их номенклатурный состав для автомобилей отечественного производства, до настоящего времени не рассматривалось. Она может быть сформулирована следующим образом: для заданной номенклатуры и штатного числа образцов автомобилей МАЗ необходимо выбрать такие запасные части и их количество, включаемые в запасы, которые бы минимизировали суммарные затраты на запасы и обеспечивали уровень боеготовности не ниже заданного.

Подход к обоснованию комплектов ЗИП для отечественных автомобилей МАЗ. Для решения задачи используем опытно – статистический метод. На основе сведений о надежности автомобильной техники за 2017–2018 год (рисунок 1) строим многофакторную регрессионную модель [3].

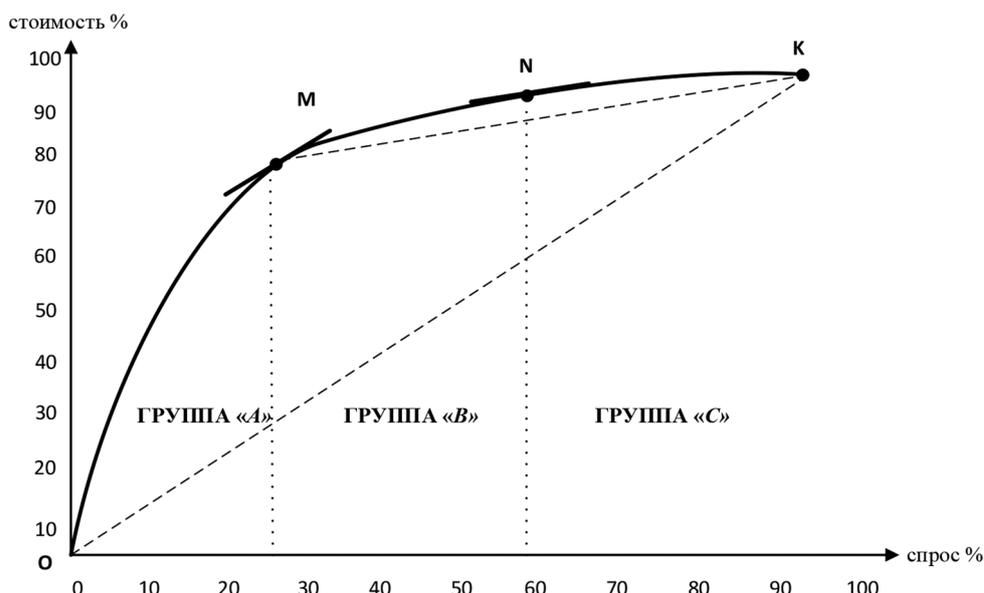


Рисунок 2. – Результат ABC-анализа методом касательных

Его преимуществом являются гибкость, простота и наглядность. Он заключается в разделении объектов анализа на группы при помощи касательных к кривой ABC-анализа. Результатом анализа будет разделение объектов по ABC-группам. При необходимости можно продолжить деление касательными и получить большее количество групп.

На основании полученных результатов перечень деталей, входящих в комплект ЗИП-предлагается разделить на три группы соответствующие уровням организации ремонта.

Выводы. Предложенный подход по обоснованию комплектов ЗИП для *автомобилей военного назначения*, основанный на использовании многофакторной регрессионной модели и методе ABC анализа, позволяет обосновать количество и тип запасных частей на различных уровнях ремонта всех видов *автомобильной техники Вооруженных Сил Республики Беларусь*. Он дает возможность сократить время нахождения машин в ремонте за счет своевременного и полного обеспечения запасными частями, а также, обеспечивает установку деталей гарантировано высокого качества на автомобили, эксплуатируемые в Вооруженных Силах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Об утверждении документов, регламентирующих вопросы организации автотехнического обеспечения Вооруженных Сил: приказ Министерства обороны Республики Беларусь, 4 дек. 2011 г., № 1085. – Минск, 2011. – 63 с.
2. ГОСТ 27.507-2017. Надежность военной техники. Оценка и расчет запасов в комплектах ЗИП. – Введ. 2015-12-10. – М.: Москва стандартинформ, 2017. – 52 с.
3. Булдык, Г. М. Статическое моделирование и прогнозирование: Учебник. – Мн.: НО ООО «БИП-С», 2003. – 399 с.
4. Лукинский, В. С. Модели и методы теории логистики. 2-е: учебное пособие / В. С. Лукинский. – Санкт-Петербург: Питер, 2008. – 176 с.

MIKHEICHYK I. V.

State Republic of Belarus Armed Forces Research Institute

THE APPROACH TO DEFINITION OF QUANTITY AND TYPES OF SPARE PARTS TO CARS MILITARY-ORIENTED

Summary. In article the approach to definition of quantity and types of spare parts to military-oriented cars with use multifactorial regression models is considered.

Р. Ю. ПОПОВ, Е. М. ДЯТЛОВА, В. В. ВЕРХОВЕЦ
УО «Белорусский государственный технологический университет»

УДАРОПРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТОЙ КЕРАМИКИ

***Аннотация.** Представлены результаты исследований композиционных ударопрочных керамических материалов на основе оксида алюминия. В работе изучено влияние различных добавок, а также условий синтеза на физико-технические характеристики материала, процессы, протекающие при обжиге. Использование разработанной технологии изготовления ударопрочной керамики позволяет получить необходимый материал при температурах синтеза ниже 1500 °С.*

Основные направления научных исследований в области синтеза технической керамики предусматривают резкое ускорение, расширение и углубление исследований в первую очередь высокоплотных, мелкокристаллических и прочных керамических материалов, а также материалов со специфическими свойствами. Обусловлено это тем, что керамические материалы обладают такими физико-техническими и химическими свойствами, которыми не обладает ни один другой класс материалов. Высокая температура плавления, стабильность кристаллической структуры при высоких температурах, отсутствие окисления при нагревании в средах, содержащих кислород, высокая твердость и износостойкость, химическая стойкость и стойкость к ядерному излучению, разнообразные теплофизические и электрофизические свойства, возможность полного удаления пористости и приобретения оптической прозрачности, достаточно высокая термостойкость у ряда материалов и очень высокая прочность у некоторых видов оксидной керамики ставят эти материалы в особый класс. Керамические оксидные материалы широко используют в самых различных областях техники, таких, как электроника, авиация, военная промышленность, машиностроение, металлообработка, металлургия, автомобилестроение, ядерная энергетика, ракетостроение, лазерная техника и др. Как известно [1–4], наиболее перспективными и практически безальтернативным материалом для создания средств бронезащиты по 5–6 а классу (ГОСТ Р 50744–95) является ударопрочная керамика. Достижения последних лет в области технологии получения керамики, а также теории спекания показали, что возможности создания на основе оксидов и их соединений новых керамических материалов далеко не исчерпаны. Развитие теории спекания, успехи в области технологии порошков, создание новых технологических решений и принципов выбора добавок, накопление экспериментальных данных способствуют созданию теоретических основ направленного получения новых керамических материалов со специфическими свойствами, установлению новых эффектов, совершенствованию существующих технологий и качества материалов, существенному расширению областей применения керамики. Актуальность приобретают исследования по разработке методов получения порошков с заданной дисперсностью и на их основе создание новых видов керамических материалов из оксидов и их соединений с высокими эксплуатационными свойствами, что возможно при широком использовании химических методов контролируемой подготовки порошков и применении специальных модифицирующих добавок.

В итоге разработаны теоретические и практические принципы получения высокоплотных ударопрочных материалов, устойчивых к ударным нагрузкам, в том числе и к баллистическому воздействию. Использование специфических технологических приемов и применение специальных минерализующих и упрочняющих добавок позволило обеспечить высокие механические свойства (механическую прочность, твердость) при относительно приемлемых температурах синтеза (до 1500 °С). При разработке технологии получения высокоглиноземистых керамических материалов, большое влияние уделяется снижению температуры обжига. Этого достигают путем введения различных добавок. Наиболее эффективными добавками являются те, которые в процессе обжига вызывают появление жидкой фазы, однако, при этом они могут несколько ухудшать механические свойства керамики.

Оксид алюминия (Al_2O_3) различной степени чистоты используется чаще, чем любой другой высококачественный керамический материал для указанных целей. Изделия, полученные на основе Al_2O_3 с использованием традиционных технологий, во многих случаях имеют неоднородную крупнозернистую структуру, что приводит к низким значениям твердости и трещиностойкости, высокой чувствительности к абразивному износу, ограничивающей применение данной керамики в качестве материалов, работающих при повышенных нагрузках. В связи с этим возникает необходимость повышения эксплуатационных характеристик керамики за счет создания композиционной структуры путем добавления в порошок Al_2O_3 добавок с более высокими прочностными характеристиками (SiC , TiC , TiN , ZrO_2 , Y_2O_3 и т.д.); оптимизации режимов компактирования, обеспечивающих получение плотной, однородной и мелкозернистой структуры [5].

В качестве сырьевых компонентов в настоящей работе использовались технический глинозем, MnO_2 , TiO_2 , добавка штапельного каолинового или углеродистого волокна. Обеспечение высокой степени помола способствует повышению степени спекания материала и приобретению им необходимых прочностных свойств.

Один из способов повышения ударной прочности керамических материалов основан на введении в керамику армирующих наполнителей, то есть создании композиционных материалов с керамической матрицей. В зависимости от вида наполнителя композиционные материалы могут быть разделены на две основные группы: дисперсно-упрочненные и волокнистоармированные.

Дисперсно-упрочненные композиты представляют собой такие материалы, в которых модифицирование керамической основы (матрицы) осуществляется путем введения в ее объем ультрадисперсных микро- и наноразмерных частиц: нитевидных кристаллов, нанотрубок, фуллеренов, микросфер, порошков керамических материалов другой природы и др. При этом можно выделить две основные цели модифицирования ударопрочной керамики дисперсными частицами:

- введение более твердых и прочных частиц с целью повышения физико-механических характеристик базовой керамики;
- введение в керамическую основу более легких керамических частиц и полых микросфер с целью уменьшения плотности ударопрочных материалов, что улучшает массовые показатели бронесистем (уменьшается поверхностная плотность).

Волокнистоармированные композиты – материалы, в которых упрочнение керамической матрицы осуществляется за счет ее армирования непрерывными или дискретными волокнистыми наполнителями.

Композиционные материалы, армированные волокнами или нитевидными кристаллами, обладают гетерогенной структурой. Они состоят из матрицы и армирующего компонента. Матрицей чаще является металл или керамика, армирующим компонентом – волокно. Методы армирования различны и зависят от свойств, формы и размеров волокон, их количества.

Оптимизированная подобным образом керамика, позволяет небольшую «делокализацию» волокна и матрицы, помогает поглотить энергию удара и предотвратить развитие трещин, которое бы в ином случае привело бы к хрупкому разрушению и раскалыванию. Это делает материал гораздо более вязкими по сравнению с чистой керамикой и является одним из важнейших свойств [6].

Во многих случаях в корундовую шихту вводятся различные добавки в виде оксидов или солей. Это делается с целью снижения температуры спекания и изменения характера кристаллизации при спекании. Добавки, ускоряющие процесс твердофазного спекания, имеют поликристаллическую структуру, что способствует набору прочности керамики при ее обжиге путем увеличения числа контактов между спекаемыми частицами и, как следствие, повышение концентрации вакансий на границах соприкасающихся кристаллических решетках. В обожженных материалах сохраняется зернистая структура, что свойственно для керамических материалов, получаемых по твердофазному механизму. В самих межпоровых перегородках присутствуют микropоры с размерами 1–20 мкм, обусловленные наличием пустот между спеченными зернами, при этом материалы не содержат пор, образованных путем рекристаллизации спекаемых частиц. Усложнение компонентного состава шихты при введении активирующих добавок оправдано снижением температуры спекания до 1500–1600 °С, значительным уменьшением усадки спекаемых изделий, повышением их плотности.

Использование диоксида титана снижает температуру спекания корунда до 1500–1550 °С. При этом образуется твердый раствор TiO_2 в Al_2O_3 , что вызывает искажение кристаллической решетки корунда и, как следствие, более активное спекание и рекристаллизацию. Добавка TiO_2 вызывает интенсивный рост зерна корундовой керамики до 200–350 мкм. Механизм действия таких добавок заключается в том, что они образуют со спекаемой основой твердые растворы, причем создаются различные типы точечных или электронных дефектов, которые ускоряют процесс диффузии самого медленного иона, увеличивается степень спекания материала, повышая при этом плотность керамики.

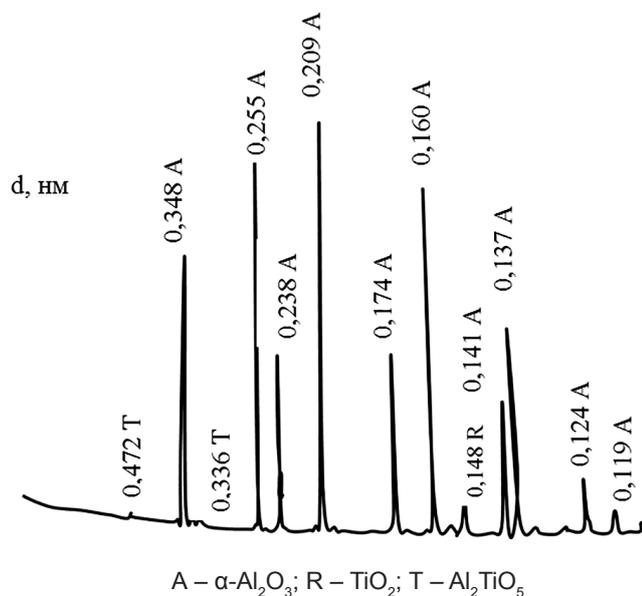


Рисунок 1. – Рентгенограмма образца, обожженного при 1500 °С

По данным рентгенофазового анализа (рисунок 1) образец экспериментального состава, обожженный при температуре 1500 °С, характеризуется следующим фазовым составом: основной кристаллической фазой является корунд ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), в качестве побочных фаз фиксируются рутил (TiO_2) и тиалит (Al_2TiO_5). Образцы синтезированного материала характеризуются следующими показателями свойств после обжига при температуре 1500 °С: водопоглощение – 0,4 %; открытая пористость – 1,5 %; кажущаяся плотность – 3640 кг/м³; механическая прочность при сжатии – 488 МПа.

Материал характеризуется однородной хорошо спеченной текстурой. Все структурные составляющие керамического материала расположены равномерно, наличие трещин не фиксируется. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что увеличение прочности достигается как за счет формирования новых кристаллических фаз, так и за счет снижения пористости керамики. Как видно, введение диоксида титана способствует повышению степени спекания, рекристаллизации и, как следствие, увеличению прочностных характеристик материала. Наличие в керамической матрице волокнистых материалов, особенно углеродистых, позволяет значительно повысить прочностные характеристики высокотемпературных композиционных материалов с керамической матрицей, значительно улучшить их стойкость к термоудару, скомпенсировать локальные расширения внутри материала, связанные со структурными переходами образующихся соединений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ударопрочная керамика на основе карбида кремния / И. Ю. Келина [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. – 2010. – № 1/2. – С. 17–24.
2. Способ изготовления керамического бронематериала на основе карбида кремния и карбида бора и керамический бронематериал на основе карбида кремния и карбида бора: пат. 2440956 РФ, WO 2009/108232 A2 / В. А. Быков, И. С. Гавриков, В. А. Анискович, В. В. Ленский,

Е. Ф. Харченко; заявитель Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР». – № 5027584/33; заявл. 23.08.1993; опубл. 10.03.2000 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.ceramtec.ru/ceramic-materials/aluminum-oxide/>. – Дата доступа: 25.09.2018.

3. Способ получения корундовой керамики: пат. 2465246 РФ, С04В35/111/ С. П. Бардаханов, М. Д. Буянтуев, А. В. Номоев; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Бурятский государственный университет». – № 2412784; заявл. 18.06.1998; опубл. 08.05.2002.

4. Пакет композитной брони на основе керамики: пат. 2258389 Российская Федерация, F41H5/04 / М. П. Брыки, А. Г. Ботя, В. А. Безбородов, В. А. Здохлов, С. В. Калинин; заявитель: закрытое акционерное общество корпорация «Защита»; заявл. 23.12.2011; опубл. 10.06.2013 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.ceramtec.ru/ceramic-materials/aluminum-oxide/>. – Дата доступа: 25.09.2018.

5. Болдин, М. С. Композиционные керамики на основе оксида алюминия, полученные методом электроимпульсного плазменного спекания, для трибологических применений / М. С. Болдин, Н. В. Сахаров, С. В. Шотин // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобаничевского. – 2012. – № 6. – С. 32–37.

6. Особенности формирования α -Al₂O₃ в поликристаллических волокнах с содержанием оксида алюминия 99 % в присутствии добавок Fe₂O₃, MgO, SiO₂ / Блинова, Ю. А. [и др.] // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. – 2014. – № 3. – С. 3–5.

POPOV R. YU., DYATLOVA E. M., VERKHOVETS V. V.
Belarusian State Technological University

HITTING MATERIALS BASED ON HIGH-ALUMINUM CERAMICS

Summary. *The results of studies of composite impact-resistant ceramic materials based on aluminum oxide are presented. The paper studies the effect of various additives, as well as the synthesis conditions on the physical and technical characteristics of the material, the processes occurring during firing. The use of the developed manufacturing technology of impact-resistant ceramics allows to obtain the necessary material at synthesis temperatures below 1500 °C.*

УДК 355.45

Ф. С. СЕИДАЛИЕВ

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь»

О МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ ВООРУЖЕНИЯ

Аннотация. *Предлагается подход декомпозиции системы вооружения по уровням ее боевого применения.*

В современных условиях система вооружения вооруженных сил представляет собой сложную иерархическую систему функционально связанных видов, групп и образцов вооружения, военной и специальной техники, развитие которых требует огромных финансовых и материальных затрат. И даже при их наличии актуальным остается вопрос, какие виды, группы и образцы вооружения необходимы для вооруженной защиты государства, в составе каких организационных структур вооруженных сил.

Решение такой сложной задачи должно быть плановым, осуществляться на научной основе и ориентироваться, прежде всего, на достижение главной цели, поиске рациональных путей развития функциональных подсистем. Сегодня в ряде государств она решается в рамках планирования строительства вооруженных сил на основе программно-целевого метода планирования. Однако, учитывая «отраслевой» подход к развитию системы вооружения, на основе сметы и предложений видов и родов войск вооруженных сил, закладывается ошибка методологического характера. А именно, отсутствие в системе вооружения четкого разделения видов, групп и образцов вооружения на стратегический, оперативный, оперативно-тактический и тактический уровни применения. Безусловно, такому состоянию поспособствовали современные тенденции вооруженного противоборства, так называемого, «гибридного» характера.

Устранение этого системного недостатка возможно путем декомпозиции системы вооружения по данным уровням, исходя из целей и задач военного конфликта, операций (сражений) группировок войск (сил), боевых соединений (воинских частей, подразделений), способов их действий. Такой подход позволит не только экономить ресурсы и развивать вооружение как единую сложную систему, но и провести ревизию в имеющемся его многообразии.

SEIDALIEV F. S.

State Institution «Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus»

ABOUT A MULTILEVEL ARMAMENT SYSTEM

Summary. *We propose an approach of decomposition of the armament on the levels of its military implementation.*

Ф. С. СЕИДАЛИЕВ, В. В. ПРОЗОРОВ

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь»

О СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ИДЕОЛОГИИ ОБОСНОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ВООРУЖЕНИЯ

Аннотация. Рассматриваются возможные варианты содержания идеологии обоснования перспектив развития вооружения и ее практической реализации.

В современных условиях первостепенное значение приобрела проблема определения необходимого количества и качества вооружения, обеспечивающих успешное выполнение задач вооруженными силами. При этом возросла необходимость учета взаимного влияния, с одной стороны, положений и принципов военного искусства, с другой – намечаемых направлений дальнейшего развития вооружения. В свою очередь для правильного и полного учета этого влияния представляется целесообразным разработка **специального раздела общей теории вооружения-оперативно-стратегической идеологии обоснования перспектив развития вооружения**. Понимая под этим **систему научно обоснованных взглядов и практических рекомендаций оперативно-стратегического (оперативно-тактического) характера, определяющих цель и приоритетные направления в развитии систем вооружения**. По своему содержанию **идеология**, по нашему мнению, должна включать: основные положения военной доктрины и военно-технической политики, непосредственно связанные с развитием вооружения; **единые оперативно-стратегические исходные данные (ЕОСИД) и требования к системам вооружения; цель и приоритетные направления их развития**.

Исходя из определенной консервативности развития вооружения (относительно подходов к применению вооруженных сил), идеология обоснования перспектив его развития, видимо, должна быть более долгосрочной, чем концептуальные документы планирования строительства вооруженных сил.

SEIDALIEV F. S., PROZOROV V. V.

State Institution «Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus»

ABOUT STRATEGIC IDEOLOGY OF JUSTIFICATION OF PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF ARMAMENT

Summary. Possible variants of the content of the ideology of justification of prospects of development of armament and its practical realization are considered.

А. М. СОЛОНОВИЧ, Д. А. ГРИНЦЕВИЧ, А. А. ОЛЬХОВИК

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт электронных вычислительных машин»

КОМПЛЕКС ОХРАНЫ ПРОТЯЖЕННЫХ ПЕРИМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

***Аннотация.** Статья посвящена проблемам усиления и повышения эффективности охраны Государственной границы Республики Беларусь. Одним из вариантов повышения эффективности является принятие на вооружение комплекса ВМ8018.*

Анализ складывающейся оперативной обстановки на Государственной границе Республики Беларусь свидетельствует о том, что увеличение масштабов противоправной деятельности на всех охраняемых направлениях, диктуют необходимость внесения значительных коррективов в существующую систему охраны границы. Существующая сегодня инженерная инфраструктура не в полной мере отвечает требованиям по своевременному выявлению, предупреждению и пресечению имеющихся вызовов и угроз.

В условиях ограниченной численности пограничной службы, повышение эффективности охраны границы возможно за счет применения технических средств, которые разработаны на современной элементной базе и реализуют сложные алгоритмы работы. Кроме того наиболее предпочтительными должны являться комплексы и элементы для данных комплексов разработанные в Республике Беларусь.

С учетом вышесказанного и во исполнение поручения Главы государства по принятию конкретных мер, направленных на усиление охраны Государственной границы Республики Беларусь Государственным пограничным комитетом была разработана и указом Президента Республики Беларусь утверждена государственная программа развития и модернизации инфраструктуры Государственной границы Республики Беларусь и приграничной территории на 2014–2022 годы.

Основной целью программы является создание необходимых условий для обеспечения пограничной безопасности и повышение эффективности охраны Государственной границы путем развития и модернизации инфраструктуры Государственной границы и приграничной территории. Госпрограммой предусматривается:

- поддержание сплошного сигнализационного прикрытия границы на польском направлении путем строительства новых сигнализационных комплексов и увеличения его плотности на прибалтийском и украинском направлениях;
- создание на оперативно-значимых направлениях автоматизированных технических систем контроля обстановки и управления силами реагирования, построенных на принципах обнаружения, распознавания и визуального сопровождения объектов, путем оснащения интегрированными системами охраны отдельных участков границы, расположенных в непосредственной близости от пунктов пропуска через границу;
- совершенствование системы визуального и технического мониторинга местности и объектов на оперативно-значимых участках границы путем строительства сооружений для визуального и технического наблюдения.

Одним из вариантов решения поставленных в программе задач может служить принятие на вооружение отечественного сигнализационного комплекса ВМ8018 разработанного в ОАО «НИИЭВМ».

Комплекс ВМ8018 предназначен для охраны протяженных периметров объектов различного назначения, в том числе участка государственной границы, периметра и помещений заставы, протяженных периметров промышленных и военных объектов. Комплекс позволяет организовать пропускной режим через транспортные ворота и калитки, с возможностью управления через АРМ оператора или с блока обработки информации (БОИ). Максимальная протяженность защищаемого периметра – 40 км. Количество флангов – 2.

Комплекс ВМ8018 разрабатывался как альтернатива устаревшим комплексам КС-185, с возможностью максимального использования их составных частей, коммутационного оборудования, и сигнализационного ограждения.

Комплекс обеспечивает:

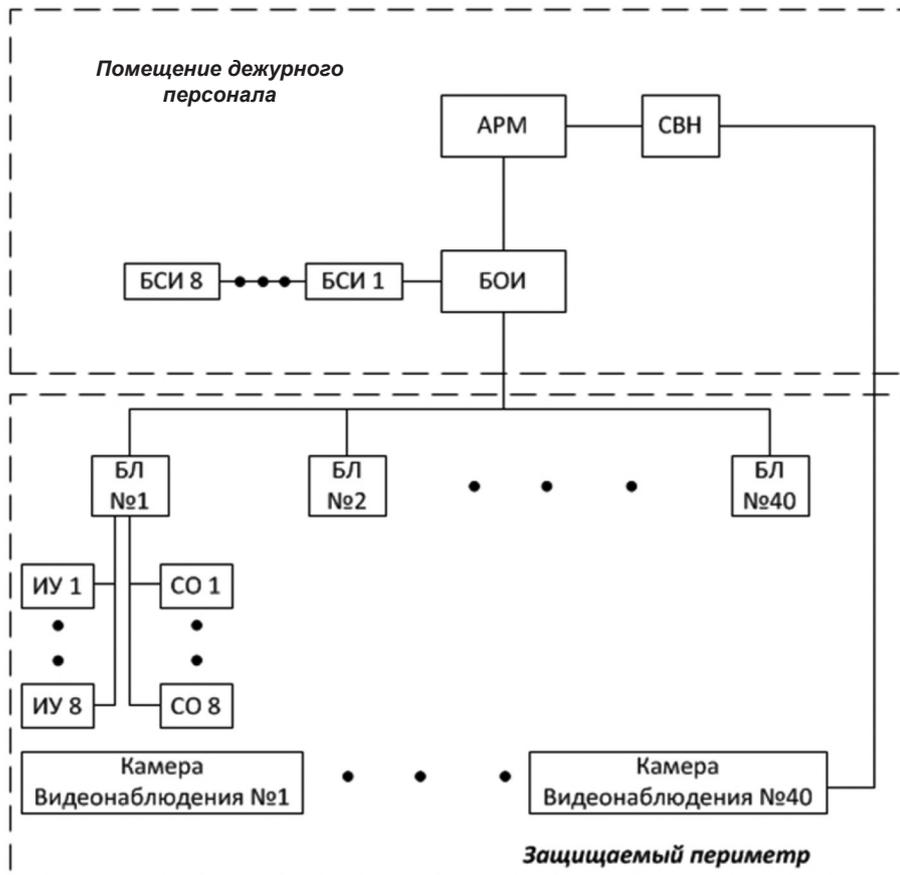
- контроль состояния средств обнаружения (СО);
- индикацию состояния СО и собственного состояния;
- питание СО;
- дистанционное управление ИУ;
- ведения видеонаблюдения;
- документирования событий (тревоги, неисправности);
- дублирование событий (тревоги) на блок световой индикации;

Комплекс ВМ8018 включает в себя следующие составные части:

- блок обработки информации (БОИ);
- блок линейный (БЛ);
- блок световой индикации (БСИ);
- осветитель автономный (ОА);
- автоматизированное рабочее место (АРМ);
- система видеонаблюдения (СВН);
- специальное программное обеспечение (СПО);
- автономная электростанция на солнечных батареях;

Технические характеристики комплекса ВМ8018:

– Максимальная протяженность охраняемого периметра, км	40
– Максимальное количество флангов охраняемого периметра	2
– Максимальная протяженность одного фланга, км	20
– Максимальное количество БОИ	1
– Максимальное количество БСИ, подключаемых к одному БОИ	8
– Максимальное количество БЛ	40
– Максимальное количество СО, подключаемых к одному БЛ	8
– Максимальное количество ИУ, подключаемых к одному БЛ	8
– Максимальное количество видеокамер	40
– Максимальное количество ОА	40



Структурная схема комплекса ВМ8018

Блок обработки информации (БОИ) устанавливается на посту дежурного персонала.

БОИ предназначен для:

- формирования напряжения 112 В для электропитания БЛ;
- получения от БЛ, обработки, отображения и передачи в ПЭВМ информации о состоянии СО;
- получения, отображения, и передачи в ПЭВМ телеметрической информации от БЛ;
- формирование и передача БЛ команд управления ИУ;
- конфигурирование БЛ;
- передача информации о сработавших СО в БСИ;
- управление внешним звуковым (световым) извещателем.

Блок линейный (БЛ) устанавливается вдоль охраняемого периметра, соединяется с БОИ четырехпроводным кабелем, обеспечивающим питание и информационный обмен.

БЛ предназначен для:

- формирование напряжений электропитания датчиков;
- сбора информации о состоянии средств обнаружения (СО);
- диагностики подключенных СО (по команде от БОИ или периодически с программируемым периодом);
- передачи информации о состоянии СО (по команде от БОИ);
- управления ИУ (по команде от БОИ).

БСИ индицирует номер охраняемого участка, откуда поступил сигнал тревоги (неисправности). Одновременно БСИ может отображать состояние 4-х участков.

АРМ предназначено для:

- приема и отображения информации от БОИ о состоянии СО;
- управления (через БОИ и БЛ) ИУ;
- документирования произошедших событий;
- диагностики составных частей комплекса;
- составления отчетов о произошедших событиях.
- сохранения видеoinформации поступающей от системы видеонаблюдения.

СВН предназначена для наблюдения и видеозаписи событий (совместно с АРМ) на одном или нескольких охраняемых участках. Количество составных частей СВН и их технические характеристики определяются в договоре на поставку.

Достоинства применения комплекса VM8018:

- VM8018 является альтернативой для замены устаревших комплексов КС-185, с возможностью максимального использования их составных частей и сигнализационного ограждения.
- Подготовка обслуживающего персонала возможна как на территории предприятия изготовителя, так и в учебных центрах ГПК.
- Предприятие изготовитель находится на территории РБ, что обеспечивает быстрый гарантийный (постгарантийный) ремонт, а так же существенно сокращаются сроки его монтажа и доставки.

SOLONOVICH A. M., GRINTSEVICH D. A., OLKHOVIK A. A.

THE COMPLEX FOR THE PROTECTION OF EXTENDED PERIMETERS OF VARIOUS FACILITIES

Summary. The article is devoted to the problems of strengthening and increasing the effectiveness of the protection of the State Border of the Republic of Belarus. One of the options for improving efficiency is adopting the VM8018 complex.

О. В. СТЕПЧЕНКОВ, Е. А. СЕНЬКЕВИЧ, В. В. ВОЛКОВИНСКИЙ,
В. В. ЕРМОЛЕНКО, В. И. СИДОРОВ, А. Н. ЕВДОКИМЧИКОВ

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский
институт электронных вычислительных машин»

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ (НАПРЯЖЕНИЯ) СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ШПЧ-18, ШПЧ-100

Аннотация. Изложены результаты разработки изделий специального назначения «Шкаф преобразователя частоты (напряжения)» ШПЧ-18 мощностью 18 кВт и ШПЧ-100 мощностью 100 кВт. Приведены основные технические характеристики ШПЧ-18 и ШПЧ-100. Определена перспектива применения ШПЧ-18 и ШПЧ-100 взамен устаревших, стоящих на вооружении электромашинных агрегатов ВПЛ и ПСЧ. ШПЧ могут обеспечивать электропитанием ВВСТ зенитно-ракетных войск, радиотехнических войск ВВС и войск ПВО и других родов войск при проведении регламентных работ, технического обслуживания проведения занятий и тренировок с личным составом.

В рамках модернизации ВВСТ ВС РБ ОАО «НИИЭВМ» разработан и представлен ряд шкафов преобразователя частоты (напряжения) (далее – ШПЧ) мощностью 18 кВт, 100 кВт.

ШПЧ используются взамен стоящих на вооружении электромашинных агрегатов ВПЛ и ПСЧ, значительно превосходя эти агрегаты по эффективности, надёжности, ресурсу и массогабаритным показателям и имеют литеру О1.

ШПЧ адаптированы к особым техническим требованиям и особым условиям эксплуатации. А именно:

- особые условия эксплуатации (повышенная и пониженная температура, повышенная влажность и т.д.);

- условия повышенных механических воздействий (удары, вибрация, качка – в зависимости от вида транспортирования: носимые, возимые на гусеничном и колесном ходу и т.д.).

В период до 2012 года в ПРВ-16 и ПРВ-13 для преобразования частоты из 50 Гц в 400 Гц использовался электромашинный агрегат «мотор-генератор», который технически устарел и, по инициативе МО РБ, была поставлена задача перехода на применение статических электронных преобразователей частоты на базе современных твердотельных JGBT – структур с микропроцессорным управлением от драйверов этих JGBT – структур.

В ОАО «НИИЭВМ» в ходе выполнения ОКР такая система электропитания была разработана и конструктивно объединена в составе шкафа преобразователя частоты (напряжения) мощностью 18 кВт. ОКР с приёмкой Заказчика по созданию ШПЧ-18 была завершена в 2012 году.

В состав ШПЧ-18 входят следующие основные элементы: преобразователь частоты (далее – ПЧ), сглаживающий основной трёхфазный синус-фильтр, выходной выравнивающий трёхфазный трансформатор, дополнительный сглаживающий трёхфазный фильтр, автоматы дистанционного включения, щитовые амперметры и вольтметры, механическая конструкция с передней дверью и потолочным вентилятором.

Основные технические характеристики ШПЧ-18 (рисунок 1)

Шкаф преобразователя частоты (напряжения) предназначен для преобразования трехфазного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц в трехфазный ток напряжением 220 В частотой 400 Гц.

Входное напряжение 3x380 В, 50 Гц.

Выходное напряжение 3x220 В, 400 Гц.

Мощность 18 кВт.

Коэффициент нелинейных искажений не более 10 %.

Допускается несимметричная нагрузка.

Коэффициент полезного действия не менее 75 %.

Защита от короткого замыкания

Габаритные размеры 632x569x1150.

Масса не более 214 кг.

Условия эксплуатации:

- диапазон рабочих температур от минус 10 °С до плюс 50 °С,
 - диапазон температур хранения от минус 40 °С до плюс 65 °С,
 - повышенная влажность воздуха до 95 % при температуре плюс 25 °С.
- Средняя наработка на отказ не менее 16000 часов.

В период с 2012 по 2018 год в модернизированные ПРВ установлено 15 единиц ШПЧ-18.



Рисунок 1. – Шкаф преобразователя частоты (напряжения) ШПЧ-18

В связи с заинтересованностью командования ВВС и войск ПВО в оснащении войск шкафами преобразователя частоты (напряжения) мощностью 100 кВт, ОАО «НИИЭВМ» выполнило разработку модели ШПЧ мощностью 100 кВт.

В состав ШПЧ-100 входят следующие основные элементы: преобразователь частоты, сглаживающий основной трёхфазный синус-фильтр, выходной выравнивающий трёхфазный трансформатор, дополнительный сглаживающий трёхфазный фильтр, устройство защитного отключения, оборудование контроля микроклимата, щитовые вольтметр, амперметр, частотомер и счетчик времени наработки, подсветка приборов.

Результаты работы:

- ШПЧ-100 принят на снабжение «Приказ министра обороны Республики Беларусь от 22 февраля 2017 г. № 217».
- заключен договор с Министерством обороны Республики Беларусь на поставку двух ШПЧ-100 и начато их изготовление.

Основные технические характеристики ШПЧ-100 (рисунок 2).

ШПЧ-100 предназначен для продолжительного режима работы в качестве преобразователя трехфазного четырехпроводного тока напряжением 220/380 В частотой 50 Гц в трехфазный ток напряжением 220 В частотой 400 Гц.

Входное напряжение 3x380 В, 50 Гц.

Выходное напряжение 3х220 В, 400 Гц.
Мощность не более 100 кВт.
Коэффициент нелинейных искажений не более 5 %.
Коэффициент полезного действия не менее 75 %.
Номинальный коэффициент мощности, не менее 0,85
Имеется защита от короткого замыкания
Условия эксплуатации:
– рабочая температура от минус 40°С до + 50°С,
– температура хранения от минус 40°С до + 65°С,
– влажность воздуха до 95 % при температуре + 25°С.
Средняя наработка на отказ не менее 15000 час.
Габаритные размеры, не более, мм 1400×1020×1500
Масса не более 700 кг.



Рисунок 2. – Шкаф преобразователя частоты (напряжения) ШПЧ-100

ШПЧ-100 разработан как в стационарном, так и в мобильном вариантах.

Выпуск оборудования осуществляется под контролем военного представительства и в соответствии с требованиями военных государственных стандартов по надежности, по устойчивости к воздействию климатических факторов и механических нагрузок.

ОАО «НИИЭВМ» обеспечивает собственное производство ШПЧ, которое оснащено высокотехнологическим современным оборудованием, позволяющим выпускать продукцию с высокой производительностью, а также имеет возможность проводить большой спектр испытаний в лаборатории испытаний, аккредитованной Госстандартом Республики Беларусь на испытания электронных и электротехнических изделий.

Одним из требований предъявляемым к ШПЧ-100 является мобильность. Для уменьшения затрат и экономии финансовой составляющей можно использовать в качестве средств подвижности шасси автомобильных прицепов типа Е-5, 2-ПН-4М, 2-ПН-2М.

Применения такого решения позволяет:

– осуществлять транспортирование устройства любым видом грузового автомобильного транспорта, стоящим на вооружении ВС РБ (совместимость прицепного устройства и электрического разъема электрооборудования прицепа);

- вернуть в строй неиспользуемую технику после проведения РТО;
- иметь возможность доступного технического обслуживания средства подвижности.

STSEPCHANKOU A., SIANKEVICH A., VALKAVINSKI V.,
YERMOLENKA U., SIDARAU V., YEUDAKIMCHYKAU A.

FREQUENCY CONVERTERS (VOLTAGES) FOR SPECIAL PURPOSES SHPCH-18, SHPCH-100

Summary. *Set out the results of the development of special-purpose products «Cabinet frequency converter (voltage)» ShPCh-18 18 kW and ShPCh-100 100 kW. The main technical characteristics of ShPCh-18 and ShPCh-100 are given. The prospect of using the ShPCh-18 and ShPCh-100 instead of the outdated VPL and PSCh electrical machine units has been identified. ShPCh can provide power supply to the VVST for anti-aircraft missile forces, radio engineering troops of the air force and air defense troops and other types of troops when carrying out routine maintenance, technical maintenance of conducting classes and trainings with personnel.*

МАСТЕРСКАЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МТО-УБ

Аннотация. На основании проведенного анализа конструкции и оборудования мастерских технического обслуживания автомобильной и бронетанковой техники Вооруженных Сил Республики Беларусь и зарубежных государств разработан вариант универсальной мастерской технического обслуживания техники мотострелкового и танкового батальонов, включающей: базовое шасси МАЗ-631705; краново-манипуляторную установку FASSI F190 A.22; съемный кузов-контейнер, оснащенный новым технологическим оборудованием; палатку с надувным каркасом и боковым навесом для обеспечения устойчивой и эффективной работы оборудования, питаемого от электрической сети генератора, и персонала мастерской МТО-УБ во время атмосферных осадков.

Анализ мастерских технического обслуживания МТО-АТ-М1, МТО-80 и МТО-В показал, что эти мастерские предназначены только для технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) одного вида техники (автомобильной, бронетанковой, ракетно-артиллерийской) и не имеют возможности выполнения комплексного ТО и ТР вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), находящейся в танковом и мотострелковом батальонах или ракетно-артиллерийских дивизионах [1]. Несмотря на то, что данные мастерские в своей комплектации имеют достаточное количество одинакового технологического оборудования, приспособлений и инструмента.

В тоже время, на комплектацию Вооруженные Силы России начали поступать мастерские ТО универсальные батальонов МТО-УБ1 и МТО-УБ2, предназначенные для ТО и ТР ВВСТ танковых и мотострелковых батальонов в полевых условиях, имеющих на вооружении танки типа Т-80 и Т-72, боевые машины пехоты БМП-1, БМП-2, БМП-3, бронетранспортеры БТР-70, БТР-80, тягачи МТ-ЛБ, автомобили Урал и КамАЗ [2, 3]. Однако они имеют кузова-фургоны, которые трудно делимы с шасси и не могут обеспечить раздельное использование кузова-фургона и шасси. Вследствие чего, на ТО таких мастерских, находящихся в воинских частях на хранении, требуются значительные затраты трудовых и материальных ресурсов (на шасси – 80 %), кроме того затруднено обновление военной автомобильной техники (ВАТ), амортизация автомобилей хранения не происходит [4, 5].

Поэтому с экономической точки зрения для Вооруженных Сил Республики Беларусь целесообразно создавать модульные универсальные мастерские ТО и ремонта, позволяющие использовать шасси в гражданских формированиях, а кузов-контейнер мастерской на хранении в воинской части. Кроме того, они должны иметь возможность выполнения комплексного ТО и ТР ВВСТ, находящейся в танковом и мотострелковом батальонах.

Исходя из сложившегося мнения, нами предложена модульная универсальная мастерская ТО МТО-УБ на базе автомобильного шасси (АШ) МАЗ-631705, включающая следующие составляющие элементы (рисунок 1) [1, 4]:

1. Краново-манипуляторную установку FASSI F190 A.22, установленную на МАЗ-631705 за кабиной, для погрузочно-разгрузочных работ.

2. Съемный кузов-контейнер производства ООО «Мидивисана», устанавливаемый и снимаемый с АШ КМУ FASSI F190 A.22, объемом – 26,84 м³ (рисунок 2), что позволило:

увеличить количество технологического оборудования, приспособлений и инструмента в кузове-мастерской;

улучшить условия работы личного состава и др.

В мирное время съемный кузов-контейнер МТО-УБ будет находиться на хранении в воинской части, а автомобиль МАЗ-631705, оборудованный КМУ, использоваться в воинской части или гражданских организациях.

3. Палатку (пневматический каркасный модуль ПМК-04 – массой 60 кг, габаритные размеры 5×4×4 м) и боковой навес (рисунок 3) [4, 5] для обеспечения устойчивой и эффективной работы оборудования, питаемого от электрической сети генератора, и персонала мастерской МТО-УБ во время атмосферных осадков.

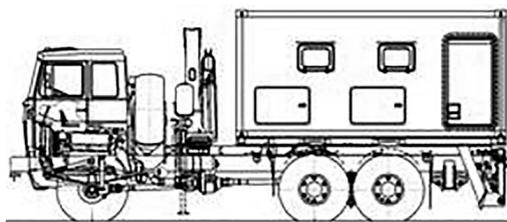


Рисунок 1. – Модульная мастерская технического обслуживания МТО-УБ

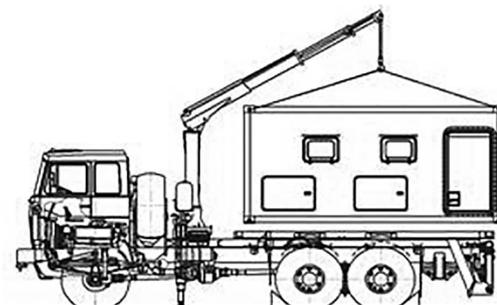
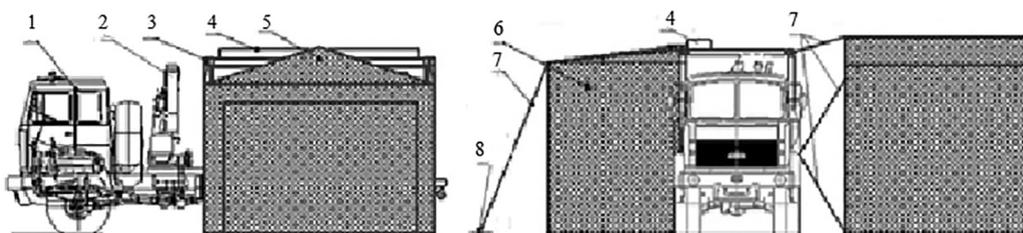


Рисунок 2. – Снятие кузова-контейнера с помощью КМУ



1 – автомобиль МАЗ-631705; 2 – КМУ FASSI F190 A.22; 3 – съемный кузов-контейнер; 4 – ящик для транспортировки навеса; 5 – палатка (ПМК-04); 6 – навес; 7 – растяжки; 8 – металлические кольца

Рисунок 3. – Мастерская МТО-УБ на базе МАЗ-631705 с палаткой и навесом

4. Устройство транспортирования техники полуподъемом.

5. Новое технологичное оборудование, располагаемое в кузове-контейнере мастерской, характеристика которого приведена в работе [1, 4].

При комплектовании универсальной мастерской МТО-УБ техническими средствами (технологическим оборудованием, приспособлениями и инструментом) учитывали необходимость его при устранении отказов и проведении несложного ТР ВАТ и бронетанкового вооружения и техники в полевых условиях, а также выполнения следующих ограничений [1]:

а) Общее энергопотребление техническими средствами, не должно превышать вырабатываемого дизельной генераторной установкой Вепрь АДА 16-Т400 РЯ:

$$k_1 \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} d_{ij} \right) \leq A_0. \quad (1)$$

б) Суммарная площадь, занимаемая техническими средствами не должна превышать площадь кузова-контейнера:

$$k_2 \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s_{ij} d_{ij} \right) \leq S_0. \quad (2)$$

в) Общая масса технических средств с учетом массы КМУ FASSI F190 A.22 (2,12 т) и кузова-контейнера (3,3 т) не должна превышать грузоподъемности автомобиля МАЗ-631705 (11 т) [1]:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n g_{ij} d_{ij} \leq G_0. \quad (3)$$

г) На каждом i -м посту может быть использовано только одно j -е средство

$$\sum_{j=1}^n d_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

где n – количество отдельных средств на каждый пост;

m – количество постов, на которые необходимо выбрать технические средства;

a_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ – потребляемая мощность j -го средства при эксплуатации на i -м посту;

s_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ – площадь j -го средства для i -го поста;

g_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ – масса j -го средства для i -го поста;

A_0 – допустимое энергопотребление совокупности оборудования мастерской ТО;

k_1 – коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы потребителей электроэнергии, в расчетах принимаем $k_1 = 0,4-0,5$ [6];

S_0 – максимальная площадь кузова-фургона мастерской МТО-УБ для технических средств;

k_2 – коэффициент плотности расстановки оборудования в кузовах-фугонах мастерских, в расчетах принимаем $k_2 = 1,4-1,5$ [6];

G_0 – максимальная установленная масса для технических средств мастерской МТО-УБ;

d_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ – булева переменная, принимающая значение 1, если j -е средство используется на i -м посту, и 0 – в обратном случае.

Характеристика оборудования и расчет ограничений по потребляемой мощности ($12,58 < 16,0$ кВт), площади ($9,545 < 10,13$ м²) и массе ($6811 < 11000$ кг) технологического оборудования, размещаемого в кузове-контейнере, свидетельствуют о том, что комплектование МТО-УБ техническими средствами соответствует предъявляемым требованиям [1].

Таким образом, на основании проведенных исследований предложена модульная универсальная мастерская технического обслуживания МТО-УБ техники мотострелкового и танкового батальона.

Оснащение Вооруженных Сил Республики Беларусь модульными универсальными подвижными мастерскими и в частности мастерской технического обслуживания обеспечит:

повышение эффективности использования автомобилей – двойного назначения в системе восстановления ВВСТ;

возможность в мирное время использовать шасси для перевозки различных грузов в воинской части или в гражданских организациях, а кузов-контейнер мастерской на хранении в воинской части;

использование базового автомобиля мастерской ТО, после снятия кузовов-контейнеров, для других целей (доставка военно-технического имущества, боеприпасов, эвакуации поврежденной техники), что сократит количество машин в воинских частях подвоза и технического обеспечения, а следовательно, уменьшит затраты на их эксплуатацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Разработка мобильной мастерской технического обслуживания автомобильной и бронетанковой техники (шифр «Мастерская») : отчет о НИР / П. Н. Тарасенко [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019. – 51 с. – № ГР 3.01.19.

2. МТО-УБ – мастерская технического обслуживания универсальная батальона. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [//www.parm.mybb.ru](http://www.parm.mybb.ru).

3. МТО-УБ.2 – мастерская технического обслуживания универсальная батальона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://parm.mybb.ru>.

4. Разработка тактико-технических требований к подвижной ремонтной мастерской автомобильной техники на базе МАЗ-6317 (шифр «ПАРМ-МАЗ») : отчет о НИР / П. Н. Тарасенко [и др.]. – Минск : БНТУ, 2011. – 169 с. – № ГР 2.52.11.

5. Разработка предложений по созданию подвижной мастерской ПАРМ-1Б на базе продукции отечественных предприятий (шифр «ПАРМ-1Б») : отчет о НИР / П. Н. Тарасенко [и др.]. – Минск : БНТУ, 2014. – 140 с. – № ГР 2.46.13.

6. Тарасенко П. Н. Проектирование подвижных ремонтных подразделений : учебно-методич. пособие для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» направления 1-37 01 06-02 «Военная автомобильная техника» / П. Н. Тарасенко. – Минск : БНТУ, 2014. – 106 с.

TARASENKO P. N.

Belarusian National Technical University

WORKSHOP MAINTENANCE MTO-UB

Summary. *On the basis of the analysis of the design and equipment of the military service of automotive and armored vehicles Of the armed forces of the Republic of Belarus and foreign countries developed a version of the universal workshop of maintenance of equipment of Moto-rifle and tank battalions, including: basic chassis MAZ 631705; crane-manipulator installation FASSI f190 22; removable body-container, equipped with new technological equipment; a tent with an inflatable frame and a side canopy to ensure stable and efficient operation of the equipment powered by the generator's electrical network, and the staff of the MTO-UB workshop during precipitation.*

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ВООРУЖЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Аннотация. Государственная программа вооружения должна рассматриваться не только как средство обеспечения военной организации государства вооружением, но и как инструмент макроэкономической политики, направленной на развитие научно-технического потенциала страны.

Цель государственной программы вооружения (ГПВ) определена Законом Республики Беларусь «О государственной программе вооружения и государственном оборонном заказе» – это обеспечение воинских формирований и военизированных организаций вооружением, военной и специальной техникой, находящимися в состоянии боевой готовности (технически исправном состоянии) и отвечающими современным требованиям. Данное определение затрагивает сферу обороны и военной безопасности государства. Предлагается расширить понимание цели ГПВ и рассматривать значение данного документа с макроэкономической точки зрения. Необходимость такого подхода обусловлена несколькими причинами.

Во-первых, в рамках ГПВ осваиваются значимые для государственного бюджета объемы денежных средств – важно использовать их наиболее оптимальным образом. Во-вторых, мировой опыт свидетельствует, что примерно со второй половины XX во многих странах, особенно экономически развитых, сформировалась и функционирует военная экономика, как составная часть национального хозяйства. Структурно в системе военной экономики можно выделить: оборонно-промышленный комплекс (ОПК) – производство продукции военного и двойного назначения, научно-исследовательские и опытно-конструкторские центры, без которых невозможно создание техники, соответствующей потребностям военной организации государства (ВОГ) в современных условиях. Поэтому планируемые оборонные расходы в рамках ГПВ – это не только вклад в обеспечение военной безопасности государства, но и фактор развития научно-технического потенциала страны – по сути один из источников экономического роста.

Таким образом, в качестве целей ГПВ, помимо указанной в законе, необходимо рассматривать:

развитие производства продукции военного и двойного назначения;

создание новых материалов и технологий;

создание научно-технического задела для производства перспективных образцов ВВСТ.

Достижение этих целей осуществляется посредством механизмов закупки вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) у отечественных предприятий оборонной промышленности, проведения ремонта, модернизации образцов ВВСТ, выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по приоритетным направлениям развития ВВСТ, выполнения фундаментальных и поисковых исследований в интересах создания научно-технического задела для производства перспективных образцов ВВСТ.

Оборонные расходы государства, в том числе на развитие системы вооружения, должны соответствовать экономическим возможностям страны. Это один из основных принципов военно-экономического обеспечения. Однако реализация этого принципа на практике связана с необходимостью решения ряда проблем. Основные трудности обусловлены тем, что вооружение должно соответствовать одновременно как экономическим возможностям страны, так и ее геополитическому положению, задачам Вооруженных Сил.

Сравнительный анализ уровня военных расходов показывает, что страны-члены НАТО, в том числе соседи нашей страны, наращивают свои боевые возможности. Тенденции в изменении содержания и направленности военных доктрин и стратегических концепций иностранных государств свидетельствуют о сохранении лидирующей

позиции вооруженных сил в системе обеспечения национальных интересов. К 2024 году европейские государства планируют увеличить военные расходы до 2 % от валового внутреннего продукта (ВВП). Согласно данным международных финансовых организаций страны Балтии и Польши уже в настоящее время имеют военные бюджеты в объеме 2 % от ВВП.

В нашей стране показатель оборонных расходов в виде процента от ВВП в 2 раза меньше, чем принято в НАТО. Это видно по данным, представленным в таблице 1. Разумеется, присоединяться к «гонке вооружений» не следует.

Таблица 1. – Оборонные расходы Республики Беларусь

Период	Бюджетные расходы по статье «Национальная оборона»			Темп роста абсолютной величины бюджетных расходов в долл. США по отношению к предыдущему году, %
	млн. руб.	млн. долл.	% в ВВП	
2013 ¹	626,5	705,9	1,0	116,6
2014 ¹	736,8	721,3	0,9	102,2
2015 ¹	925,3	583,2	1,1	80,9
2016	1044,5	525,3	1,1	90,1
2017	1 015,0	525,4	1,0	100,0
2018 ²	1 104,7	536,3	0,95	102,1

¹ С учетом деноминации уменьшение в 10 000 раз.

² Прогнозные данные.

Источник: составлено по данным официальных сайтов Министерства финансов, Национального банка (курс белорусского рубля к доллару США), Национального статистического комитета Республики Беларусь

Однако смысл в увеличении оборонных расходов хотя бы до уровня 2 %, станет более очевидным, если рассматривать средства, в частности, направляемые на финансирование ГПВ и государственного оборонного заказа (ГОЗ), как инвестиции в ОПК, в укрепление научно-технического потенциала страны. Необходимо превратить ресурсы, расходуемые для обеспечения национальной безопасности, в источник экономического роста.

В передовых в военном отношении странах, в том числе и в США, реализация многих дорогостоящих программ приобретения вооружения и военной техники (ВВТ), больше направлена на поддержку национальной промышленности, особенно ее высокотехнологического сектора, чем на обеспечение достижения военных целей [1, 2].

Оборонные расходы, направленные именно в отечественный ОПК посредством реализации ГПВ (ГОЗ) могут стать фактором экономического роста, так как здесь сосредоточены наиболее наукоемкие производства, при этом предприятия оборонного сектора демонстрируют более высокую эффективность по сравнению с экономикой страны в целом. Это подтверждается результатами сравнительного анализа показателей эффективности производства на предприятиях Государственного военно-промышленного комитета Республики Беларусь (ГВПК) в частности и промышленности в целом. В таблице 2 представлены данные за предыдущие 5 лет (2013–2017 годы), по которым имеется статистика.

Могут ли предприятия отечественного ОПК удовлетворить в полном объеме спрос военных? Следует признать, что в нашей стране нет конечного производства некоторых видов ВВТ. Однако за последние годы предприятия оборонного сектора экономики значительно нарастили свои возможности и по многим позициям способны удовлетворить потребности ВОВ. Среди проектов, которым уделяется приоритетное значение, можно назвать средства огневого поражения; системы комплексного противодействия высокоточному оружию; средства подвижности, беспилотные авиационные комплексы и боевые геоинформационные системы. Имеются также возможности производства стрелкового оружия, образцы которого были представлены на смотре производимой в стране продукции военного назначения, который состоялся в октябре 2018 года на 174-м учебном полигоне ВВС и войск ПВО, а затем в феврале 2019 года на экспозиции новейших оборонных технологий, организованной на коллегии ГВПК на базе ОАО «Минский завод колесных тягачей».

Таблица 2. – Показатели эффективности промышленного производства

Наименование показателя	ГВПК / Экономика страны				
	2013	2014	2015	2016	2017
Рентабельность продаж в промышленности, %	14,2 / 7,4	12,7 / 7,6	18,7 / 8,7	26,8 / 8,2	23,4 / 9,4
Производство промышленной продукции, темп роста, %	150 / 95,1	123 / 101,9	147,2 / 93,4	151,2 / 99,6	128,4 / 106,1
Сальдо внешней торговли, млн. долл. США (темп роста, %)	(112,7) / -2 340,9	(124,6) / -488,9	489 / 100,7	375,7 / -32,0	622,4 / 180,4
Инвестиции в основной капитал, темп роста, %	220,4 / 109,3	230 / 94,1	103,5 / 81,2	172,1 / 82,6	- / 105,1
Выручка на одного среднесписочного работника, млн. руб. (с 2016 г. – тыс. руб.)	392,8 / 620,86	456,1 / 682,07	684,7 / 848,50	92,2 / 99,28	117,8 / 113,66
Чистая прибыль, темп роста, %	130 / 43,2	120,2 / 81,5	320 / 33,9	190 / 41,3	123,8 / 174,2

Источник: составлено по данным официальных сайтов ГВПК, Национального статистического комитета Республики Беларусь

Деятельность оборонных предприятий только в 2018 году способствовала поставке в Вооруженные Силы Республики Беларусь более 780 единиц новейших, отремонтированных и модернизированных образцов ВВСТ. В среднем на вооружение (снабжение) ежегодно принимается более 40 новейших образцов ВВСТ, а в 2018 году их было 83 [3–5]. О состоянии белорусского ОПК показательным является мнение представителей экспертного сообщества, которые считают, что имеются все основания видеть в лице белорусского ОПК растущего конкурента на мировом рынке вооружения (в том числе высокоточного) [6].

Таким образом, макроэкономический анализ позволяет расширить понятие и предназначение ГПВ (ГОЗ). Финансирование наукоемких производств военного и двойного назначения в рамках ГПВ (ГОЗ) будет способствовать развитию научно-технического потенциала страны, экономическому росту, и как следствие, укреплению национальной безопасности государства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Викулов, С. Ф. Современные военно-экономические реалии – пора менять отечественную парадигму военного строительства / С. Ф. Викулов, Г. В. Бабкин, А. А. Косенко // Вооружение и экономика. – № 1 (17). – 2012. – С. 66–76.
2. Тищенко, Г. Г. Повышение экономической эффективности военного строительства в США: монография / Под общей редакцией Кожокина Е. М. – М.: Российский институт стратегических исследований, 2004.
3. Потапов, Г. Миллиард – не предел // Белорусская военная газета «Во славу Родины». – вып. № 16. – 09.02.2019.
4. Госкомвоенпром подвел итоги деятельности в 2018 году и определил задачи по развитию на 2019 год [Электронный ресурс] / Гос. воен.-пром. ком. Республики Беларусь. – Режим доступа: http://vpk.gov.by/news/comm_news/goskomvoenprom-podvel-itogi-deyatelnosti-v-2018-godu-i-opredelil-zadachi-po-razvitiyu-na-2019-god-.htm. – Дата доступа: 15.02.2019.
5. Генерал-майор Сергей Симоненко: «Нам есть чем гордиться» // Белорусская военная газета «Во славу Родины». – вып. № 14. – 05.02.2019.
6. Алесин, А. Ракетные технологии: когда есть такие друзья: [Электронный ресурс] / Белрынок. – Режим доступа: <http://www.belrynok.by/2019/01/04/raketnye-tehnologii-kogda-est-takie-druzya/>. – Дата доступа: 07.01.2019.

SHIFMAN M. G.

State institution «Research Institute Armed Forces of the Republic of Belarus»

STATE ARMAMENT PROGRAMME AS AN INSTRUMENT OF MACROECONOMIC POLICY

Summary. *The state armament programme should be considered not only as a means of providing the military organization of the state with weapons, but also as an instrument of macroeconomic policy aimed at developing the scientific and technical potential of the country.*

УДК 623

А. В. ШОБИК, П. И. АНТОНИК, Г. В. ВОДЕННИКОВ

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт электронных вычислительных машин»

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАДИОВЫСОТОМЕРА ПРВ-16

Аннотация. Целью модернизации радиовысотомера ПРВ-16, которая проводится в настоящее время ОАО «НИИЭВМ», является улучшение его тактико-технических и эксплуатационных характеристик за счет использования современной элементной базы, а также цифровых методов обработки радиолокационной информации.

ОАО «НИИЭВМ» входит в систему Государственного военно-промышленного комитета Республики Беларусь и является поставщиком услуг в области модернизации военной техники.

В настоящее время ОАО «НИИЭВМ» является единственной в Республике Беларусь организацией, проводящей работы по модернизации радиовысотомеров ПРВ-16 для нужд Министерства обороны Республики Беларусь, а для осуществления поставок в интересах инозаказчиков ОАО «НИИЭВМ» имеет Паспорт экспортного облика «Изделие 1РЛ132БМ.03.Э. Модернизированный радиовысотомер ПРВ-16БМ.03.Э».

Радиовысотомер ПРВ-16 разработан в 70-х годах прошлого века и по настоящее время остается в эксплуатации в вооруженных силах многих государств и является в ряде случаев незаменимым средством для определения высоты полета воздушных объектов по данным целеуказания радиолокационных станций или автоматизированных систем управления.

Для адекватного реагирования на мировые вызовы и поддержания боеготовности ПРВ-16, возникла необходимость модернизации радиовысотомера ПРВ-16 так как:

- многие комплектующие выработали свой ресурс и требуется замена на новую элементную базу;
- тактико-технические характеристики радиовысотомера не соответствуют современным требованиям;
- необходимы цифровые методы обработки радиолокационной информации.

При модернизации радиовысотомера ПРВ-16 подверглись обновлению следующие составные части:

- рабочее место оператора;
- шкаф приемной аппаратуры;
- шкаф силовой коммутации;
- радиоприемный тракт;
- система управления вращением антенны;
- система электропитания радиовысотомера.

Новое рабочее место оператора (РМО), выполнено на базе специализированной ЭВМ с жидкокристаллическим видеомонитором диагональю 19», и обеспечивает обработку и отображение радиолокационной информации (РЛИ), управление режимами работы радиовысотомера, отображение режимов работы на экране видеомонитора, документирование РЛИ и действий оператора, имитацию воздушной обстановки в ходе тренировок оператора.

Модернизированный приемный тракт включает:

- малозумящий высокочастотный транзисторный усилитель (МВТУ), который заменяет ламповый усилитель высокой частоты, что позволяет повысить чувствительность приемного тракта, помехозащищенность и надежность работы;
- блок преобразователя сигнала (БПС) выполняет преобразование СВЧ эхосигналов в промежуточную частоту 60 МГц и их усиление;
- модуль цифрового приемника (входит в состав модуля системного) выполняет первичную обработку радиолокационной информации и сигналов постановщиков активных шумовых помех, автоматическое обнаружение и определение дальности и угла места воздушных объектов, подавление помех и мешающих отражений, выдачу радиолокационной и координатной информации на РМО.

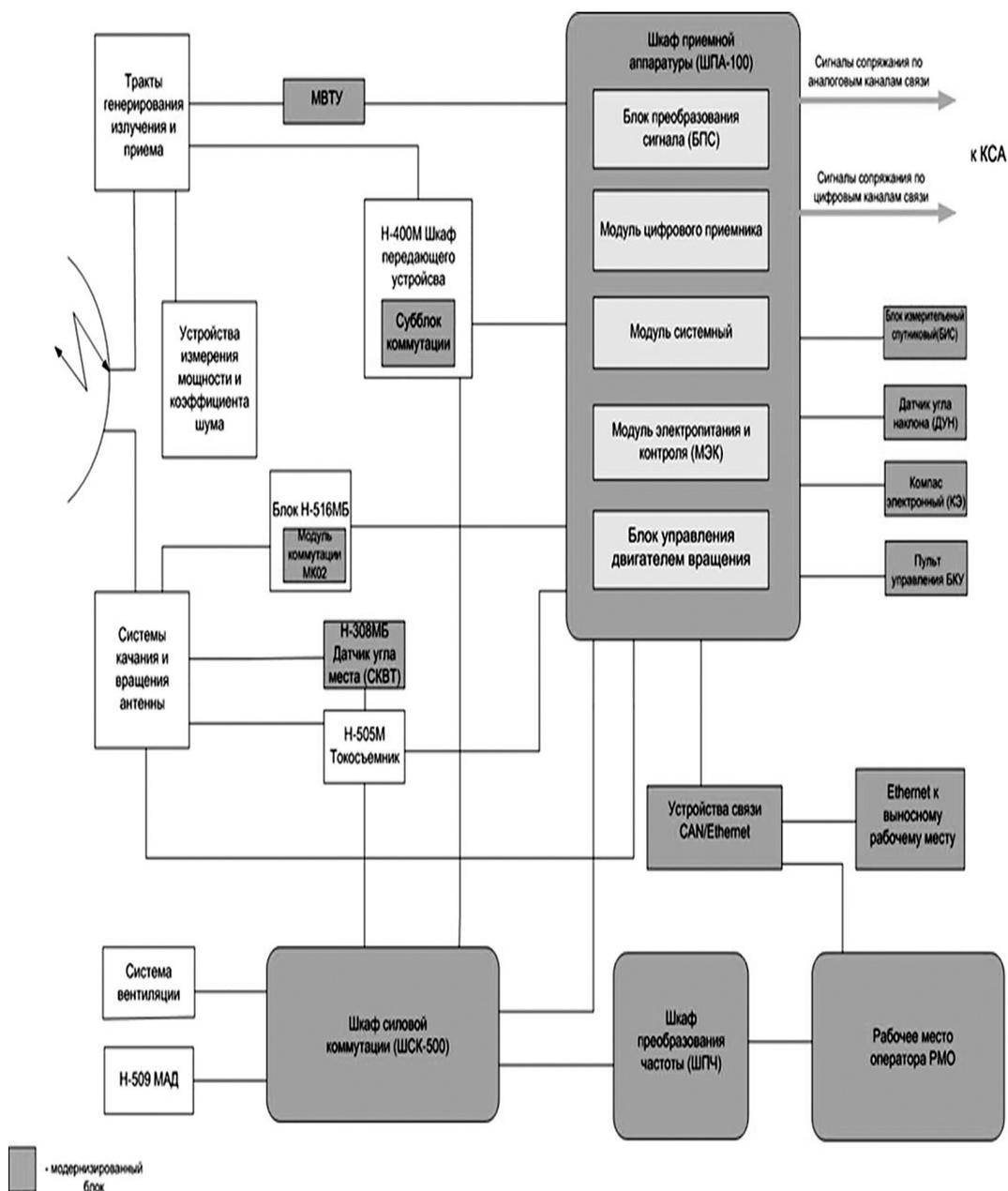


Рисунок 1. – Структурная схема модернизированного радиовысотомера ПРВ-16БМ.03

Установлен новый шкаф приемной аппаратуры ШПА-100 (взамен шкафа электролампового приемного устройства Н-100М), в состав которого входит:

- модуль системный, который обеспечивает обмен информацией с РМО по локальной внутренней сети, коммутацию и управление оборудованием радиовысотомера и цифровую обработку сигналов;
- модуль электропитания и контроля, который обеспечивает управление приводом механизма перестройки частоты магнетрона и переключение радиовысотомера в режимы РАБОТА, ЭКВИВАЛЕНТ, электропитание электромагнита и генератора шума;
- блок управления двигателем вращения антенны;
- блок преобразования сигнала.

Модернизированный шкаф силовой коммутации ШСК-500 выполнен на современной элементной базе (взамен шкафа автоматики Н-500М).

В систему управления вращением антенны введен блок управления двигателем вращения (установлен в шкафу приемной аппаратуры), что позволило исключить из

системы управления вращением антенны блок электромашинного усилителя и блок управления азимутальным приводом.

В системе электропитания радиовысотомера введен шкаф преобразования частоты(напряжения) трехфазного тока частоты 50 Гц в трехфазный ток частотой 400 Гц, взамен электромагнитного преобразователя частоты ВПЛ-30.

Дополнительно устанавливаются и реализуются:

- пульт телефонной и громкоговорящей связи;
- приемник GPS/Глонасс (блок измерительный спутниковый);
- датчик угла наклона кунга;
- компас электронный;
- кондиционер;
- обмен информацией по аналоговым и цифровым каналам с комплексами средств автоматизации (КСА);
- возможность управления работой радиовысотомера и контроля за его работоспособностью с выносного рабочего места оператора по кабелю с расстояния до 300 метров;
- специальное программное обеспечение с операционной системой.

Модернизация ПРВ-16 позволила:

- улучшить тактико-технические характеристики радиовысотомера;
- повысить надежность работы радиовысотомера;
- снизить энергопотребление радиовысотомера;
- снизить затраты на техническое обслуживание;
- упростить проведение восстановительного ремонта радиовысотомера;
- продлить срок службы радиовысотомера.

Таблица 1. – Сравнительные характеристики ПРВ-16 (до модернизации и после)

Наименование характеристик	Значение характеристик	
	ПРВ-16	ПРВ-16БМ.03
Дальность обнаружения (Добн.) воздушных объектов (далее ВО) с эффективной отражающей поверхностью равной 1м ² в зависимости от высоты полета ВО (H _ц) км:		
– 100 м, не менее	35	40
– 500 м, не менее	70	100
– 1000 м, не менее	110	120
– 3000 м, не менее	170	187
Среднеквадратичная ошибка определения координат целей:		
– по дальности, м:		
в амплитудном режиме, не более,	1000	100
в когерентном режиме, не более,	1000	60
– по высоте, м:		
при H _ц ≤ 1000 м, не более	150	100
при H _ц > 1000 м, не более	250	200
– по азимуту, не более	2°	1,5°
Разрешающая способность:		
– по дальности, м:		
в амплитудном режиме, не более	1500	550
в когерентном режиме, не более	1000	350
– по углу места, не более	30′	30′
Коэффициент шума приемного устройства:		
– при выключенном режиме силовогоприема, не более, дБ	10	6
Коэффициент усиления приемного тракта, не менее, дБ	28	35
Коэффициент подавления		
– отражений от местных предметов, не менее, дБ	10	20
– пассивных помех и помех от гидрометеоров, не менее, дБ	8	15
Радиовысотомер позволяет выполнять тренажерно-имитационные функции:		
– задание ВО, не менее	2	4
Автоматическое обнаружение целей на одном азимуте, не менее	–	30
Потребляемая мощность, не более, кВт	30	20

SHOBIK A. V., ANTONIK P. I., VODENNIKOV G. V.
Open Joint Stock Company
«Research Institute of Electronic Computing Machines»

MODERNIZATION OF PRV-16 RADIOALTIMETER

Summary. *The purpose of the modernization of the PRV-16 radioaltimeter is to improve its tactical, technical and operational characteristics through the use of modern element base, as well as digital methods of processing radar information.*

А. В. ШУЛЯК

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь»

РОЛЬ СИСТЕМЫ ОБЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Рассмотрены значение и эффективность нормирования требований к ВВТ. Состав требований общего характера и порядок их разработки установлены в системе общих технических требований к видам ВВТ. Применение общих технических требований в процессе создания сложного вооружения обеспечивает снижение стоимости, длительности и трудоемкости разработок.

Успешность создания перспективного сложного вооружения и военной техники (ВВТ) в значительной степени определяется качеством исследований на начальных этапах их разработки. В свою очередь качество исследований напрямую зависит от степени использования современной методологии, отличающейся применением системного подхода, программно-целевого планирования и соответствующих информационных технологий [1–5]. В связи с этим, решения о разработке (модернизации) ВВТ должны базироваться на результатах предпроектных военно-научных исследований. Это обусловлено тем, что от степени проработки концепции и технического облика запланированного для создания (модернизации) сложного ВВТ зависит успешность завершения проекта в целом, требующего для своего выполнения значительных трудозатрат, времени и финансовых ресурсов.

При разработке концептуальной модели сложного ВВТ сначала определяют его место и роль в системе вооружения группировки войск (сил) как средства, обеспечивающего выполнение некоторых задач. Сама система вооружения представляется как совокупность взаимосвязанных боевых средств, средств боевого управления и всестороннего обеспечения. Такое рассмотрение позволяет установить характер интегрированности разрабатываемого ВВТ в систему. Требования, предъявляемые к ВВТ на этом уровне, носят оперативно-тактический (общевидовой, межвидовой и видовой) характер и вытекают из содержания боевых задач и условий их выполнения. Это значит, что ВВТ на данном этапе исследований рассматривается не в качестве конкретного образца, а в качестве обобщенной группы (вида) вооружения. Требования к ВВТ, обоснованные на уровне системы вооружения группировки войск, ограничиваются назначением и набором решаемых задач в определенных тактических ситуациях. Данные требования устойчивы в среднесрочной перспективе, поэтому их целесообразно нормировать и документировать в государственных стандартах, и нормативно-технических документах системы общих технических требований (ОТТ) для дальнейшего применения в похожих исследованиях.

Основными системами стандартов для оборонной продукции, разработанными ранее при непосредственном участии организаций министерства обороны СССР, являются:

- комплексная система общих технических требований (КСОТТ);
- система стандартов разработки и постановки продукции на производство (СППП);
- комплексная система контроля качества (КСКК);
- единая система защиты от коррозии и старения;
- система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения.

Эти системы стандартов детализируют и развивают требования системы ОТТ к видам ВВТ. Система ОТТ к видам ВВТ представляет собой комплекс нормативно-технических документов, разрабатываемых по заданиям органов военного управления. Требования системы ОТТ являются обязательными при разработке, закупке и модернизации ВВТ для Вооруженных Сил (ВС) [3].

Комплекс нормативно-технических документов системы ОТТ (рисунок) состоит из взаимоувязанных групп документов, содержащих:

- организационно-технические требования;

методические руководства по обоснованию требований к обобщенным группам ВВТ и регламентирующие процессы их формирования;
 общевидовые требования к ВВТ и методам их испытаний;
 межвидовые требования к ВВТ и методам их испытаний;
 видовые требования к ВВТ и методам их испытаний.

Эти документы содержат устойчивые во времени требования Министерства обороны к создаваемым (модернизируемым) ВВТ на перспективу до 5 лет и направлены на обеспечение:

приспособленности ВВТ к природным условиям (окружающей среде и возможностям человека);

стойкости к воздействию оружия и технических средств противника (например, защите от радиоэлектронного противодействия и др.);

различных видов совместимости (например, радиоэлектронной совместимости, транспортабельности различными видами транспорта и др.).

Требования системы ОТТ являются обязательными при составлении тактико-технических (технических) заданий на опытно-конструкторские работы, а также программ и методик государственных испытаний ВВТ в соответствии с государственными военными стандартами системы разработки и постановки на производство оборонной продукции.

Стоит отметить, что анализ состояния технических нормативных правовых актов, регламентирующих требования к ВВТ, показал, что комплексные системы стандартов, используемые военными и промышленными организациями при разработке, модернизации и производстве ВВТ устарели, в настоящее время не актуализируются и поэтому не в полной мере соответствуют современному уровню [4].



Рисунок. – структура документов системы ОТТ

Таким образом, в настоящее время система ОТТ является фактически единственной функционирующей ветвью стандартизации в военной сфере. В свою очередь основная задача стандартизации в военной сфере – сделать достоянием военных специалистов уже имеющиеся в различных сферах достижения (результаты), адаптированные для применения в военной промышленности и разработках, где это применение оправдано и эффективно. При этом ведущая роль стандартизации одна из главных особенностей создания современного вооружения. Роль стандартизации и системы ОТТ в частности трудно переоценить, поскольку для производства сложной техники необходимо использовать тысячи наименований комплектующих и материалов. Это заставляет задавать требования к характеристикам и допускам на разброс параметров, условиям совместимости и взаимозаменяемости, методам испытаний, измерений и оценки. Основными эффектами этой деятельности являются:

уменьшение затрат на разработку, модернизацию, производство и эксплуатацию ВВТ;

сокращение сроков и трудоемкости создания сложных образцов ВВТ;

обеспечение требуемых качества и боевых возможностей образцов ВВТ, совместимости и взаимозаменяемости их составных частей и комплектующих изделий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Демидов Б. А. Теория и методы военно-научных исследований вооружения и военной техники: учебник / Б. А. Демидов. – М.: Изд-во ВИРТА ПВО, 1990. – 558 с.

2. Методология программно-целевого планирования развития систем вооружения на современном этапе / Под ред. В. М. Буренка. – М.: Граница, 2013. – 520 с.

3. Об утверждении Правил технического нормирования и стандартизации в военной сфере: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 24 июля 2018 г., № 562.

4. Разработка подходов к формированию общих технических требований к современным и перспективным системам и комплексам (образцам) вооружения и военной техники: отчет о НИР (промежут.) / Науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Респ. Беларусь; рук. К. Н. Чугай. – Минск, 2017. – 243 с.

5. Чугай К. Н. Роль военной стандартизации в процессе формирования общих технических требований к вооружению и военной технике / К. Н. Чугай, А. В. Шуляк // Наука и военная безопасность – 2014. – № 1. – С 38–42.

SHULYAK A.

State institution «Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus», Minsk

THE ROLE OF GENERAL TECHNICAL REQUIREMENTS IN THE PROCESS OF CREATION AND MODERNIZATION ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT

Summary. *In article considered the value and effectiveness of rationing requirements for weapons and military equipment. The composition of the requirements of a general nature and the procedure for their development are established in the system of general technical requirements for types of weapons. The use of common technical requirements in the process of creating of complicated armament ensures a reduction in the cost, duration and complexity of developments.*

Д. В. АЛЬХОВИК¹, И. Г. КОСИНСКИЙ², А. П. ТРУХАН²

¹ Военно-медицинское управление Министерства обороны Республики Беларусь,

² Государственное учреждение «432 ордена Красной Звезды главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАН

Аннотация. В статье приведен анализ медицинских карт 34 пациентов Республиканского центра по лечению пациентов с огнестрельными ранениями и минно-взрывными травмами. Показано, что применение современных технологий у пациентов с огнестрельной травмой при строгом соблюдении показаний и противопоказаний позволяет улучшить результаты лечения.

Введение. После изобретения и широкого распространения огнестрельного оружия огнестрельная травма уверенно заняла первое место среди проблем военной хирургии. Вариабельность локализации ранений, различные по величине кинетической энергии ранящие снаряды, разнообразие объема повреждений – все это заставляет военных хирургов постоянно совершенствоваться, применять самые современные технологии с целью улучшения результатов лечения пациентов с указанной патологией.

К сожалению, проблема огнестрельных ранений актуальна и для Республики Беларусь. При относительно небольшом количестве пациентов рассредоточенность их между различными организациями здравоохранения не позволяла обобщать хирургический опыт, объективно оценивать результаты применения различных технологий.

Новой вехой в изучении проблем огнестрельной травмы в нашей стране стало создание Республиканского центра по лечению пациентов с огнестрельными ранениями и минно-взрывными травмами (далее – Центр). Он функционирует на базе ГУ «432 главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь» (постановление Министерства здравоохранения и Министерства обороны Республики Беларусь № 110/22 «О совершенствовании оказания медицинской помощи пациентам с огнестрельными ранениями и минно-взрывными травмами в Республике Беларусь»).

Цель. Изучить эффективность применения современных технологий в лечении огнестрельных и взрывных ран.

Материалы и методы. Проведен проспективный анализ лечения пациентов, находившихся в Центре в период с 1 ноября 2016 по 1 марта 2019 года. В исследование вошли 34 пациента в возрасте от 18 до 64 лет, мужчины – 33 (97,1 %), женщина – 1 (2,9 %).

Среди пациентов Центра военнослужащими Вооруженных Сил было 9 (26,5 %) человек, сотрудники Министерства внутренних дел – 2 (5,9 %), граждане Республики Беларусь – 22 (64,7 %), граждане Российской Федерации – 1 (2,9 %).

У 29 пациентов (85,3 %) были огнестрельные ранения, у 5 (14,7 %) – взрывная травма.

У 8 пациентов (23,5 %) была сочетанная травма (повреждения двух и более анатомических областей). По локализации повреждений анатомические области распределились следующим образом: голова – 7 (20,6 %), грудь – 10 (29,4 %), живот – 6 (17,6 %), таз – 3 (8,8 %), позвоночник – 2 (5,9 %), конечности – 19 (55,9 %).

Результаты и обсуждение. Опыт 2,5 лет работы Центра показал целесообразность его создания и необходимость его функционирования не только для Вооруженных Сил, но и для системы здравоохранения Республики Беларусь. Так, 25 пациентов (73,5 %) не имели отношения к Вооруженным Силам, более того, 13 из них (52 %) были переведены в Центр после оказания помощи в различных организациях здравоохранения. Таким образом, Центр оказывает практическую помощь.

К комплексному лечению пациентов привлекались специалисты различного профиля (экстренная, гнойная, торакальная, сосудистая, челюстно-лицевая хирургия, травматология, урология, оториноларингология, нейрохирургия, офтальмология, реаниматология и другие). Наличие в Центре такого широкого спектра специалистов

позволяет более эффективно оказывать помощь пациентам с ранениями любой локализации.

Основным элементом лечения пациентов Центра было выполнение первичной (вторичной) хирургической обработки. Основные принципы этого оперативного вмешательства изложены в разработанном сотрудниками Центра клиническом протоколе «Лечение огнестрельных ран у пациентов в стационарных условиях», утвержденном Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 19.1 от 22.02.2018 года.

В лечении 5 пациентов применяли современные экстракорпоральные методы детоксикации. Основным показанием к их использованию было наличие признаков полиорганной недостаточности при условии хирургической санации очага повреждения. В то же время необходимость поддержания состояния гипокоагуляции на время сеансов детоксикации ограничивает возможность выполнения повторных хирургических обработок, что требует дифференцированного подхода.

Гипербарическую оксигенацию применяли у 6 пациентов, от 5 до 11 сеансов. Основным показанием к ее использованию было наличие повреждения больших массивов мышц со сниженной их жизнеспособностью при условии выполнения хирургической обработки на фоне коррекции нарушения микроциркуляции. Применение гипербарической оксигенации требовало наличия у пациента самостоятельного дыхания, стабильной гемодинамики, отсутствия патологических изменений ЛОР органов.

Вакуумную терапию огнестрельных ран применяли у 11 пациентов. Показаниями к ее использованию были обширные дефекты кожи и мягких тканей при отсутствии видимых очагов некроза и стабильном гемостазе, выраженный отек мышц, необходимость подготовки раны к закрытию, аутодермопластика свободным расщепленным лоскутом. Противопоказанием к применению вакуумной терапии считали высокий риск развития анаэробной инфекции.

Общая летальность составила 5,9 % (2 пациента, которые имели несовместимые с жизнью повреждения головного мозга).

Таким образом, Центр выполняет свою основную цель – оказание специализированной медицинской помощи пациентам с огнестрельными ранениями и минно-взрывными травмами, для лечения которых требуются высокотехнологичные и сложные медицинские вмешательства, в том числе с применением современных методов лечения.

Вывод: Применение современных технологий у пациентов с огнестрельной травмой при строгом соблюдении показаний и противопоказаний позволяет улучшить результаты лечения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов: Руководство для врачей / под ред. Е. К. Гуманенко, И. М. Самохвалова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 672 с.
2. Озерецковский, Л. Б. Раневая баллистика: история и современное состояние огнестрельного оружия и средств индивидуальной бронезащиты / Л. Б. Озерецковский, Е. К. Гуманенко, В. В. Бояринцев. – СПб.: Журн. «Калашников», 2006. – 373 с.

ALKHOVIK D. V., KOSINSKY I. G., TRUKHAN A. P.
432 orders of the Red Star Main Military Clinical Medical Center
of the Armed Forces of the Republic of Belarus

MODERN TECHNOLOGIES IN THE TREATMENT OF GUNSHOT WOUNDS

Summary. *The article provides an analysis of the medical records of 34 patients of the Republican Center for the treatment of patients with gunshot wounds and mine blasting traumas. It is shown that the use of modern technologies in patients with gunshot injuries with strict adherence of indications and contraindications allows to improve the results of treatment.*

С. А. ЖИДКОВ

Военно-медицинский факультет в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

РОЛЬ ВОЕННОЙ МЕДИЦИНЫ В ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФ

Аннотация. *Различные катастрофы и стихийные бедствия характерны не только массовым поступлением пострадавших, но и критической нехваткой медицинского персонала. Кроме последнего обстоятельства следует признать отсутствие опыта работы гражданских врачей в данной ситуации. У военных врачей имеется гораздо больший опыт оказания медицинской помощи при одновременном поступлении большого числа раненых и пораженных. В работе представлен положительный опыт работы военных медиков при ликвидации последствий землетрясения (Спитак, 1988 г.).*

7 декабря 1988 года в 11 часов 42 минуты в Армении произошло одно из самых разрушительных землетрясений XX века, силой до 9,5 баллов. В результате погибло около 25 тысяч человек, пострадало, оп различным данным, до 100 тысяч.

На данную трагедию моментально отреагировали различные государственные структуры СССР, в том числе и медицинские. Вечером 7 декабря из г. Ленинграда (ныне Санкт-Петербург) из ВМедА им. С.М. Кирова на самолете была отправлена группа преподавателей, сотрудников академии, а также слушателей факультета руководящего медицинского состава (две группы хирургов и одна анестезиологов), всего около 80 человек. В тоже время и, примерно, в таком же количестве из Москвы были отправлены офицеры и личный состав Главного и центральных госпиталей МО СССР. По прибытию в г. Ереван военные медики приступили к изучению обстановки. Наибольшие разрушения оказались в г. Ленинабад и г. Спитак (последний фактически был разрушен). Руководством Министерства обороны СССР было принято решение отправить группы военных медиков в г. Ленинабад и Спитак, а также усилить лечебные учреждения в г. Ереване.

В настоящей работе представлен опыт оказания медицинской помощи пострадавшим в Спитаке.

Спасательные работы и медицинская помощь пострадавшим проводились зимой в горной местности (высота около 1400 м над уровнем моря). В течение 10–12 дней продолжались по несколько раз в сутки сейсмические толчки силой от 3,5 до 5 баллов. Колебания температуры воздуха составляли от +5 до -12°C. Периодически отмечались осадки в виде мокрого снега и дождя, сопровождаемые порывистым ветром. Повторные подземные толчки вызывали страх и панику у населения и спасателей. Из-за большого размаха температуры (до 22°C) было много простудных заболеваний, пострадавшие поступали в состоянии общего охлаждения, в т.ч. и спасатели.

Район бедствия по эпидемической обстановке был неблагоприятным в отношении чумы и туляремии. Была опасность возникновения эпидемий острых кишечных инфекций. Массовые разрушения жилищ и административных зданий, сетей водоснабжения и канализации, системы банно-прачечного обслуживания создали серьезную угрозу ухудшения санитарно-эпидемической обстановки. В первые 2–3 суток эта обстановка не контролировалась.

Первые медицинские работники в г. Спитак (100 км от Еревана) прибыли через 5–6 часов после катастрофы. В основном это были врачи узких специальностей из Грузии, которые не имели опыта оказания медицинской помощи в экстремальных ситуациях.

Военные медики 8 декабря на автомобиле и 9 декабря на вертолете произвели медицинскую разведку очага землетрясения (г. Спитак и его окрестности). Город был полностью разрушен. Значит не могло быть и речи о работе в уцелевших зданиях. Единственным местом оказания медицинской помощи был городской стадион, где решено было развернуть военно-полевое медицинское учреждение МО СССР (далее ВПМУ МО СССР).

На основании данных медицинской разведки в г. Спитак на вертолете была направлена группа в составе: 6 хирургов общего профиля, имеющих опыт оказания

помощи при политравме, 2 анестезиолога-реаниматолога, имеющих опыт работы в боевой обстановке, 5 медицинских сестер / 1 – операционная; 2 – медицинские сестры – анестезистки; 2 – процедурные медицинские сестры; 12 человек команды обеспечения из военнослужащих срочной службы.

Работу ВПМУ МО СССР в очаге землетрясения необходимо разделить на два периода. Первый – с 9.12 по 14.12.1988 г., когда из-под завалов доставались живые пострадавшие с характерными для землетрясений повреждениями и синдромами, требующими неотложной помощи. Второй – с 15.12 по 24.12.1988 – период работы в режиме городской или районной больницы.

Учет пострадавших, их диагноз, протоколы операций, лечение, сроки эвакуации заносились в тетради.

В числе спасателей 10 декабря к нам прибыла группа из 15–20 человек студентов 5–6 курса Кубанского медицинского института. С ними военными хирургами проводились занятия по оказанию помощи в завалах. Акцент делался на пострадавших с механической травмой. Каждому студенту была выдана укомплектованная сумка медицинская войсковая. Все студенты придерживались разработанной нами схемы оказания первой медицинской помощи в завалах (рисунок).



Рисунок. – Схема первой помощи в завалах при землетрясении

Нами проведен анализ частоты развития и степени тяжести травматического шока в зависимости от оказания первой медицинской помощи.

Травматический шок развивался в 2 раза чаще без оказания первой медицинской помощи, еще более это сказалось на степени тяжести шока.

Медицинская сортировка в первый период работы производилась в сортировочно-реанимационном блоке на два места противошоковой палатки. Сортировку носилочных проводил ведущий хирург или его заместитель, при необходимости к работе привлекали анестезиолога.

Всех пострадавших делили на следующие группы:

I – нуждающиеся в реанимации и противошоковой терапии – 86 пациентов (26,6 %);

II – нуждающиеся в интенсивной терапии с целью подготовки к эвакуации – 145 (44,9 %);

III – нуждающиеся в экстренном оперативном лечении – 29 (9,0 %);

IV – требующие стационарного лечения – 33 (10,2 %);

V – требующие амбулаторного лечения – 30 (9,3 %).

Эвакуация пострадавших в первый период работы производилась вертолетами в сопровождении медицинского работника с соответствующим имуществом. Во второй период работы основная часть пострадавших эвакуирована санитарными автомобилями.

Ни один из 835 пациентов, находившихся в ВПМУ МО СССР не погиб. К сожалению, о судьбе эвакуированных в различные города СССР авторы сведений не имеют.

Выводы:

1. При работе в очаге землетрясения необходимо строго соблюдать принципы военно-полевой хирургии.

2. Медицинская разведка позволяет определить необходимые силы и средства для оказания медицинской помощи при стихийных бедствиях.

3. Оказание первой помощи в завалах и медицинская сортировка составляют основу успеха оказания медицинской помощи в очаге землетрясения.

ZHIDKOV S. A.

The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

THE ROLE OF MILITARY MEDICINE IN DISASTER MANAGEMENT

***Summary.** Various catastrophes and natural disasters are characterized not only by the mass victims influx, but also by a critical medical personnel shortage. In addition to the latter circumstance, it is necessary to recognize the lack of civilian doctors experience in this situation. Military doctors have much greater experience in providing medical care while simultaneously receiving a large number of wounded and injured. The paper presents a positive military physicians experience in eliminating the effects of earthquake.*

УДК 61.616.631.14

А. С. ЖИДКОВ, В. Е. КОРИК

Военно-медицинский факультет в учреждении образования
«Белорусский государственный медицинский университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

ОЦЕНКА ОБМЕНА КИСЛОРОДА В ПОВРЕЖДЁННЫХ ТКАНЯХ ПРИ СИНДРОМЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СДАВЛЕНИЯ

Аннотация. *Высокая летальность при различных вариантах синдрома длительного сдавления (СДС) требует поиска и разработки принципиально новых подходов. Данная работа посвящена результатам экспериментальных исследований применения прямой оксиметрии в диагностике и лечении СДС.*

Введение. Ежедневно в новостных лентах проходит информация о крупных техногенных или природных катаклизмах, множестве войн различных масштабов, происходящих практически на всех континентах планеты. Любое из приведённых в качестве примера бедствий сопровождается значительным количеством ранений и механических травм, в том числе синдром длительного сдавления (СДС). СДС представляет собой патологию, обусловленную длительной компрессией мягких тканей и отличающуюся сложностью патогенеза, трудностью лечения и высокой летальностью, достигающей 80–90 %. Данный факт требует поиска новых подходов в решении этой проблемы. Одним из методов, которому в современной медицинской литературе уделяется все больше внимания, является прямая оксиметрия, позволяющая оценить процессы оксигенации органов и тканей, и на основании полученных данных судить об их функциональном состоянии [4, 5].

По мнению ряда авторов, изучение природы массопереноса кислорода в тканях является перспективным направлением практической медицины [6]. В современной литературе имеются данные о количественных характеристиках массопереноса кислорода в головном мозге, органах брюшной полости и забрюшинного пространства. Между тем, в доступной литературе не упоминаются исследования, посвящённые изучению массопереноса кислорода в тканях (в первую очередь в мышцах), подвергшихся компрессионной травме.

Нами были проанализированы данные, полученные путем прямой оксиметрии мышц при экспериментальном СДС.

Цель исследования: оценить процессы обмена кислорода в мышцах поврежденной конечности, определить их значимость в диагностике СДС и его тяжести в раннем посткомпрессионном периоде.

Материал и методы. В качестве объекта исследования использовались морские свинки (60 особей). Моделирование СДС осуществлялось при помощи разработанного авторами прибора регулируемой компрессии (ПРК-1). Сдавление осуществлялось на площади 2 см², по внутренней поверхности тазовой конечности, медиальнее на 1 см от проекции кости, что предотвращало повреждение кости и магистральных сосудов. Сила компрессии контролировалась динамометрическим ключом и равнялась 25 кг/см². Животных по времени компрессии разделили на 3 группы (по 18 животных): I группа – 2 часа (легкая степень СДС); II группа – 5 часов (средняя степень СДС) и III группа – 8 часов (тяжёлая степень СДС). Каждая из групп, в свою очередь, была поделена на 3 подгруппы (по 6 животных) в зависимости от срока вывода из эксперимента в раннем посткомпрессионном периоде (24, 48 и 72 часа соответственно). Контрольную группу составили 6 животных.

Прямую оксиметрию мышечной ткани проводили с помощью прибора, собранного на базе анализатора газов крови ABL 330 (Radiometr), в основе которого используется мембранный амперометрический кислородный датчик Кларка. Точкой приложения датчика, после произведённого послойного рассечения мягких тканей и фасциотомии, являлась мышечная ткань, непосредственно подвергшаяся компрессии.

В ходе исследования мы анализировали оксигенацию тканей по следующим параметрам: парциальное давление кислорода в мышцах (PO₂), скорость массопереноса кислорода в диапазонах 150–155 мм рт.ст. (V₁) и 30–35 мм рт.ст. (V₂). Интервал

150–155 мм рт.ст. характеризует дыхательную активность исследуемой ткани. Интервал 30–35 мм рт.ст. характеризует равновесную скорость потребления и выброса кислорода. Расчеты соответствующих параметров производились в программе Table Curve 2D.

Для анализа использовали программу Statistica 10. Данные представлены в виде Me (25–75 %), где Me – медиана, 25 % и 75 % – 25 и 75 процентиля. Для определения статистически значимых различий между данными анализов у животных разных групп в количественных непараметрических данных использовали критерий Kruskal-Wallis (K-W test). Для сравнения показателей между животными экспериментальных групп и контрольной группой использовали критерий Mann-Whitney (U test) (M-W). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. На первом этапе нами было осуществлено изолированное сравнение каждой из экспериментальных групп с контрольной группой (Манн-Уитни тест). Полученные результаты показали достоверные различия у всех животных в диапазоне V_1 (интервал 150–155 мм рт.ст.).

Следующим этапом было изучение динамики оксигенации мышечной ткани в каждой из групп сравнения (т.е. на протяжении всего раннего посткомпрессионного периода при каждой из степеней тяжести СДС). В группе животных с СДС легкой степени тяжести были выявлены статистически значимые различия ($p < 0,001$) в интервале 150–155 мм рт.ст. Наблюдалось повышение показателя в первые 48 часов, с умеренным снижением на 3-и сутки.

Дальнейшим этапом исследований был расчет и анализ динамики скоростей массопереноса при средней и тяжелой степенях тяжести СДС. Как и в случае с легкой степенью СДС, расчет осуществлялся в интервале 150–155 мм рт.ст. Так, при средней степени тяжести, скорость поглощения кислорода (V_1) значительно резко увеличивалась в период между 24 и 48 часами раннего посткомпрессионного периода, $p = 0,03$. Анализ данных, полученных в группе животных с тяжелой степенью СДС, показал статистически значимое постоянное увеличение скорости поглощения кислорода в диапазоне 150–155 мм рт.ст. (V_1) ($p < 0,001$).

Обсуждение. Таким образом, при сравнении каждой из экспериментальных групп животных с контрольной на протяжении всего раннего посткомпрессионного периода при любой степени тяжести СДС отмечается нарушение тканевого дыхания.

Анализ изменения скорости массопереноса кислорода в интервале 150–155 мм рт.ст. при СДС легкой степени на протяжении раннего посткомпрессионного периода указывает на активное поглощение кислорода поврежденной тканью на фоне гипоксии в первые 48 часов с последующей стабилизацией внутриклеточных процессов через 72 часа. В то же время, динамика вышеуказанного параметра в группе с СДС тяжелой степени демонстрирует глубокие гипоксические нарушения в тканях с незначительной тенденцией к компенсации.

Кроме того, следует обратить внимание на тот факт, что отмечалась различная тенденция нарастания скорости V_1 в первые сутки при легкой и тяжелых степенях повреждения. Так, при легкой степени, наблюдалось резкое увеличение данного показателя, в то время как при средней и тяжелой степенях динамика была плавной. Это свидетельствует о разнице в процессах обмена кислорода в поврежденных тканях при компрессионной травме и может играть существенную роль в диагностике тяжелых повреждений.

Выявленные при анализе показателя оксигенации различия указывают на продолжающиеся процессы гипоксии в тканях с более тяжелыми степенями повреждений и четко выделяют группу животных с легкой степенью СДС.

Выводы

1. Метод прямой оксиметрии позволяет выявить тканевую гипоксию на протяжении всего раннего посткомпрессионного периода при любой степени тяжести СДС.
2. Анализ динамики скоростей массопереноса кислорода в мышцах поврежденной конечности в раннем посткомпрессионном периоде позволяет спрогнозировать степень тяжести компрессионного повреждения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Нечаев, Э. А. Синдром длительного сдавления: руководство для врачей / Э. А. Нечаев, А. К. Ревской, Г. Г. Савицкий. – М.: Медицина, 1993. – 208 с.
2. Гаркави, А. В. Синдром длительного сдавления мягких тканей конечностей / А. В. Гаркави // Медицинская помощь. – 2000. – № 2. – С. 23–28.
3. Musselius S. G., Putinsev M. D., Enileev R. H. // Adviser Expert System in the Myorenal Syndrome: EDTA Congress, 20-th. Glasgow, 1993. – P. 78.
4. Будников, Г. К. Биосенсоры как новый тип аналитических устройств / Г. К. Будников // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 12. – С. 26–32.
5. Титовец, Э. П. Экспресс-способ количественной оценки действия фармакологических средств на кислородный обмен тканей / Э. П. Титовец [и др.] // Достижения медицинской науки Беларуси. – 2003. – № 8. – С. 22–23.
6. Березовский, В. А. Гипоксия и индивидуальные особенности реактивности / В. А. Березовский [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1978. – 214 с.

ZHIDKOV A. S., KORIK V. E.

The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

VALUATION OF OXYGEN EXCHANGE IN CRUSH SYNDROME DAMAGED TISSUES

Summary. *High mortality in various variants of the crush syndrome (CS) requires fundamentally new approaches searching and development. This work is devoted to the results of experimental studies of the use of direct oximetry in the diagnosis and treatment of CS.*

Ю. В. КУЗЬМИН

Военно-медицинский факультет в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АНАЭРОБНОЙ НЕКЛОСТРИДАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИИ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ, ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

Аннотация. Показаны причины возникновения анаэробной неклостридиальной инфекции на примере гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей у военнослужащих. Представлены клинически значимые признаки АНИМТ, разработана схема комплексного лечения АНИМТ. Это позволило сократить сроки диагностики и лечения АНИМТ.

Введение. Проблема гнойной инфекции служит предметом внимания хирургов на протяжении всей истории развития медицинской науки. Но, несмотря на успехи в области медицины, гнойно-воспалительные заболевания (ГВЗ) продолжают оставаться одной из основных проблем современной хирургии. В структуре хирургической патологии на их долю приходится 1/3 всех больных. Ежегодно в странах СНГ регистрируется около 5 миллионов больных с ГВЗ, а у 7–50 % умерших в стационаре больных они являются основной причиной смерти [1–5]. Очень тяжелым ГВЗ является анаэробная неклостридиальная инфекция (АНИ), которая является актуальной проблемой как мирного, так и военного времени.

Цель. Изучить причины возникновения анаэробной неклостридиальной инфекции и разработать алгоритм диагностики и лечения анаэробной неклостридиальной инфекции на примере ГВЗ мягких тканей.

Материалы и методы. Нами было обследовано 757 больных с ГВЗ, проходивших лечение в 432 ГВМЦ МО РБ, из которых у 198 пациентов было подтверждено развитие анаэробной неклостридиальной инфекцией мягких тканей (АНИМТ). У 146 (73,7 %) больных неклостридиальные анаэробные микроорганизмы (НАМ) были выделены при ГВЗ мягких тканей и гнойных осложнениях со стороны мягких тканей после неполостных операций. У 52 больных НАМ были выделены при гнойных осложнениях, развившихся в мягких тканях передней брюшной стенки после операций на органах брюшной полости, что составило 26,3 %.

Результаты и обсуждение. Основные причины возникновения и развития анаэробной неклостридиальной инфекции мягких тканей (АНИМТ) представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Причины возникновения анаэробной неклостридиальной инфекции мягких тканей

№ п/п	ПРИЧИНЫ	АБС.	%
1	Травмы и микротравмы	96	48,5 %
2	Гнойно-воспалительные заболевания кожи	10	5,1 %
3	Инъекции лекарственных препаратов	8	4,0 %
4	Неполостные операции	14	7,0 %
5	Операции на органах брюшной полости	52	26,3 %
6	Причина не известна	18	9,1 %
ИТОГО		198	100 %

Из данной таблицы видно, что наиболее частыми причинами развития АНИМТ являются травмы и микротравмы и операции на органах брюшной полости. Реже – неполостные операции. Группу гнойно-воспалительных заболеваний после операций на органах брюшной полости, которые сопровождались развитием АНИМТ, составляют случаи развития патологического процесса только в тканях передней брюшной стенки, т.е. нагноение послеоперационных ран.

Гнойно-воспалительные процессы при АНИМТ встречаются у больных в различных областях тела (таблица 2).

Таблица 2. – Локализация гнойно-воспалительных процессов при анаэробной неклостридиальной инфекции мягких тканей

№ п/п	ЛОКАЛИЗАЦИЯ	АБС.	%
1	Лимфатические узлы различных областей	7	3,5 %
2	Верхняя конечность	28	14,1 %
3	Нижняя конечность	93	47,0 %
4	Туловище	70	35,4 %
ВСЕГО		198	100 %

АНИМТ чаще встречается на нижних конечностях и туловище. Это можно объяснить тем, что нижние конечности чаще подвержены различным травмам, а на туловище гнойно-воспалительные процессы, как правило, развиваются после оперативных вмешательствах на органах брюшной полости.

Большинство больных поступает на лечение в сроки от 3 до 7 суток, что говорит о том, что на этот период приходится пик клинических проявлений этой инфекции. Часть из них поступает на стационарное лечение позже 10 суток. Это больные, длительное время лечившиеся в других лечебных учреждениях по поводу различных гнойно-воспалительных заболеваний (диаграмма 1).

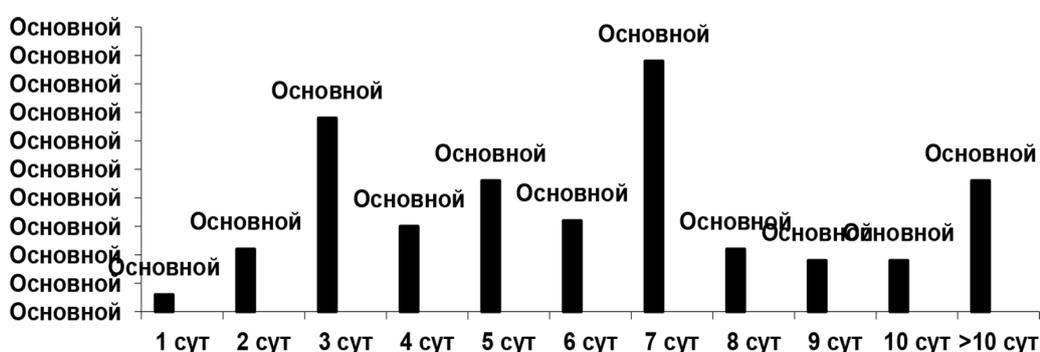


Диаграмма 1. – Сроки госпитализации больных с анаэробной неклостридиальной инфекцией мягких тканей

Признаки, по которым клинически можно судить об участии анаэробов в воспалительном процессе определяются экологией возбудителей, их метаболизмом и факторами патогенности [3, 4].

Клиническая диагностика начинается с первого знакомства с больным. Далее изучается анамнез заболевания, общие и местные клинические проявления АНИМТ и данные лабораторных методов исследований.

Мы разделили клиническую диагностику на три этапа. Первый этап – долабораторный. Второй этап – лабораторный. Третий этап – интраоперационный

На **долабораторном** этапе клинической диагностики нами были определены характерные симптомы АНИМТ: Интенсивные боли в области поражения (90 % больных, $P < 0,05$). Повышение температуры тела более $38,0^{\circ}\text{C}$ (68,7 % больных, $P < 0,001$). Отек мягких тканей в области развития гнойно-воспалительного процесса (95,5 % больных, $P < 0,05$).

На **лабораторном** этапе диагностики характерными признаками являются: Повышение количества лейкоцитов более $15,6 \pm 0,3 \cdot 10^9/\text{л}$ ($P < 0,001$), при этом отмечается повышение как относительных, так и абсолютных значений палочкоядерных лейкоцитов более $10,2 \pm 0,9 \%$ и 1220 ± 123 ($P < 0,001$). Повышение СОЭ более $30,5 \pm 1,4$ мм/час ($P < 0,001$). Гипопротеинемия $59,5 \pm 1,3$ ($P < 0,05$) и ниже. Выраженная гипоальбуминемия – $34,1 \pm 2,3 \%$ ($P < 0,001$) и ниже. Повышение фибриногена более $5,02 \pm 0,25$ ($P < 0,001$). Повышение содержание фибриногена В 2+ ($P < 0,001$) и более. Увеличение показателей эуглобулинового фибринолиза более $242,25 \pm 10,87$ ($P < 0,01$).

На **интраоперационном этапе** диагностики выявлены присущие только АНИМТ признаки: Серый или серо-буроватый цвет тканей. Серо-бурый цвет раневого отделяемого (60,4 % больных). Неприятный зловонный запах из раны (34,3 % больных). Отсутствие кровоточивости тканей при их рассечении.

Всем больным, у которых клинически диагностирована АНИМТ, сразу после поступления в стационар проводят короткую (2–3 ч) предоперационную подготовку, которая включает коррекцию нарушения гомеостаза.

После проведения этих мероприятий больные оперируются под общим обезболиванием. Хирургическая операция заключается в широком рассечении кожи. Далее производится широкое иссечение пораженной патологическим процессом подкожной жировой клетчатки, фасций и мышц до здоровых тканей. Если поражение тканей распространяется дальше за пределы ранее произведенного разреза, его необходимо продолжить настолько далеко насколько это надо для полного иссечения всех нежизнеспособных глубжележащих тканей. Не надо бояться образования ран большой площади. При правильном их лечении в I фазе раневого процесса они быстро очищаются от гнойно-некротических тканей, которые иногда не удается радикально удалить из-за близости жизненно важных образований, и создается возможность для закрытия этих ран в ранние сроки.

После радикальной хирургической обработки рана дренируется путем рыхлой тампонады салфетками с мазью на водорастворимой основе или с раствором гипохлорита натрия. При образовании ран большой площади после рыхлого тампонирования накладываются на рану редкие наводящие швы. Это необходимо делать для того, чтобы предотвратить резкое сокращение кожи и тем самым не дать возможности широко разойтись краям раны, что в дальнейшем облегчит наложение вторичных швов, так как при их наложении не будет сильного натяжения кожи, что позволит закрыть рану местными тканями.

Важными компонентами комплексного лечения АНИМТ является антибактериальная терапия, инфузионно-трансфузионная терапия, детоксикационная терапия, ГБО терапия. Перечисленные элементы комплексного лечения резко снижают бактериальную обсемененность раны, способствуют ее быстрому очищению, а проведенная консервативная терапия приводит к восстановлению гомеостаза.

После очищения раны, т.е. перехода раневого процесса во вторую фазу, представляется возможным закрытие раны. Рана закрывается наложением вторичных швов. Иногда приходится производить наложение вторичных швов методом дозированной дерматензии, чтобы избежать чрезмерного натяжения тканей при адаптации краев раны.

При ранах больших размеров не всегда удается закрыть рану наложением швов. Для пластики обширной раневой поверхности, когда возможности ее закрытия собственными тканями исчерпаны, используется метод свободной дерматомной кожной пластики.

Выводы.

1. Гнойно-воспалительные процессы, развивающиеся с участием НАБ, имеют характерные клинические признаки.

2. Если при обследовании больного из каждой группы признаков выявляется хотя бы два, то с уверенностью можно утверждать, что гнойно-воспалительный процесс протекает по типу АНИМТ.

3. Комплексное лечение АНИМТ способствует быстрому очищению раны, т.е. сокращению сроков течения I фазы раневого процесса.

4. Наложение швов на рану или кожная пластика значительно ускоряет течение II и III фазы раневого процесса. Способствует скорейшему восстановлению целостности кожного покрова, тем самым, сокращают сроки заживления ран.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Воробьев А. А., Миронов А. Ю., Пашков Е. П. и др. Состояние проблемы инфекций, вызываемых неспорообразующими анаэробными бактериями // *Вестн. Рос. АМН.* – 1996. – № 2. – С. 3–8.

2. Жидков С. А., Доронин В. С., Кузьмин Ю. В. и др. Программа лабораторной диагностики анаэробной неклостридиальной инфекции // *Медицинские новости.* – 1996. – № 11. – С. 22–25.

3. Оганесян С. С. Профилактика и лечение гнойных заболеваний и послеоперационных гнойных осложнений, протекающих с участием неклостридиальной анаэробной микрофлоры: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1989. – 35 с.

4. Колесов А. П., Столбовой А. В., Кочеровец В. И. Анаэробная инфекция в хирургии. – Л.: Медицина, 1989. – 160 с. Кочеровец В. И. Неклостридиальная анаэробная инфекция – ведущая этиологическая форма полимикробных инфекций в хирургии: Автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. – Л., 1990. – 39 с.

5. Кузьмин Ю. В., Жидков С. А., Абрамов Н. А. и др. Методика комплексного лечения анаэробной неклостридиальной инфекции // Медицинские новости. – 1997. – № 3. – С. 50–52.

KUZMIN Y. V.

The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

CAUSES OF ANAEROBIC NON-CLOSTRIDIAL INFECTION IN MILITARY PERSONNEL, DIAGNOSIS AND TREATMENT

Summary. *The reasons for the occurrence of anaerobic non-clostridial infection are shown by the example of purulent-inflammatory diseases of the soft tissue in the military. Clinically significant signs of ANIMT are presented, a scheme of complex treatment of ANIMT is developed. This has reduced the time of diagnosis and treatment of ANIMT.*

А. В. МАЗАНИК¹, Н. Ю. БЛАХОВ², О. А. ЧУМАНЕВИЧ¹, А. П. ТРУХАН¹

¹ Государственное учреждение «432 ордена Красной Звезды главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь»,

² Военно-медицинский факультет в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ ОСТРОГО БИЛИАРНОГО ПАНКРЕАТИТА

Аннотация. Представлены результаты лечения 27 пациентов с желчнокаменной болезнью, осложненной острым билиарным панкреатитом. Обоснованы целесообразность и эффективность лапароскопической холецистэктомии в сочетании с наружным дренированием желчных протоков в ранние сроки заболевания в комплексном лечении данной нозологической формы.

Актуальность. В настоящее время на долю острого панкреатита билиарной этиологии приходится 30–40 % всех случаев данного заболевания. Билиарный панкреатит трактуется как вторичное воспаление поджелудочной железы вследствие заболеваний желчевыводящей системы, чаще всего осложненной желчнокаменной болезнью. Ведущим фактором патогенеза при билиарном панкреатите является гипертензия в желчевыводящей системе, что определяет основную особенность лечения данной нозологической формы, а именно необходимость хирургического вмешательства на желчных протоках. Однако объем пособия, способ и сроки его выполнения остаются дискуссионными [1, 2, 3, 4].

Цель: оценить эффективность лапароскопической холецистэктомии в сочетании с наружным дренированием желчных протоков в ранние сроки заболевания в комплексном лечении острого панкреатита билиарной этиологии.

Материал и методы. Работа основана на результатах лечения 27 пациентов с желчнокаменной болезнью, осложненной острым билиарным панкреатитом, в 432 главном военном клиническом медицинском центре Вооруженных Сил Республики Беларусь (г. Минск) в 2016–2018 гг. Мужчин было 5 (18,5 %), женщин – 22 (81,5 %). Возраст пациентов варьировал от 57 до 84 лет и в среднем составил 61,7±5,3 года. Диагноз острого билиарного панкреатита устанавливался по результатам динамического клинико-лабораторного и инструментального обследования в течение первых суток от момента госпитализации в соответствии с критериями, определенными действующим клиническим протоколом по диагностике и лечению пациентов с острым панкреатитом. Показания к выполнению оперативного вмешательства устанавливали при наличии признаков билиарной гипертензии. Всем пациентам в 1–2-е сутки госпитализации выполнялась срочная лапароскопическая холецистэктомия с наружным дренированием желчных протоков через культю пузырного протока. В качестве дренажа использовали мочеточниковый катетер № 4–5. В послеоперационном периоде пациенты получали многокомпонентную интенсивную терапию в соответствии с действующим клиническим протоколом.

Результаты. В первые 24 часа от момента госпитализации было прооперировано 19 (70,4 %) пациентов, в сроки от 24 до 48 часов – 8 (29,6 %). Во всех случаях оперативному вмешательству предшествовала интенсивная предоперационная подготовка. Продолжительность оперативного вмешательства в среднем составила 53,2±17,6 минут. В трех случаях отмечались трудности в постановке дренажа в связи с извитым ходом пузырного протока, что, однако, не потребовало конверсии. Объем отделяемого по дренажу составлял до 700 мл желчи в первые сутки послеоперационного периода с тенденцией к уменьшению в дальнейшем. После купирования явлений острого панкреатита по показаниям выполнялись лечебно-диагностические мероприятия, направленные на окончательное устранение причин билиарной гипертензии. Летальных исходов не было. Средний срок госпитализации составил 9,8±2,3 суток. Дренаж извлекался через 20,7±1,1 суток после установки в стационарных условиях при следующей госпитализации после выполнения контрольных ультразвукового исследования и холангиографии.

Обсуждение. Анализ клинического материала показал целесообразность выполнения лапароскопической холецистэктомии с наружным дренированием желчных протоков в ранние сроки заболевания в комплексном лечении острого панкреатита билиарной этиологии. Ключевым преимуществом данного объема оперативного пособия является сохранение замыкательной функции большого дуоденального сосочка. Кроме того, раннее применение лапароскопической холецистэктомии с наружным дренированием желчных протоков предупреждает прогрессирование некротического поражения поджелудочной железы и развитие гнойных осложнений, сокращает сроки и улучшает результаты лечения.

Выводы.

В комплексное лечение острого билиарного панкреатита должны включаться мероприятия по устранению билиарной гипертензии как одного из основных патогенетических факторов развития заболевания.

Лапароскопическая холецистэктомия в сочетании с наружным дренированием желчных протоков в ранние сроки заболевания является эффективным компонентом в комплексном лечении острого панкреатита билиарной этиологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с острым панкреатитом при оказании медицинской помощи в стационарных условиях (клинический протокол, утвержденный Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.06.2017г. № 46) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/dadvfiles/001077_605253_46ost_h.pdf. – февраль 2109 г.

2. Паскарь, С. В. Патогенетические подходы в лечении билиарного панкреатита / С. В. Паскарь // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. – 2010. – Т. 3 (31). – С. 78–83.

3. Современные представления о патогенезе, диагностике и хирургическом лечении билиарного панкреатита / С. Я. Ивануса [и др.] // Вестн. хирургии им. И. И. Грекова – 2017. – Т. 176, № 1. – С 120–124.

4. IAP/APA evidence-based guidelines for the management of acute pancreatitis / Working Group IAP/APA Acute Pancreatitis Guidelines // Pancreatology. – 2013. – Vol. 13, № 4. – P. 1–15.

MAZANIK A., BLAKHOV N., CHUMANEVICH O., TRUKHAN A.

¹ 432 orders of the Red Star Main Military Clinical Medical Center of the Armed Forces of the Republic of Belarus

² The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

MINIMALLY INVASIVE TECHNOLOGIES IN THE TREATMENT OF ACUTE BILIARY PANCREATITIS

Summary. *The results of treatment of 27 patients with cholelithiasis complicated by acute biliary pancreatitis are presented. The expediency and effectiveness of laparoscopic cholecystectomy in combination with external drainage of the bile ducts in the early stages of the disease in the complex treatment of this nosological form are substantiated.*

С. М. МЕТЕЛЬСКИЙ¹, А. С. РУДОЙ², В. А. ЖАРИН¹,
И. С. ТАБОЛИЧ², Я. И. ВАЛЮЖЕНИЧ²

¹ Государственное учреждение «432 ордена Красной Звезды главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь»,

² Военно-медицинский факультет в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭТИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВНЕБОЛЬНИЧНЫХ ПНЕВМОНИЙ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ СРОЧНОЙ СЛУЖБЫ

Аннотация. Пневмония является одним из наиболее распространенных заболеваний терапевтического профиля, часто встречающихся среди лиц трудоспособного возраста, требующих стационарного лечения. Знание патогенетических звеньев развития заболевания, современных принципов диагностики являются неотъемлемой частью процесса усовершенствования оказания помощи при пневмониях.

Актуальность. Снижение заболеваемости военнослужащих срочной военной службы пневмонией для медицинской службы Вооруженных Сил Республики Беларусь (ВС РБ) остается актуальной задачей. Заболеваемость внебольничной пневмонией среди взрослого населения в развитых странах составляет 3,6–16 ‰ в год. В Вооруженных Силах Республики Беларусь заболеваемость пневмониями составляет в среднем 16–20%, при этом среди военнослужащих срочной службы, проходящих службу по призыву, она в отдельные годы превышала 40%, в то время как среди офицеров и прапорщиков – 4–9 ‰ [1]. Аналогичные показатели среди гражданского населения Республики Беларусь в среднем составляют 5–10%. Отдельного разбора требуют статистические данные 2017 г., когда заболеваемость среди военнослужащих, проходящих службу по призыву в ВС, составила 70,5%, в то время как среди офицеров и прапорщиков – 4,9%, среди курсантов – 44,8%.

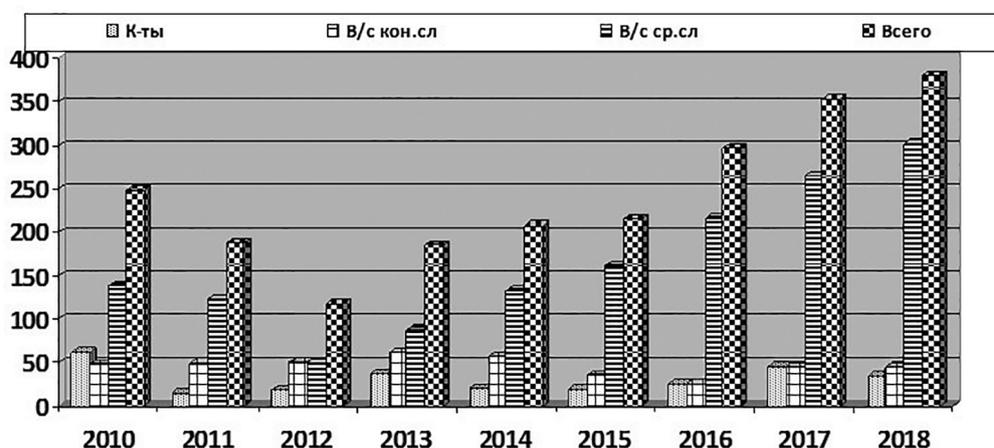


Рисунок 1. – Случаи внебольничных пневмоний среди различных категорий военнослужащих, проходивших стационарный этап лечения в пульмонологическом отделении 432 ГВКМЦ

Одним из ключевых вопросов, встающих перед врачом при ведении пациента с ВП, – о том, можно ли на основе клинико-anamnestических данных и результатов рентгенологической диагностики предположить этиологию заболевания. Результаты большинства современных исследований позволяют ответить на этот вопрос отрицательно. Известно, что видовой состав микрофлоры дыхательных путей зависит от характера окружающей среды, в которой находится индивид, а также от состояния макроорганизма, включая его возраст и общее состояние здоровья [2]. В связи с этим

мониторинг основных микроорганизмов является определяющим в проведении профилактических мероприятий и выбора антибактериального препарата.

В настоящий момент разделение ВП на «типичные» и «атипичные» на основании клинической картины упоминается скорее в историческом аспекте и не имеет особого значения. К наиболее значимым «атипичным» бактериальным возбудителям ВП в ВС РБ относятся такие микроорганизмы как *Mycoplasma pneumoniae* и *Chlamydomphila pneumoniae*. Выделение указанных микроорганизмов в отдельную клинически значимую группу обусловлено некоторыми морфологическими характеристиками, особенностями жизненного цикла (внутриклеточная локализация), природной резистентностью к ряду антимикробных препаратов, в первую очередь к β-лактамам, а также сходными методическими подходами к диагностике и лечению [3].

В противоположность инфекциям других локализаций, при которых «золотым стандартом» этиологической диагностики служит выделение соответствующих микроорганизмов из биологических образцов, в случаях пневмонии подобный диагностический подход не всегда можно реализовать на практике [4]. Технологии для изоляции «атипичных» возбудителей из респираторных секретов дороги, трудоемки, продолжительны и недоступны большинству лабораторий. Важно также и то обстоятельство, что в популяции весьма распространено бессимптомное носительство (это еще в большей степени относится к *S. pneumoniae*), так что выделение культуры возбудителя далеко не всегда может рассматриваться как указание на этиологию ВП [5]. Цель проводимого исследования – изучение этиологии и особенности течения внебольничных пневмоний у военнослужащих молодого возраста, проходящих военную службу по призыву. Задачами являются выявление основных возбудителей внебольничных пневмоний у военнослужащих срочной службы, установление роли основных «атипичных» возбудителей в этиологии внебольничных пневмоний у лиц молодого возраста в организованных коллективах, установление особенностей течения и исходов пневмоний в зависимости от этиологии.

Материалы и методы. С целью изучения этиологической роли возбудителей были обследованы 108 пациентов с клинико-рентгенологическим и лабораторным подтверждением ВП, поступивших в 432 ГВКМЦ в период с апреля 2017 по октябрь 2018 г. Критериями включения являлись верифицированная рентгенологически внебольничная пневмония, возраст от 18 до 26 лет, подписание информированного согласия. В качестве материала для обнаружения данных микроорганизмов проводилось бактериологическое исследование мокроты с последующей идентификацией возбудителя, определением чувствительности этиологического агента к антибиотикам автоматическим методом (с использованием автоматического анализатора Vitek 2 compact, фирмы BioMerieux, Франция). С целью определения «атипичных» возбудителей проводилось серологическое исследование по обнаружению специфических антител класса IgM и IgG к *Mycoplasma pneumoniae* и *Chlamydomphila pneumoniae* в сыворотках крови методом иммуноферментного анализа (наборы реагентов для ИФА Вектор БЕСТ, РФ).

Результаты исследования. Клиническое течение пневмоний характеризовалось нормализацией температуры тела в среднем через $2,8 \pm 0,4$ суток, прекращение аускультативного определения хрипов $4,7 \pm 0,5$ суток. Разрешение инфильтрации по рентгенологическим данным происходило через $14,4 \pm 0,6$ суток от начала антибактериальной терапии, что в среднем коррелировало и со средней продолжительностью стационарного лечения, которое составило $14,0 \pm 0,4$ суток.

По результатам проведения стандартного микробиологического исследования бактериологическим методом можно отметить, что забор мокроты у обследованных пациентов осуществлен лишь в 28 случаях (26 %), из них в 25 (97 %) случаях идентифицирован пневмококк (*Str. pneumoniae*). Невысокие показатели забора материала для бактериологического исследования объясняются не только скудным отделением мокроты либо ее полным отсутствием, но и возможными техническими и организационными трудностями.

Проведенные исследования позволили обнаружить повышение IgM к *M. pneumoniae* в 20 случаях (18,5 %), *S. pneumoniae* в пяти случаях (4,6 %), в двух случаях выявлена коинфекция *S. pneumoniae* и *M. pneumoniae* (1,1 %). Повышение уровня IgG ожидаемо отмечалось у большего количества пациентов, что можно связать с ранее перенесенной инфекцией или бессимптомным носительством. IgG к *M. pneumoniae*

выявлен у 40 пациентов (37,0 %), к *S. pneumoniae* в 6 случаях (6,5 %). Достоверных случаев коинфекции (пневмококк и атипичный возбудителей) не выявлено.

Отмечаются различия в локализации пневмоний в зависимости от этиологии. Хламидийные и микоплазменные пневмонии характеризовались более частыми эпизодами поражения средней доли правого легкого (34,8 % против 14,1 %), в то время как остальные случаи пневмоний характеризовались более частым поражением нижних сегментов обоих легких (62,4 % против 39,1 %).

Выводы. Заболеваемость внебольничной пневмонией среди военнослужащих находится на высоком уровне, в 4–5 раз превышая показатели гражданского населения республики.

Среди военнослужащих, проходящих службу по призыву, заболеваемость ВП многократно (в 11–12 раз) превышает аналогичные показатели среди военнослужащих, проходящих службу по контракту.

Удельный вклад «атипичных» возбудителей в этиологию внебольничных пневмоний у военнослужащих, проходящих службу по призыву, составляет до 21 %.

Основным возбудителем внебольничных пневмоний в организованных коллективах военнослужащих остается *Str. pneumoniae*

Эффективность бактериологического исследования мокроты для диагностики пневмоний остается на низком уровне (не более 25 %), что подчеркивает необходимость более широкого распространения современных методов диагностики (ИФА и ПЦР).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Бова А. А. Пневмонии: этиология, патогенез, клиника, диагностика. Сообщение 1. – 2017.
2. Новиков В. Е. Легочный хламидиоз: диагностика и лечение // Consilium medicum. М.: МедиаМедика. 2007; 9 (10): 46–48.
3. Biondi E. et al. Treatment of mycoplasma pneumonia: a systematic review // Pediatrics. – 2014. – Т. 133. – № 6. – С. 1081–1090.
4. Atkinson T. P., Balish M. F., Waites K. B. Epidemiology, clinical manifestations, pathogenesis and laboratory detection of Mycoplasma pneumoniae infections // FEMS microbiology reviews. – 2008. – Т. 32. – № 6. – С. 956–973.
5. Eun B. W. et al. Mycoplasma pneumoniae in Korean children: the epidemiology of pneumonia over an 18-year period // Journal of Infection. – 2008. – Т. 56. – № 5. – С. 326–331.

METELSKIJ S. M., RUDOY A. S., ZHARIN V. A.,
TABOLICH I. S., VALIUZHENICH Y. I.

¹ 432 orders of the Red Star Main Military Clinical Medical Center
of the Armed Forces of the Republic of Belarus

² The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

CHARACTERISTICS OF THE ETIOLOGICAL FEATURES OF COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA IN DRAFTEES

Summary. *Pneumonia is one of the most common diseases of therapeutic profile, often found among people of working age, requiring inpatient treatment. Knowledge pathogenetic links of the disease, modern diagnostic principles are an integral part of the process improvements relief pneumonia.*

УДК 615.012.6

А. С. ПОПОВ

Учреждение образования «Белорусская государственная академия авиации»,
г. Минск, Республика Беларусь**ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИЦ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

***Аннотация.** Лекарственные средства ноотропного и психостимулирующего действия прочно вошли в медицинскую практику и широко используются для профилактики и лечения многих патологических состояний. Модафинил представляет собой перспективное соединение для поддержания работоспособности в условиях депривации сна, что может найти применения не только в клинической, но военной медицине. Разработка дженерического средства типа Модафинил и его многоцелевое применение на практике является актуальной проблемой современной фармакологии Республики Беларусь и представляет собой перспективное направление научных исследований.*

Проблема сохранения высокого уровня эффективной работоспособности спортсмена в течение длительного времени, особенно в экстремальных условиях соревновательной деятельности, остается актуальной, несмотря на многочисленные исследования научно-прикладного характера в этой области [1, 2].

Лекарственные средства ноотропного и психостимулирующего действия прочно вошли в медицинскую практику и широко используются для профилактики и лечения многих патологических состояний. Особую группу составляют препараты – аналептики. Аналептики – лекарственные средства, оказывающие сильное возбуждающее действие на дыхательный и сосудодвигательный центры мозга непосредственно (кофеин, камфора) либо путем повышения их чувствительности (стрихнин), что стимулирует жизненно важные функции дыхания и кровообращения. К аналептикам относится группа лекарственных препаратов, способствующих возвращению сознания у пациентов, находящихся в состоянии комы или обморока. Они особенно ценны при лечении заболеваний, в основе которых лежит проявление сонливости, связанное с нарколепсией или со сдвигами рабочих смен, а также с абструктивным апноэ во сне. В последнее время они привлекают внимание для использования в качестве средств, продлевающих продолжительность бодрствования.

Скрининг соединений указанного действия, перспективных для использования в медицинской практике и в случаях возникновения чрезвычайных ситуаций, показал, что одним из наиболее эффективных соединений такого рода являются соединения группы замещенных тиацетамидов. Такого рода вещество является составляющим лекарственное средство Модафинил.

Лекарственные препараты для преодоления усталости и сохранения работоспособности в условиях депривации сна активно исследуются в военной медицине. В настоящее время для достижения этих целей в условиях ведения боевых действий или в иных экстремальных ситуациях в ряде стран (Великобритания, США, Канада) используются некоторые производные амфетамина, в СССР с аналогичными целями применялись сиднокарб, бемитил, бромантан. В последние годы проявляется интерес к Модафинилу, как альтернативе амфетаминам, для использования в боевых ситуациях, в которых военнослужащие сталкиваются с депривацией сна, таких как длительные миссии.

Министерство обороны Великобритании дало указания исследовать Модафинил корпорации QinetiQ и потратило 300 000 евро на одно исследование. В 2011 г. военно-воздушные силы Индии объявили о включении Модафинила в планы научно-исследовательских работ. Исследование Модафинила в качестве стимулятора показало, что он имеет ряд преимуществ по сравнению с амфетамином: практически не вызывает синдрома привыкания, сильной эйфории, агрессивности, минимально воздействует на кровяное давление, не вызывает синдрома «похмелья» после отмены препарата, обладает высоким профилем безопасности при кратковременном применении.

Действующее вещество было синтезировано в конце 70-х годов прошлого века французской фармацевтической компанией Lafon Group для лечения сонливости, связанной с нарколепсией. В 1986 году в результате испытаний выяснилось, что препарат противостоит не только нарколепсии, но и просто отключает на некоторое время потребность во сне. В 1994 году во Франции начался выпуск таблеток на основе действующего вещества Модафинила. В 1994 году права на использование этого препарата были проданы фирме Cefalon. Под названием Провигил в декабре 1986 года Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (FDA) разрешило продажу этого препарата как средства для лечения нарколепсии – заболевания, при котором люди внезапно засыпают в дневное время или при выполнении ответственной работы. FDA Модафинил одобрен для лечения нарушений сна, связанных со сдвигом рабочих смен и сонливости, связанной с абструктивным апноэ во сне. В некоторых странах Модафинил одобрен государственными регулирующими органами для лечения идиопатической гиперсомнии (патологической дневной сонливости причины которой устанавливаются). Для лечения гиперсомнии, связанной с нарколепсией, и абструктивным апноэ во сне рекомендуется однократный прием препарата в дозе 200 мг., хотя существуют данные клинических испытаний, согласно которым рекомендовано двукратное применение по 200 мг. как более эффективное. Однократный прием Модафинила в дозе 400 мг. не приводит к существенному повышению его эффективности по сравнению с дозировкой в 200 мг.

При лечении сонливости, связанной со сдвигом рабочих смен, рекомендуется однократный прием 200 мг. препарата за час до начала смены, хороший эффект достигаться также при однократном приеме в дозе 300 мг. Во всех случаях суточная дозировка не должна превышать 400 мг.

Есть различные мнения относительно того, могут ли когнитивные эффекты, которые Модафинил обнаруживает у здоровых людей, не страдающих от дефицита сна, быть достаточным для того, чтобы считать его усилителем когнитивных функций.

Установлено, что Модафинил улучшает некоторые аспекты кратковременной памяти, такие как запоминание цифр, вычисление и распознавание образов, но результаты, относящиеся к пространственной памяти, исполнительным функциям и вниманию, противоречивы. Некоторые позитивные эффекты Модафинила могут проявляются избирательно, например, у людей с низкой стрессоустойчивостью. Имеются данные о благоприятных эффектах при лечении кокаиновой зависимости, а также о его благоприятных эффектах при действии ряда других токсических веществ.

Таким образом, Модафинил представляет собой перспективное соединение для поддержания работоспособности в условиях депривации сна, что может найти применение не только в клинической, но и военной медицине.

Модафинил – новое лекарственное средство, аналептик, психостимулятор, ноотроп. Позволяет успешно лечить нарколепсию, улучшая при этом умственные способности человека, его применявшего. Модафинил также был описан как средство, обладающее активностью по отношению к центральной нервной системе, и которое может быть использовано при болезни Паркинсона.

Таким образом, разработка дженерического средства типа Модафинил и его многоцелевое применение на практике является актуальной проблемой современной фармакологии Республики Беларусь и представляет собой перспективное направление научных исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 331 с.
2. Гаркави, Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова. – 2-е изд., доп. – Ростов н/Д: Изд-во Ростов. ун-та, 1979. – 128 с.
3. Modafinil: restricted use. WHO Drug Information. – 2010. 2 (3). – p. 215.
4. European Medicine Agency Press Release. – EMA/459173/ 22 July 2010.
5. The world anti-doping code. WADA (17 March 2004). Режим доступа: <http://www.webcitation.org/6AtynG3bc>.

POPOV A. S.
Belarusian State Academy of Aviation

PHARMACOLOGICAL CORRECTION OF PROFESSIONAL ACTIVITIES OF PERSONS OF EXTREME ACTIVITIES

Summary. *Nootropic and psychostimulant drugs have become firmly established in medical practice and are widely used for the prevention and treatment of many pathological conditions. Modafinil is a promising compound for maintaining health in conditions of sleep deprivation, which can be applied not only in clinical but military medicine. The development of a generic drug of the Modafinil type and its multipurpose use in practice is an actual problem of modern pharmacology of the Republic of Belarus and is a promising area of scientific research.*

ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОТЕРАПИЯ В ПРАКТИКЕ ВОЕННЫХ МЕДИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС

Аннотация. Статья посвящена использованию современных методик транскраниальной электротерапии при лечении раненых и пораженных в условиях военного времени, а также пострадавших во время чрезвычайных ситуаций. В качестве практического лечебного использования предлагается отечественный физиотерапевтический аппарат транскраниальной электротерапии «Радиус-01 Кранио». Освещаются возможности транскраниальной электротерапии, приводятся различные методики электровоздействия на головной мозг.

В настоящее время среди методов физиотерапии важную роль играет транскраниальная электротерапия как метод специфического и неспецифического лечебного воздействия при различных заболеваниях. Однако применение такого воздействия в рамках военной медицины и медицины МЧС явно отстает от имеющихся практических возможностей.

Современная транскраниальная электротерапия включает в себя такие методики воздействия на головной мозг как электросонотерапия, транскраниальная электроанальгезия, транскраниальная электростимуляция, мезодиэнцефальная модуляция, транскраниальная гальванизация, транскраниальная микрополяризация, транскраниальная интерференцтерапия. Особое значение в практике военных медиков и специалистов медслужбы МЧС транскраниальная электротерапия приобретает в связи с ее лечебными возможностями, среди которых основными являются анальгетический, противошоковый, анестетический, аттарактический, транквилизирующий, седативный и церебропротекторный эффекты. Поэтому применение аппарата «Радиус-01 Кранио» позволит успешно бороться с болевыми синдромами различной этиологии, оказывать электровоздействие в комплексе с другими противошоковыми мероприятиями, оптимизировать анестезиологическое пособие при оперативных вмешательствах, устранять чувство страха, нервное возбуждение, нарушения сна, модулировать и восстанавливать функциональную активность головного мозга, а также оказывать лечебное воздействие при различных заболеваниях и поражениях внутренних органов.



Рисунок 1. – Аппарат транскраниальной электротерапии «Радиус-01 Кранио»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Лебедев В. П. Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально-клинические исследования. Том 1. 3-е изд. – СПб.: Институт физиологии им. И. П. Павлова, 2005. – 528 с.
2. Лебедев В. П. Транскраниальная электростимуляция. Том 2. 2-е издание. изд. – СПб.: Институт физиологии им. И. П. Павлова, 2005. – 523 с.

RYBIN I. A.

The Educational Establishment

«Belarusian Medical Academy of postgraduate education»

TRANSCRANIAL ELECTROTHERAPY IN THE PRACTICE OF MILITARY MEDICAL PERSONNEL AND SPECIALISTS OF MOES

Summary. *The article is devoted to the use of modern methods of transcranial electrotherapy in the treatment of the wounded and injured in wartime conditions, as well as those injured during emergency situations. As a practical therapeutic use, the domestic physiotherapeutic transcranial electrotherapy device «Radius-01 Kranio» is proposed. The possibilities of transcranial electrotherapy are highlighted, various methods of electrical stimulation of the brain are presented.*

УДК 613 – 057.36:615.47(476)

С. А. САВЧАНЧИК, А. Л. СТРИНКЕВИЧ, В. Г. БОГДАН
Военно-медицинский факультет в учреждении образования
«Белорусский государственный медицинский университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

КРОВООСТАНАВЛИВАЮЩИЙ ТУРНИКЕТ ТКБ-1 КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ИНДИВИДУАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. Совершенствование индивидуальных средств защиты головы и корпуса военнослужащего, а также широкое применение в военных конфликтах минно-взрывного оружия увеличивает риск ранения конечностей. Поэтому дальнейшее совершенствование средств остановки наружного кровотечения при повреждении сосудов конечностей сохраняет свою актуальность. Кровоостанавливающий турникет ТКБ-1, разработанный сотрудниками военно-медицинского факультета и конструкторским бюро ОАО «Лента», по своим характеристикам не уступает образцам кровоостанавливающих турникетов, принятых на снабжение в армиях других государств.

На поле боя среди погибших в результате массивной кровопотери около 67 % умирают в течение 10 мин, а еще 33 % в – промежутке от 10 мин до 1 часа после получения ранения [6]. Так, при ранении бедренной артерии из-за обильного кровотечения раненый быстро теряет сознание, а при кровотечении в течение 2 мин – умирает [1, 3]. В то же время простейшие приемы само- и взаимопомощи, оказанные в первые минуты после получения ранения, позволяют спасти до 20 % погибших [4].

Единственным способом, применяемым для остановки кровотечения в опасной зоне, является наложение турникета (жгута). Соответственно для сохранения жизни раненого конструкция турникета должна обеспечивать его максимально быстрое наложение при минимальных активных движениях раненого [2].

Цель. Провести анализ скоростных показателей наложения средств для временной остановки наружного кровотечения (кровоостанавливающие турникеты и жгут Эсмарха).

Материал и методы. Оценку скорости наложения турникета (жгута) в качестве само- и взаимопомощи на верхние и нижние конечности проводили на 100 добровольцах из числа военнослужащих мужского пола в возрасте от 18 до 23 лет, проходящих службу в воинских частях Вооруженных Сил Республики Беларусь, не имеющих в анамнезе нарушений свертывания крови, тромбоза глубоких вен или других заболеваний сосудов конечностей.

Оценку скорости наложения оценивали при использовании кровоостанавливающих турникетов (далее турникет) ТКБ-1 (Республика Беларусь), КЖ-01 (Российская Федерация), СПАС (Украина), САТ (США), SOFTTT-W (США) и резинового жгута Эсмарха.

За 1 день до проведения исследования со всеми военнослужащими проводили занятие по порядку использования каждой модели турникета (жгута) в качестве само- и взаимопомощи. Исходными данными при проведении занятия являлась инструкция по использованию турникетов (жгута), прилагаемые производителями изделий. Продолжительность занятий по изучению модели соответствовала программе военно-медицинской подготовки военнослужащих Вооруженных Сил Республики Беларусь для освоения порядка применения жгута Эсмарха. С целью моделирования боевой обстановки при проведении занятия моделировалась свето-шумовая имитация боя, военнослужащие были экипированы средствами индивидуальной бронезащиты (бронезилеты «Ворон-11», защитные шлемы «СКАТ-С1М1»).

При определении скорости наложения турникета (жгута) на верхнюю конечность военнослужащие располагались на полу в положении лежа на спине, турникет (жгут) находился у них на груди. «Раненую» конечность считали полностью недееспособной, то есть все движения данной конечностью максимально ограничивали. По команде военнослужащий выполнял наложение турникета (жгута) на верхнюю треть

плеча условно раненой конечности согласно инструкции по применению данной модели турникета (жгута). Отсчет времени начинали от подачи команды исследователем, заканчивали после того, как испытуемый подал сигнал («ВРЕМЯ») об успешном наложении турникета (жгута). Аналогичным способом военнослужащие накладывали турникет (жгут) на вторую руку.

При определении времени наложения турникета (жгута) на нижнюю конечность военнослужащие располагались на полу в положении лежа на условно «здоровом» боку, приводя условно раненую конечность к туловищу (сгибая в тазобедренном и коленном суставах), турникет (жгут) находился перед ним на полу на уровне груди. По команде военнослужащий выполнял наложение турникета (жгута) на верхнюю треть бедра условно раненой конечности согласно инструкции по применению данной модели турникета (жгута). Отсчет времени начинали от подачи команды исследователем, заканчивали после того, как испытуемый подал сигнал («ВРЕМЯ») об успешном наложении турникета (жгута).

Эффективность использования турникетов (жгута) при наложении на верхние и нижние конечности оценивали по наличию пульса на лучевой артерии и тыльной артерии стопы соответственно, а также по показаниям пульсоксиметра [5].

Статистическая обработка данных осуществлена с применением прикладного программного пакета «STATISTICA 10,0». Проверка статистических гипотез о виде распределения количественных признаков осуществлялась на основании критерия Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk's W test). По данным проведенных исследований рассчитаны медиана (Me) и интерквартильный размах (25-й; 75-й процентиля). Результаты представлены в формате Me (25-й; 75-й процентиля). Для сравнения динамики изменения показателя в исследуемых группах использовали критерий Уилкоксона для парных сравнений (Wilcoxon matched pairs test). Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Проведенный анализ показал, что в сравнении с турникетом КЖ-01 военнослужащие накладывали турникет ТКБ-1 достоверно быстрее как на верхние конечности (на 4,47 с быстрее на правую руку ($p=0,000000$) и на 2,53 с на левую ($p=0,000000$), так и на нижние (на 3,05 с быстрее на правую ногу ($p=0,000001$) и на 2,34 с на левую ($p=0,000084$)). Более низкую скорость наложения турникета КЖ-01 можно объяснить необходимостью совершать большее количество оборотов для перекрытия кровотока в дистальных отделах конечностей.

Скорость наложения турникета СПАС (Украина) сопоставима со скоростью использования турникета ТКБ-1 только при наложении на левую ногу ($p=0,615245$). На остальные конечности военнослужащие быстрее накладывали турникет ТКБ-1 (на 1,96 с быстрее на правую руку ($p=0,000007$), на 1,14 с на левую руку ($p=0,003917$) и на 1,08 с на правую ногу ($p=0,004942$)).

Турникет САТ по опыту его боевого применения считается одним из лучших для использования на догоспитальном этапе [7]. При этом различия в скорости применения данного турникета и турникета ТКБ-1 статистически недостоверны (15,03 с у САТ и 14,53 с у ТКБ-1 на правую руку ($p=0,075552$), 15,38 с и 14,98 с соответственно на левую руку ($p=0,306355$), 19,09 с и 18,6 с соответственно на правую ногу ($p=0,066892$) и 18,36 с и 18,62 с соответственно на левую ногу ($p=0,919209$)).

В сравнении с турникетом SOFTT-W (Special Operation Forces Tactical Tourniquet – Wide) турникет ТКБ-1 военнослужащие накладывали быстрее как на верхние конечности (на 7,7 с быстрее на правую руку ($p=0,000000$) и на 6,15 с на левую ($p=0,000000$)), так и на нижние (на 2,74 с быстрее на правую ногу ($p=0,000000$) и на 2,56 с на левую ($p=0,000008$)).

Скорость наложения жгута Эсмарха и турникета ТКБ-1 сопоставимы при их наложении на верхние конечности (15,6 с у жгута Эсмарха и 14,53 с у ТКБ-1 на правую руку ($p=0,059097$), 15,55 с и 14,98 с соответственно на левую руку ($p=0,150219$)). При наложении на нижние конечности жгут Эсмарха накладывался быстрее (16,46 с у жгута Эсмарха и 18,6 с у ТКБ-1 на правую ногу ($p=0,004389$), 15,96 с и 18,62 с соответственно на левую ногу ($p=0,000035$)). При оценке скорости наложения жгута Эсмарха следует учитывать, что в нашем исследовании военнослужащие фиксировали жгут завязыванием, что ускоряет наложение, но менее надежно в сравнении с фиксацией на штатные крепежные элементы.

Выводы:

По скорости наложения турникет ТКБ-1 сопоставим с турникетами САТ, СПАС и жгут Эсмарха, вместе с тем превосходит турникеты КЖ-01 и SOFTT-W.

Возможность быстрого и надежного пережатия сосудов позволяет рекомендовать турникет ТКБ-1 к широкому применению для оказания первой помощи на догоспитальном этапе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Бубнов, В. Г. Научные и практические основы повышения эффективности системы оказания первой помощи очевидцам на месте происшествия / В. Г. Бубнов. – Москва: ООО «ГАЛО БУБНОВ», 2012. – 62 с.
2. Военно-медицинская подготовка / В. Г. Богдан [и др.] // Учебник. – 2018. – 398 с.
3. Как остановить опасное для жизни кровотечение // Национальный центр массового обучения навыкам оказания первой помощи [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.spas01.ru/first-aid/bleeding/> – Дата доступа: 12.01.2015.
4. Пінчук, В. М. «Військові медики на полі бою (CombatMedicine)» / В. М. Пінчук, О. Л. Пінчук. – Київ, 2015. – 260 с.
5. Сравнительная характеристика эффективной кровоостанавливающих турникетов / С. А. Савчанчик [и др.] // Военная медицина. – 2017. – № 2. – С. 93–98.
6. Тюрин, М. В. Совершенствование оказания медицинской помощи при боевых действиях: мониторинг физиологического состояния военнослужащих / М. В. Тюрин [и др.] // Воен.-мед. журнал. – 2014. – Т.335, № 1. – С. 45–47.
7. Childers, R. Tourniquets exposed to the Afghanistan combat environment have decreased efficacy and increased breakage compared to unexposed tourniquets / R. Childers [et al.] // Military medicine, 2011. – Vol. 176 – P. 1400–1403.

SAUSHANCHYK S. A., STRYNKEVICH A. L., BOHDAN V. G.

The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

HEMOSTATIC TOURNIQUET TKB-1 AS A PROMISING MEANS OF INDIVIDUAL MEDICAL EQUIPMENT OF SOLDIERS

Summary. *The improvement of individual means of protection of the head and body of the soldier, as well as the widespread use of mine-explosive weapons in military conflicts increases the risk of injury to the limbs. Therefore, further improvement of means of stopping external bleeding in case of damage to the vessels of the limbs remains relevant. Hemostatic tourniquet TKB-1, developed by the staff of the military medical faculty and the design department of JSC «Lenta», its characteristics are not inferior to the samples of hemostatic tourniquet, taken on the supply in the armies of other countries.*

А. Л. СТРИНКЕВИЧ, С. А. САВЧАНЧИК, В. Г. БОГДАН

Военно-медицинский факультет в учреждении образования
«Белорусский государственный медицинский университет»
г. Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ КРОВООСТАНАВЛИВАЮЩЕГО ТУРНИКЕТА ТКБ-1 В КАЧЕСТВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СРЕДСТВА ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Аннотация. *Использование кровоостанавливающего турникета ТКБ-1, разработанного сотрудниками военно-медицинского факультета совместно с конструкторским бюро ОАО «Лента», не ограничивается возможностью остановки массивного кровотечения при ранениях конечности. В случае необходимости его можно применять для оказания первой помощи раненому на поле боя при различных травмах и ранениях, а также для эвакуации раненого. Применение турникета ТКБ-1 в качестве индивидуального медицинского оснащения военнослужащих Республики Беларусь позволит существенно расширить возможности по оказанию первой помощи.*

Высокая подвижности подразделений, большая огневая и ударная сила применяемых средств огневого поражения, быстрые и резкие изменения обстановки буквально в течение минут [2] резко ограничивают сроки оказания первой помощи при получении ранения. В связи с этим все более жесткие требования предъявляются к индивидуальному медицинскому оснащению (ИМО) военнослужащих [1], которое должно с одной стороны обеспечивать эффективное оказание первой помощи при наиболее вероятных ранениях и травмах, с другой – быть легким, компактным и простым в использовании. Нарастание тяжести боевой травмы, увеличение сочетанных и множественных ранений [3] требует увеличения объема имущества для эффективного оказания первой помощи. Однако перечень средств ИМО не может быть значительно расширен, так как это неизбежно приведет к увеличению массы и габаритов носимого оснащения, что в свою очередь в конечном итоге будет снижать маневренность бойца и делать его более уязвимым для огня противника.

В данном аспекте важное значение приобретает возможность многоцелевого применения средств ИМО – их многофункциональность.

Конструктивные решения, примененные в разработанном сотрудниками военно-медицинского факультета и конструкторским бюро ОАО «Лента», кровоостанавливающим турникете ТКБ-1, позволяют использовать данное изделие для расширения возможностей оказания первой помощи раненому на поле боя, при этом сокращая сроки и повышая эффективность оказания данной помощи.

Цель. Провести сравнительный анализ скорости и качества оказания первой помощи при различных травмах и ранениях традиционными способами и с использованием кровоостанавливающего турникета ТКБ-1.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 63 добровольца из числа военнослужащих в возрасте 19 (18;20) лет, прошедшие обучение по программе военно-медицинской подготовки для военнослужащих Вооруженных Сил Республики Беларусь. Дополнительно с испытуемыми были проведены занятия по использованию кровоостанавливающего турникета ТКБ-1 в количестве 2 часов. Проведение исследования было одобрено и проводилось под контролем комитета по биоэтике УО «Белорусский государственный медицинский университет» (протокол № 10 от 23.05.2018 г.).

При проведении исследования оценивали возможность применения турникета ТКБ-1 для: наложения давящей повязки; фиксации подручных средств при транспортной иммобилизации шейного отдела позвоночника; транспортной иммобилизации ключицы; транспортной иммобилизации нижней челюсти; фиксации шины из подручного материала при транспортной иммобилизации плеча (предплечья); фиксации шины из подручного материала при транспортной иммобилизации голени; эвакуации раненого из моделированной опасной зоны (из-под огня противника); извлечения раненого из бронетехники.

Статистическая обработка данных осуществлена с применением прикладного программного пакета «STATISTICA 10,0». Проверка статистических гипотез о виде распределения количественных признаков осуществлялась на основании критерия Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk's W test). По данным проведенных исследований рассчитаны медиана (Me) и интерквартильный размах (25-й; 75-й процентиля). Результаты представлены в формате Me (25-й; 75-й процентиля). Для сравнения динамики изменения показателя в исследуемых группах использовали критерий Уилкоксона для парных сравнений (Wilcoxon matched pairs test). Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования.

Давящую повязку на бедро в порядке самопомощи с использованием турникета ТКБ-1 испытуемые накладывали за 16,96 (15,31;19,11) с, а с использованием ППИ – за 94,27 (90,5;99,59) с, что достоверно в 5,6 раза дольше ($p=0,000$). Таким образом, использование турникета ТКБ-1 позволяет быстро создать локальное давление на рану.

Сравнение амплитуды движений после транспортной иммобилизации шейного отдела позвоночника продемонстрировало схожую эффективность табельной шины ШТЛБ и зафиксированного турникетом ТКБ-1 подручного материала. Амплитуда движений головы в сагиттальной плоскости в опытной группе и в контроле составила по 2,0 см вперед ($p=0,488798$) и по 1,0 см назад ($p=0,253536$), во фронтальной плоскости – по 2,0 см вправо ($p=0,612855$) и по 2,0 см влево ($p=0,912559$), при ротации головы – по 3,0 см при повороте головы вправо ($p=0,067342$) и влево ($p=0,117656$). Отсутствие статистически значимых отличий в амплитуде отклонения головы между опытной и контрольной группами свидетельствует о высокой степени эффективности транспортной иммобилизации шейного отдела позвоночника с использованием турникета ТКБ-1.

Транспортная иммобилизация нижней челюсти в порядке взаимопомощи с использованием турникета ТКБ-1 была выполнена за 10,9 (9,53;13,25) с, что достоверно на 49,56 с быстрее, чем при ее фиксации с помощью бинта из ППИ (60,46 (56,49;63,73) ($p=0,000$).

Для фиксации шины из подручного материала к плечу в порядке взаимопомощи с использованием двух турникетов ТКБ-1 испытуемым потребовалось 29,53 (27,41;30,90) с, а для ее фиксации с помощью бинта из ППИ – достоверно на 16,39 с больше (45,92 (43,04;46,87) с, $p=0,000$). Применение обоих способов обеспечило неподвижную фиксацию шины к плечу условно раненого.

Эвакуацию условно раненого из моделированной опасной зоны (из-под огня противника) на 10 м с использованием турникета ТКБ-1 эвакуирующие выполняли за 61,74 (59,83;64,08) с, что сопоставимо по скорости с эвакуацией методом переползания на боку (62,07 (60,12;64,82) с, $p=0,562571$). Однако при использовании для перетаскивания турникета ТКБ-1 высота возвышения раненого и эвакуирующего над поверхностью земли в среднем составила 24,0 (24;25) см, а при переползании на боку – 34,0 (33;35,5) см ($p=0,000000$), что делает условно раненого и эвакуирующего более заметными для противника.

Извлечение условно раненого с места наводчика оператора БМП-2 с использованием двух турникетов ТКБ-1 испытуемые выполняли в среднем за 34,14 (31,92;36,3) с, а при использовании лямки Ш-4 – за 52,59 (50,44;54,99) с, что достоверно на 18,45 с (в 1,54 раза) больше ($p=0,000000$).

Выводы:

Анализ применения кровоостанавливающего турникета ТКБ-1 как многофункционального средства индивидуального медицинского оснащения военнослужащих позволил установить, что использование данного устройства позволяет повысить скорость и эффективность выполнения приемов первой помощи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Калиничев, Б. Совершенствование экипировки военнослужащих в ведущих странах мира / Б. Калиничев // Зарубежное военное обозрение. – 2007. – № 5. – С. 30–36.
2. Платкин, И. П. Действия солдата, мотострелкового отделения (танка) в бою: учеб. пособие / И. П. Платкин. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 150 с.
3. Смелая, Т. В. Неотложные мероприятия на догоспитальном этапе при боевой травме / Т. В. Смелая, В. Е. Никитаев // Общая реаниматология. – 2006. – № 2. – С. 49–51.

STRYNKEVICH A. L., SAUSHANCHYK S. A., BOHDAN V. G.
The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

**THE USE OF HEMOSTATIC TOURNIQUET TKB-1
AS A MULTIFUNCTIONAL FIRST AID**

Summary. *The use of hemostatic tourniquet TKB-1, developed by the staff of the military medical faculty in conjunction with the design department of JSC «Lenta», is not limited to the ability to stop massive bleeding in limb wounds. If necessary, it can be used to provide first aid to the wounded on the battlefield with various injuries and wounds, as well as to evacuate the wounded. The use of the tourniquet TKB-1 as an individual medical equipment for servicemen of the Republic of Belarus will significantly expand the possibilities for first aid.*

К. А. ФЕДОРОВ¹, А. А. СУХАРЕВ¹, В. Г. БОГДАН²

¹ Государственное учреждение «432 ордена Красной Звезды главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь»,

² Военно-медицинский факультет в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет»
г. Минск, Республика Беларусь

РЕКОНСТРУКТИВНАЯ ХИРУРГИЯ БОЕВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОНЕЧНОСТЕЙ

Аннотация. С неутрачиваемой силой нарастает количество случаев применения летального оружия в мирное время. При этом основной целью становится причинение вреда как можно большему количеству людей. На первый план среди таких случаев выходит использование самодельных взрывных устройств. По механогенезу полученные ранения можно отнести к минно-взрывной травме. Обобщая последние сведения о патогенезе боевых ранений можно сделать вывод, что формируется своеобразный паттерн повреждения, при котором хирург встречается с массивной потерей мягких тканей, сложным внутрисуставными переломами, реже переломом изолированной длинной трубчатой кости, а также повреждением сосудисто-нервного пучка на протяжении. Такие травмы являются сложными, и несмотря на богатое разнообразие диагностического оборудования, характеризуются индивидуальностью каждого случая и требуют комплексного подхода в выборе методики лечения. Все пациенты с боевыми ранениями нуждаются в консультации специалиста компетентного в реконструктивной хирургии для своевременного проведения кожно-пластических вмешательств в том числе с восстановлением целостности сосудов и/или нервов. При локализации повреждения в области стопы целесообразно применение нейроваскулярных кожно-фасциальных лоскутов на дистальном основании, таких как суралис- и сафенус-лоскуты, которые могут рассматриваться как методика выбора.

С неутрачиваемой силой нарастает количество случаев применения летального оружия в мирное время. При этом основной целью становится причинение вреда как можно большему количеству людей. На первый план среди таких случаев выходит использование самодельных взрывных устройств. По механогенезу полученные ранения можно отнести к минно-взрывной травме. Обобщая последние сведения о патогенезе боевых ранений можно сделать вывод, что формируется своеобразный паттерн повреждения, при котором хирург встречается с массивной потерей мягких тканей, сложным внутрисуставными переломами, реже переломом изолированной длинной трубчатой кости, а также повреждением сосудисто-нервного пучка на протяжении. Такие травмы являются сложными, и несмотря на богатое разнообразие диагностического оборудования, характеризуются индивидуальностью каждого случая и требуют комплексного подхода в выборе методики лечения.

В наше исследование были включены 56 пациентов с боевой травмой конечностей. Основным критерием было наличие дефекта мягких тканей, требующего замещения в зависимости от разных факторов. У 33 пациентов (59 %) имели место огнестрельные ранения и 23 пациентов (41 %) – взрывные травмы. 82 % пациентов были в возрасте от 18 до 40 лет. Помимо 42 случаев, изолированных повреждения (75 %), которые можно было отнести к той или иной исследуемой группе, 14 случаев (25 %) являлись комбинированными или сочетанными, распределение проводилось с учетом локализации дефекта мягких тканей. 18 случаев (32,1 %) сопровождалось огнестрельными переломами. Повреждения кисти и тыла стопы составили 15 случаев (26,8 %). Пяти пациентам реконструктивные операции проводились в области пятки и подошвенной поверхности стопы (8,9 %). В оставшихся 18 случаях дефект мягких тканей не был глубоким (до подкожной жировой клетчатки), однако был распространенным (32,1 %).

Для закрытия ран применялись различные реконструктивные методы: первично-отсроченный шов раны – 15 случаев (26,8 %), аутодермопластика – 12 случаев (21,8 %), пластика перемещенными местными лоскутами – 13 случаев (23,6 %), реконструкция с применением несвободных лоскутов на сосудистой ножке – 12 случаев (21,8 %), трансплантация свободных полнослойных лоскутов – 4 случая (7,3 %). Среднее, времена пребывания в стационаре по поводу реконструктивных операций составило 30±6 суток.

После анализа результатов лечения нами были выделены 3 группы повреждений мягких тканей: 1) в проекции переломов (включая случаи хронического остеомиелита); 2) в области расположения (с обнажением) сухожилий, сосудов и нервов; 3) большие по площади дефекты ($S \geq 30 \text{ см}^2$).

Основное внимание в исследовании было обращено на применение кожно-фасциальных лоскутов, а именно на возможность их раннего использования, а также на способы упрощения технического исполнения для более широкого внедрения в лечебные учреждения различного уровня. Так, нами была усовершенствована и внедрена методика применения лоскутов на сосудистой ножке с сохранением кожной «дорожки» над ней, которая выступает дополнительным направлением кровоснабжения лоскута, а также выполняет опорную функцию. В 3-х случаях методикой был усовершенствован торакодорзальный лоскут. В 10-ти случаях методика была применена совместно с нейроваскулярными лоскутами на голени. Полное приживление лоскутов по данной методике отмечено у всех пациентов (100 %).

Исследование проводилось с целью выявления закономерностей в лечении боевой травмы сопровождающейся дефектом мягких тканей. В результате мы получили и подтвердили ряд выводов:

1. При всех боевых повреждениях нужно говорить о необходимости применения реконструктивных вмешательств;
2. Для оценки возможности проведения реконструктивного вмешательства должны учитываться как местный статус раны, так и общее состояние пациента;
3. Применение реконструктивных методик для закрытия дефектов мягких тканей в ранние сроки способствует быстрейшему сращению переломов в том числе огнестрельных;
4. Применение кожно-фасциальных лоскутов должно рассматриваться как методика оперативного лечения, проводимая в ранние сроки, что позволяет ускорить и облегчить дальнейшую реабилитацию;
5. Предложенная методика является простой в техническом исполнении, не требует дополнительного оборудования, может выполняться врачами-хирургами стационаров;

После сравнения применения лоскутов с другими методами закрытия дефектов мягких тканей во всех группах выявлено улучшение таких показателей как: среднее время пребывания в стационаре 30 ± 6 суток, возможность ранней реабилитации (сразу после снятия швов), хорошие функциональные и эстетические результаты как в раннем, так и в отдаленном послеоперационном периоде.

Для выполнения предложенной методики, достаточно общехирургического инструментария и отсутствует необходимость применения микрохирургического этапа. Во всех случаях повреждений, сопровождающихся дефектом мягких тканей требовались хорошие знания локальной анатомии и регионарной симптоматики повреждения нервов и магистральных сосудов. Все пациенты с боевыми ранениями нуждаются в консультации специалиста компетентного в реконструктивной хирургии для своевременного проведения кожно-пластических вмешательств в том числе с восстановлением целостности сосудов и/или нервов. При локализации повреждения в области стопы целесообразно применение нейроваскулярных кожно-фасциальных лоскутов на дистальном основании, таких как суралис- и сафенус-лоскуты, которые могут рассматриваться как методика выбора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Федоров, К. А. Использование полнослойных кожно-фасциальных лоскутов для закрытия мягкотканых дефектов / К. А. Федоров, А. А. Сухарев, В. Г. Богдан // Воен. мед. – 2015. – № 4. – С. 145.
2. Сухарев, А. А. Использование полнослойных кожно-фасциальных лоскутов для закрытия мягкотканых дефектов при лечении огнестрельных ран / А. А. Сухарев, В. Г. Богдан, К. А. Федоров // Тезисы XII съезда хирургов России (Ростов-на-Дону, 7–9 октября 2015) / Альманах Института хирургии имени А. В. Вишневского. – 2015. – № 2. – С. 763.
3. Bogdan, V. Plastic soft tissue defects vascularized tissue complexes in the treatment of patients with combat damage to a limb / V. Bogdan, A. Eskov, A. Sukharev, K. Fedorov // Book of scientific abstracts (4th ICMM – Pan European Congress of Military Medicine, Parish, 23–26 May, 2016). – 2016. – P. 27–28.

4. Федоров, К. А. Применение нейроваскулярных лоскутов для закрытия дефектов мягких тканей голени и стопы / К. А. Федоров, А. А. Сухарев, В. Г. Богдан // Материалы 3-й Азиатско-Тихоокеанского конгресса по военной медицине (8–12 августа 2016, Санкт-Петербург). – 2016. – С. 69.

5. Сухарев, А. А. Реконструктивная хирургия боевых повреждений / А. А. Сухарев, К. А. Федоров, В. Г. Богдан // Материалы 3-й Азиатско-Тихоокеанского конгресса по военной медицине (8–12 августа 2016, Санкт-Петербург). – 2016. – С. 91–92.

6. Федоров, К. А. Применение нейроваскулярных кожно-фасциальных лоскутов на дистальном основании для закрытия дефектов мягких тканей голени и стопы / К. А. Федоров, А. А. Сухарев, В. Г. Богдан / Актуальные вопросы неотложной хирургии: мат. XXVI пленума хирургов Республики Беларусь и Республиканской научно-практической конференции (Молодечно, 3–4 ноября 2016 г.) // под. ред. д-ра мед наук проф. Г. Г. Кондратенко. Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2016. – С. 501–503.

FIODOROV K. A., SUKHAREV A. A., BOHDAN V. G.

¹ 432 orders of the Red Star Main Military Clinical Medical Center
of the Armed Forces of the Republic of Belarus

² The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

RECONSTRUCTIVE SURGERY OF COMBAT INJURIES OF THE LIMBS

Summary. *The number of cases of use of lethal weapons in peacetime is growing with relentless force. At the same time, the main purpose is to cause harm to as many people as possible. The use of improvised explosive devices comes to the fore among such cases. According to the mechanogenesis of the injuries can be attributed to mine-explosive injury. Summarizing the latest information on the pathogenesis of combat wounds, we can conclude that a peculiar damage pattern is formed, in which the surgeon encounters massive soft tissue loss, complex intra-articular fractures, less often a fracture of an isolated long tubular bone, as well as damage to the neurovascular bundle over. Such injuries are complex, and despite the rich variety of diagnostic equipment, they are characterized by the individuality of each case and require an integrated approach in the choice of treatment methods. All patients with war injuries need the advice of a specialist competent in reconstructive surgery for timely skin-plastic surgery, including the restoration of the integrity of blood vessels and / or nerves. When localizing damage to the foot, it is advisable to use neurovascular skin and fascial flaps on a distal base, such as suralis and safenus flaps, which can be considered as a method of choice.*

Д. И. ШИРКО, В. И. ДОРОШЕВИЧ

Военно-медицинский факультет в учреждении образования
«Белорусский государственный медицинский университет»
г. Минск, Республика Беларусь

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

Аннотация. Перспективными направлениями в комплексной оценке состояния здоровья военнослужащих являются физическое развитие и статус питания. Их применение позволит изучить уровень здоровья военнослужащих, разрабатывать профилактические мероприятия по улучшению условий жизнедеятельности и фактического питания с целью коррекции статуса питания и улучшения состояния здоровья, анализа эффективности проводимых мероприятий.

В настоящее время состояние здоровья военнослужащих рассматривается также как один из основных факторов боевой готовности Вооруженных Сил, поэтому одной из основных задач, стоящих перед командирами и начальниками всех степеней, в том числе и военными медиками, является его сохранение и укрепление.

В соответствии с руководящими документами в Вооруженных Силах состояние здоровья военнослужащих рассматривается как комплексный медико-статистический показатель, применяемый при медицинской оценке воинского коллектива в целом или отдельного военнослужащего по наличию или отсутствию заболеваний [4].

По нашему мнению, это является не совсем корректным, так как оценивается не уровень здоровья, а степень «нездоровья» и связанные с ней последствия.

Состояние здоровья – это постоянно меняющийся динамический процесс [2], который нуждается в количественном определении [1], что позволит давать его оценку и осуществлять прогнозирование [6]. Поэтому назрела необходимость в разработке показателя, позволяющего оценить уровень состояния здоровья военнослужащих.

Одним из объективных показателей состояния здоровья является физическое развитие, под которым понимается комплекс морфологических и функциональных свойств организма, характеризующих размеры, форму, структурно-механические качества и гармоничность развития человеческого тела, а также запас его физических сил и физиологических резервов. [3].

В настоящее время в Вооруженных Силах физическое развитие военнослужащих определяется исключительно по величине индекса массы тела (далее – ИМТ), рассчитываемого по результатам измерения длины и массы тела. В зависимости от величины данного показателя выделяются 4 группы физического развития: оптимальное, среднее, ниже среднего и выше среднего [4].

Вместе с тем ИМТ в большей степени характеризует гармоничность, а не степень физического развития, величины, используемые в качестве критериев физического развития «выше среднего» (для военнослужащих 18–25 лет – ИМТ более 23 кг/м², 26–45 лет – 26 кг/м²), говорят скорее не об улучшении, а об ухудшении состояния здоровья.

В объем обязательных обследований военнослужащих помимо показателей длины и массы тела входят определение окружности грудной клетки (ОГК), спирометрия, кистевая динамометрия. Поэтому имеет смысл использовать их всех, для всесторонней оценки физического развития военнослужащих.

В результате проведенных исследований более чем 1500 военнослужащих, с использованием метода сигмальных отклонений [5], были разработаны критерии оценки роста, ИМТ, ОГК, жизненного (ЖИ) и силового индексов (СИ), а также комплексный показатель оценки физического развития военнослужащих, рассчитываемый по сумме баллов, полученных по данным показателям (таблица 1).

23 балла и более указывают на высокое физическое развитие, 18–22 балла – вышесреднего, 13–17 баллов – среднее, 8–12 баллов – ниже среднего, 7 баллов и менее – низкое физическое развитие.

Таблица 1. – Критерии оценки физического развития военнослужащих

Рост, см	↓163	163–169	170–184	185–191	↑191
баллы	1	2	3	4	5
ИМТ, кг/м ²	↓18,5	18,5–20,0	20,0–25,0	25,0–27,5	↑27,5
баллы	1	3	5	3	1
ОГК, см	↓80	80–85	85–95	95–100	↑100
баллы	1	2	3	4	5
ЖИ, мл/кг	↓55	55–60	60–70	70–75	↑75
баллы	1	2	3	4	5
СИ, %	↓60	60–65	65–75	75–80	↑80
баллы	1	2	3	4	5

Также в последние годы сформировалось еще одно перспективное направление в области медицинских знаний – изучение статуса питания, позволяющего более адекватно оценить уровень и состояние здоровья человека и популяции [1].

Для оценки состояния здоровья по статусу питания используются наиболее информативные и достоверные показатели, которые характеризуют структуру тела, функциональные и адаптационные возможности организма, а также его психологическое состояние.

В результате проведенных нами исследований установлено, что наиболее информативными показателями для оценки состояния здоровья молодых людей по статусу питания являются величина жирового компонента тела (ЖКТ), комплексный показатель физической подготовленности (ПФП), времени выполнения пробы с задержкой дыхания на входе Штанге (ПШ), индекс функциональных изменений системы кровообращения (ИФИ) и выраженность личностной тревожности (ЛТ).

На основании полученных результатов разработан комплексный показатель оценки статуса питания молодых людей 18–25-летнего возраста, рассчитываемый по сумме баллов, полученных при оценке величин перечисленных показателей (табл. 2).

23–25 баллов соответствуют оптимальному статусу питания, 18–22 балла – пониженному или повышенному, 15–17 баллов – недостаточному или избыточному.

Определение недостаточного или избыточного, пониженного или повышенного статуса питания проводится на основании показателей ЖКТ (выше или ниже оптимальных значений, в соответствии с суммой набранных баллов).

При оптимальных значениях данного показателя, статус питания обследованных с величиной ЖКТ до 15 % оценивают как пониженный или недостаточный, в зависимости от общего количества набранных баллов, более 15 % – повышенный или избыточный

Таблица 2. – Шкала оценки статуса питания

Статус питания	недостаточный	пониженный	оптимальный	повышенный	избыточный
ЖКТ, %	менее 9	9–12	12–18	18–21	более 21
баллы	3	4	5	4	3
ИФИ, усл. ед.	менее 1,85	1,85–1,99	2,00–2,30	2,31–2,45	более 2,45
баллы	3	4	5	4	3
ПФП, баллы	менее 150	150–269	270 и более	150–269	150–269
баллы	3	4	5	4	3
ПЗД, с	менее 43	43–49	50 и более	43–49	менее 43
баллы	3	4	5	4	3
Личностная тревожность, баллы	более 41	39–41	30–38	27–29	менее 27
баллы	3	4	5	4	3

Применение на практике разработанных критериев оценки физического развития и статуса питания позволит оценить уровень здоровья военнослужащих, разраба-

тивать профилактические мероприятия по улучшению условий жизнедеятельности и фактического питания с целью коррекции статуса питания и улучшения состояния здоровья, анализа эффективности проводимых мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Амосов, Н. М. Раздумья о здоровье / Н. М. Амосов. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 64 с.
2. Казначеев, В. П. Основы общей валеологии : учеб. пособие / В. П. Казначеев, Н. А. Склянова. – Новосибирск : Магистр, 1998. – 78 с.
3. Мотылянская, Р. Е. Врачебный контроль при массовой физкультурно-оздоровительной работе / Р. Е. Мотылянская, Л. А. Ерусалимский. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 96 с.
4. О порядке медицинского обеспечения Вооруженных Сил в мирное время: инструкция: утв. приказом Министра обороны Респ. Беларусь 04.10.2017 г. № 1500 Минск, 2017. – 327 с.
5. Растатурина, Л. Н. Методы оценки физического развития детей и подростков: методическое пособие / Л. Н. Растатурина, Ф. К. Идиятуллина ; ГУОВПО. – Казань: КГМУ, 2010. – 44 с.
6. Трушкина, Л. Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л. Ю. Трушкина, А. Г. Трушкин, Л. М. Демьянова. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006. – 528 с.

SHIRKO D. I., DOROSHEVICH V. I.

The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

MODERN APPROACHES TO ASSESSMENT OF THE STATE OF HEALTH OF THE MILITARY PERSONNEL

***Summary.** The perspective directions in complex assessment of a condition of health of the military personnel are physical development and the status of food. Their use will allow to study the level of health of the military personnel, to develop preventive actions for improvement of conditions of activity and the actual food for the purpose of correction of the status of food and improvement of the state of health, the analysis of efficiency of the held actions.*

С. Н. ШНИТКО

Военно-медицинский факультет в учреждении образования
«Белорусский государственный медицинский университет»
г. Минск, Республика Беларусь

ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕННОГО ВЫЗДОРОВЛЕНИЯ В ХИРУРГИИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЙ ГРУДИ

Аннотация. Программа ускоренного восстановления после оперативных вмешательств включает рациональные переоперативное ведение пациентов и анестезию, эндоскопические операции и раннюю реабилитацию в послеоперационном периоде. Данная программа при огнестрельных ранениях груди сокращает госпитальный период в 2 раза и число осложнений в 7 раз.

Проведенные в конце 90-х годов прошлого столетия исследования выявили, что ряд методов ведения пациентов в периоперационном периоде неэффективны: голодание, длительная подготовка кишечника перед операцией; обязательное применение назогастральных зондов; длительное дренирование послеоперационных ран и продолжительный постельный режим.

В настоящее время наблюдается существенное изменение тактики ведения пациентов в периоперационном периоде. Это связано с новыми подходами к подготовке пациентов в дооперационном периоде, к обезболиванию, внедрением методов, снижающих стрессовый ответ организма на операционную травму, а также использованием минимально-инвазивных хирургических вмешательств [3].

Это привело к появлению концепции Fast Track Surgery (FTS). Датский профессор Н. Kehlet предложил мультимодальный подход с целью воздействия на все этапы периоперационного периода для уменьшения частоты осложнений и сроков пребывания пациентов в стационаре [4]. На момент становления программы FTS акцент делали на ускорение выписки пациента из стационара и уменьшения стоимости лечения. В дальнейшем концепция была доработана и расширена. В настоящее время на смену термину Fast Track Surgery (быстрый путь в хирургии) пришло понятие «ускоренное восстановление после хирургических операций» (Enhanced Recovery After Surgery-ERAS) [2].

Большинство опубликованных научных статей в области торакальной хирургии описывают результативность лишь отдельных элементов хирургии «FTS». Эффективность мультимодальной программы ERAS в торакальной хирургии отражена только в одном проспективном рандомизированном исследовании [5], а в хирургии огнестрельных ранений груди (ОРГ) также в одном исследовании [1].

Целью нашего исследования было изучение эффективности использования программы ERAS в лечении пострадавших с ОРГ.

На обследовании и лечении находились 113 пострадавших с ОРГ. Из них у 80 (70,8 %) имелись пулевые ранения, у – 33 (29,2 %) – осколочные. Сквозные ранения диагностированы у 60 (53,1 %), огнестрельные проникающие ранения груди – у 93 (82,3 %).

Принципиальная схема лечения раненых в грудь с включением программы ERAS состояла из: эффективного устранения боли в периоперационном периоде; раннего и полноценного дренирования плевральной полости; герметизации и стабилизации грудной стенки; мероприятий, направленных на скорейшее расправление легкого; устранения бронхиальной обструкции и поддержания проходимости дыхательных путей; преимущественного использования видеоторакоскопических оперативных вмешательств; стандартной антимикробной профилактики; поддержания адекватного объема инфузии; ранних послеоперационного перорального питания и мобилизации пострадавших.

Хирургическая обработка ран осуществлена у 11 (10,0 %) пострадавших. Торакотомия выполнена у 12 (10,6 %) пострадавших с ОРГ. У 13 (11,5 %) раненых с ОРГ осуществлены видеоторакоскопические операции (VTC операции).

В послеоперационном периоде у 5 (4,4 %) раненых развилась эмпиема плевры, у 10 (8,8 %) – пневмония, у 10 (8,8 %) – нагноение раны. Умерли 3 пострадавших

(2,7 %): 2 – с ранением сердца, 1 – с повреждением легкого, пищевода и других внутренних органов.

После торакотомии послеоперационные осложнения составили 58,3 %, после дренирования плевральной полости – 19,3 %. Послеоперационные осложнения были минимальными (7,7 %) после ВТС операций.

Длительность стационарного лечения после торакотомии была $57,3 \pm 2,1$ день, после видеоторакоскопических оперативных пособий – $28,1 \pm 2,3$ дней.

Таким образом, решающее значение в программе «Enhanced Recovery After Surgery» при лечении пострадавших с огнестрельными ранениями груди принадлежит оптимальному обезболиванию в периоперационном периоде и выполнению видеоторакоскопических операций. Внедрение технологий ускоренного выздоровления улучшает результаты хирургического лечения раненых с огнестрельными ранениями груди и снижает сроки стационарного лечения в 2 раза, уровень послеоперационных осложнений в 7 раз, сводит до минимума послеоперационную летальность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Брюсов, П. Г. Применение в военно-полевой хирургии программы ускоренного восстановления после хирургических операций у раненых. // Воен. мед. журнал. – 2016. – № 11. – С. 21–27.
2. Затевахин, И. И., Пасечник, И. Н., Губайдуллин, Р. Р. и др. Ускоренное восстановление после хирургических операций: мультидисциплинарная проблема (Часть 1) // Хирургия. – 2015. – № 9. – С. 4–8.
3. Пиневиц, Д. Л., Суконко, О. Г., Поляков, С. Л. Принципы «Хирургии ускоренного выздоровления» // Здоровоохранение. – 2014. – № 5. – С. 34–48.
4. Kehlet, H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation // Br. J. Anaesth. – 1997. – Vol. 78. – P. 606–617.
5. Muehling, B. M., Halter, G. L., Schelzig, H. et al. Reduction of postoperative pulmonary complications after lung surgery using fast track clinical pathway // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2008. – Vol. 34. – P. 174–180.

SHNITKO S. N.

The Faculty of Military Medicine of Belarusian State Medical University

ACCELERATED RECOVERY TECHNOLOGIES IN SURGERY OF GUNSHOT CHEST WOUNDS

Summary. «Enhanced Recovery After Surgery» (ERAS) program includes rational preoperative management and anesthesia, endoscopic operations, and early rehabilitation in the postoperative period. The program ERAS for gunshot chest wounds reduces the hospital period by 2 times and the number of complications by 7 times.

EPIDEMIOLOGY AND CAUSES OF MITRAL VALVE PROLAPSE AMONG POPULATION OF YOUNG MEN: A NATIONWIDE, CROSS-SECTIONAL COHORT STUDY

Keywords: *mitral valve prolapse, mitral regurgitation, prevalence, conscription, drafty, compulsory military service, unfit.*

Introduction. Real-world evidence on the true prevalence and risk of MVP incidence and young men is scarce. Mitral valve prolapse (MVP) takes a lead in the structure of cardiovascular pathology among young men of conscription age (18–27) with the undergoing the release from conscription in the Republic of Belarus (RB).

Purpose. The *purpose* of this study was to examine the relationship between reasons for mandatory registration for draft or to conscription into the military service and prevalence or the risk of MVP incidence of among young men in the Republic of Belarus.

Methods. We performed a retrospective assessment of an analytical version of a cross-sectional cohort study presents a combination of the characteristics of data-based cohort study and population-based case-control studies in Republic of Belarus. Four studies, one longitudinal and three cross-sectional, were conducted. The sampling design was not do by probabilities. The data were collected from a database of military commissariats on a national scale for the period under consideration (2009–2011) (in the form of orders). A total of 504 304 of results of medical fitness examination (medical file (records) of medical check-ups) between 2009 and 2011 among young men from 16 to 27 were studied (Table 1).

The two-dimensional echocardiography was conducted twice: at the age of 16, when people were first attached to a military enlistment office, and repeated during the conscription (from 18 to 27) (Table 1).

Table 1. – Total number of people undergoing medical examination (n=504 304)

Categories of citizens	2009 y.	2010 y.	2011 y.
Prospective conscripts (16 years old) / MVP, % (n)	62 486 / 4,9 % (3 121)	59 701 / 5,1 % (3 013)	53 828 / 5,8 % (3 131)
– mitral regurgitation 1–2 degree *	1,3 % (822)	1,8 % (1 091)	1,87 % (1009)
Conscripts (18–27 years) / MVP, % (n)	12 9049 / 8,1 % (10 569)	116 475 / 6,9 % (8 038)	105 597 / 8,63 % (9 104)
– mitral regurgitation 1–2 degree (18–27 years) *	4,7 % (6 112)	4,3 % (5 032)	5,0 % (5 272)

Abbreviation: MVP – mitral valve prolapse (n = 36 976)

Designation * – people in military reserve force because of unfit for compulsory military service

Results. The significant increase in MVP incidents from 5.3 to 7.9 % and of mitral valve regurgitation from 1.7 to 4.7 % from the time of mandatory registration for draft (at 16) to the call-up time of compulsory military service (at 18–27) was revealed. The relative risk (RR) and odds ratio (OR) of cases of the mitral regurgitation reached to an average 1.63 and 2.0 respectively.

Conclusion. The conscription to contribute significantly to increasing of prevalence of MVP (increase to 8 %) and the epidemiological study points to the existing over-diagnosis of MVP. It is the factor of face conscription into the army or «confounding effect».

Научное издание

**8-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ, ПРОБЛЕМАМ ОБОРОНЫ
И БЕЗОПАСНОСТИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ДВОЙНОГО
ПРИМЕНЕНИЯ**

(Минск, 16–17 мая 2019 г.)

Сборник научных статей

В пяти частях

Часть 3

Статьи публикуются в авторской редакции

Ответственный за выпуск *В. В. Казбанов*
Корректор *О. Г. Тихонович*
Компьютерная верстка *М. Р. Аксой*
Дизайн обложки *В. А. Рацкевич*

Подписано в печать 26.04.2019. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 12,96. Уч.-изд. л. 8,45.
Заказ 6. Тираж 50 экз.

Издатель и полиграфическое исполнение:
ООО «Лаборатория интеллекта»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя
и распространителя печатных изданий № 1/529 от 13.04.2018.
Ул. Солтыса 187, 6 этаж, офис 21, 220070, г. Минск.
www.mozgpublisher.by
Тел.: +375 44 715-75-70, E-mail: editions@laboratory.by