

ISSN 2224-1159

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 4 (41) 30 декабря 2013 г.



ВОЕННЫЙ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 4 (41) 30 декабря 2013 г.

Военный научно-
теоретический журнал

Издается с 2003 года

Адрес редакции:

220057, г. Минск-57, учреждение
образования «Военная академия
Республики Беларусь», главный
корпус, комн. № 264 А.

Тел./факс: 287-45-15.

Издатель:

Учреждение образования
«Военная академия Республики
Беларусь».

Свидетельство № 2218 от
07.04.2004.

Набор и верстка:

Демидова А. К.

Дизайн обложки:

Мацкевич А. Н.

Печать:

Изд. лицензия № 02330/0494406
от 27.03.2009.

Подписано в печать 12.12.13 г.

Формат 60×84/8. Бумага писчая.

Гарнитура «Таймс». Печать
ризография. Усл. печ. л. 18,83 .

Тираж 100 экз. Зак. 421.

Отпечатано в типографии
учреждения образования

«Военная академия
Республики Беларусь».

220057, Минск-57.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Косачев И. М., *главный редактор*, доктор
технических наук, профессор;

Малкин В. А., *заместитель главного редактора*,
доктор технических наук, профессор;

Мацкевич А. Н., *секретарь*, кандидат технических
наук, доцент;

Белько В. М., кандидат технических наук, доцент;

Гринюк В. И., кандидат военных наук, профессор;

Гурин В. М., кандидат педагогических наук, доцент;

Денисенко И. Г., кандидат военных наук, доцент;

Ивашко В. М., кандидат военных наук, доцент;

Колодяжный В. В., доктор военных наук,
профессор;

Кругликов С. В., кандидат технических наук,
доцент;

Ксенофонтов В. А., кандидат философских наук,
доцент;

Куренев В. А., доктор технических наук, профессор;

Лапука О. Г., доктор технических наук, доцент;

Лебедкин А. В., доктор военных наук, профессор;

Нижнева Н. Н., доктор педагогических наук,
профессор;

Кирилов В. И., доктор технических наук,
профессор;

Чаура М. И., кандидат военных наук, доцент;

Шеховцов Н. П., кандидат военных наук,
профессор;

Улитко С. А., кандидат педагогических наук,
доцент;

Юрцев О. А., доктор технических наук, профессор.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основы военной науки и военного строительства

Белый В. В., Шатько В. И. Анализ факторов, влияющих на совершенствование применения сил немедленного реагирования	4
Евстигнеев А. А. Организация взаимодействия между разнородными силами и средствами применительно к условиям ведения сетецентрических войн.....	10
Косачев И. М., Аношкин И. М. Израильский противоракетный комплекс ближнего действия «Железный купол».....	15
Мещеряков С. А. О необходимости создания единого законодательного акта об общественной безопасности на массовых спортивных мероприятиях в Республике Беларусь.....	41
Шумилов В. Г. О концепции развития системы подготовки офицеров оперативно-стратегического звена и переводе их обучения на II ступень высшего образования.....	46

2. Системный анализ и информационные технологии в военном деле

Булойчик В. М., Рулько Е. В. Применение принципов рефлексивного управления для формализованного описания мыслительной деятельности командира.....	52
Жук А. А., Булойчик В. М. Направление совершенствования методического аппарата оценки эффективности применения обычных средств поражения.....	58
Калитин С. Б., Сапьяник В. Г., Морозов Д. В. Синтез «идеальной» имитирующей помехи для радиолокационных станций с широкополосными сигналами.....	63
Тихонова Е. Ю., Мацкевич А. Н. Моделирование многопараметрической маршрутизации с использованием нечеткой логики в пакете MatLab.....	71

3. Общетеоретические вопросы разработки и совершенствования вооружения и военной техники

Мишута Д. В., Михайлов В. Г., Утекалко В. К. О выборе режима нагружения штабной машины с кузовом-контейнером.....	79
Морозов В. М., Калитин С. Б., Боровой А. Г. Алгоритмы оценки декартовых координат излучающих радиоэлектронных средств с использованием уравнений прямых пеленга.....	88
Осипов В. А., Заневский Д. В. Самосинхронизация магнетронов.....	94
Романович А. Г., Калинин А. А., Бусел М. О. Результаты численных исследований кольцевых антенных решеток, синтезированных с учетом направленных свойств излучателей.....	101
Ружечко А. В. Разработка системы поддержки принятия решений при размещении ракетно-артиллерийского вооружения на хранение.....	106
Цейко Е. Н., Осипов Г. А. Оценка эффективности системы ремонта бронетанковых вооружения и техники оперативного объединения	115

4. Разработка, модернизация и эксплуатация вооружения и военной техники

Марчук В. Е. Дискретные покрытия деталей авиационной техники в условиях фреттинг-усталости.....	122
Михнёнок В. М., Мурзич И. К., Мирончук С. П. Борьба с танковыми, мотопехотными, пехотными, противотанковыми подразделениями противника.....	129

5. Проблемы военной педагогики, воинского обучения и воспитания

Жутдиев Б. Б., Федоров Д. А. Проблемные вопросы информационно-психологического противоборства в современных условиях.....	138
Карпиленя Н. В. Духовно-политические основы государственной целостности России: история и современные проблемы построения Евразийского союза.....	146
Кузьин М. К. Предложения по совершенствованию моделей методики оценки деятельности профессорско-преподавательского состава Военной академии.....	154

1. ОСНОВЫ ВОЕННОЙ НАУКИ И ВОЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛ НЕМЕДЛЕННОГО РЕАГИРОВАНИЯ

УДК 355.42

В. В. Белый, В. И. Шатько*

В статье анализируются основные факторы, влияющие на применение сил немедленного реагирования, выявляются тенденции в строительстве и подготовке воинских формирований стран-соседей Республики Беларусь. На основе анализа формулируются выводы о возможном характере военной угрозы и направлениях совершенствования применения СНР.

In article the basic factors influencing application of forces of immediate reaction are analyzed, tendencies in building and preparation of military formations of the countries-neighbours of Republic of Belarus are revealed. On the basis of the analysis conclusions about possible character of military threat and directions of perfection of application forces of immediate reaction become.

В современных условиях в Вооруженных Силах Республики Беларусь большое внимание уделяется силам немедленного реагирования (СНР). Их применение в значительной степени будет зависеть от глубокого анализа факторов и условий, влияющих на действия СНР. При этом важнейшими являются факторы: военно-политические отношения Республики Беларусь со странами-соседями (в первую очередь с государствами – членами НАТО); экономический потенциал данных стран; состав, принципы комплектования и возможности их вооруженных сил. Под влиянием данных факторов формируется военно-политическая обстановка и определяется характер возможного военного конфликта. На основе изучения этих факторов формулируются выводы о характере военной угрозы, выявляются возможные противники и союзники, определяются мероприятия по противодействию возможной агрессии, в том числе и по применению СНР.

Как показывает анализ литературы [1, 5, 11], военно-политическая обстановка складывается в результате взаимоотношений и взаимодействия военно-политических сил, связанных с использованием ими средств вооруженного насилия в политических целях. При этом под военно-политическими силами понимаются политические субъекты, располагающие военной организацией. На международной арене – это государства или их коалиции, а внутри государства – политические, религиозные, этнические и другие организации и группировки. Относительно Республики Беларусь ключевыми субъектами, формирующими военно-политическую обстановку, являются Российская Федерация и Европейский союз (как государственные формирования), ОДКБ и НАТО (как военно-политические организации).

Республика Беларусь, исходя из своего геополитического положения и результатов развития исторического процесса, имеет тесные интеграционные связи с РФ и, как следствие, стремится решать проблемы национальной безопасности в союзе с ней.

Российская Федерация также жизненно заинтересована в сохранении союзнических отношений с Республикой Беларусь и проводит военную политику в регионе, исходя из своих национальных интересов. Наличие у России значительного военного потенциала, статуса крупной ядерной державы являются факторами, которые вынужден учитывать другой крупный военно-политический субъект – блок НАТО [1].

Наибольшую актуальность для Республики Беларусь представляют отношения с соседними странами – участниками НАТО (страны Балтии и Республика Польша).

Непосредственно общую государственную границу с Республикой Беларусь среди стран Балтии имеют только Литва и Латвия. Рассматривая экономический потенциал, внешнюю политику, состояние национальных вооруженных сил, можно говорить о приблизительно равном военно-экономическом потенциале и схожей политической позиции данных стран. Военно-политическое руководство стран Балтии на современном этапе исходит из того, что с учетом членства стран в НАТО, тенденций развития международной обстановки, угрозы прямого вооруженного нападения или других военных действий, направленных непосредственно против стран Балтии, нет. Вместе с тем, после вступления прибалтийских государств в НАТО их военно-политическое руководство уделяет все больше внимания развитию национальных ВС, совершенствуя структуру, наращивая боевые возможности и повышая боеготовность всех компонентов. В этой связи основные усилия военного руководства прибалтийских государств направлены на реализацию мероприятий по подготовке национальных ВС к ведению совместно с войсками блока мобильной обороны и выполнения международных обязательств [2]. Именно по инициативе руководства прибалтийских государств был создан «План обороны Польши и стран Балтии», как один из вариантов применения ОВС НАТО. При этом на национальные ВС возлагаются задачи по ведению сдерживающих боевых действий в приграничных районах, уничтожению десантов противника, обороне столиц и других важных объектов, в том числе и предназначенных для приема сил поддержки НАТО (аэродромы, порты, транспортные коммуникации) [2].

Исходя из возложенных задач, осуществляется строительство и развитие национальных ВС. На оборону расходуется около 2 % ВВП. Подготовка и реформирование национальной системы обороны осуществляются в соответствии со стандартами НАТО. Структурно ВС состоят: из органов военного управления, сухопутных войск, военно-морских сил, военно-воздушных сил, учебных частей и учреждений образования, частей (подразделений) обеспечения. Имеется компонент сил специальных операций.

Основу ВС составляют сухопутные войска (свыше 80 % общей численности), которые, как например в Латвии, состоят из одной мотопехотной (пехотной) бригады, нескольких отдельных подразделений и формирований территориальных войск. В военное время в оперативное подчинение ВС Латвии переходят подразделения МВД, гражданской обороны, пограничных войск, что усиливает сухопутный компонент. Более развиты сухопутные войска Литвы: их численность превышает аналогичные формирования Латвии почти в два раза; они более насыщены боевыми бронированными машинами.

Военно-воздушные силы предназначены в основном для решения задач ПВО. Их состав немногочисленен и представлен образцами вспомогательной авиации, также имеется некоторое количество вертолетов. Именно это и послужило причиной задействования дежурных сил и средств тактической авиации ОБВС НАТО в операции по охране воздушного пространства стран Балтии на ротационной основе (до 4 истребителей) с базированием на авиабазе Зокняй (Литва). С недавнего времени такое дежурство стало постоянным [3].

Периодически на территории стран Балтии проводятся учения с привлечением компонентов сил первоочередного задействования (СПЗ) НАТО. Несмотря на повышенный интерес к поддержанию в высокой боевой готовности данных формирований со стороны военно-политического руководства НАТО, реальный боевой потенциал сухопутного компонента остается низким. Данные формирования в состоянии проводить только гуманитарные и контртеррористические операции. Несоизмеримо выше потенциал воздушного компонента, способного осуществлять до 200 самолето-вылетов ударной авиации в сутки [4].

При значительном сходстве в системе национальной обороны прибалтийских государств есть и принципиальные отличия, которые прежде всего касаются вопросов комплектования войск. Так, для ВС Латвии предусматривается контрактный принцип комплектования, а для ВС Литвы характерен смешанный. Как следствие – различные показатели наличия военно-обученного резерва и мобилизационные возможности [5].

Как следует из вышеперечисленного, в случае военной угрозы со стороны стран Балтии СНР должны быть готовыми к ведению специальных действий, например по демонстрации решимости к ответным действиям, по сдерживанию агрессии.

Разительно от стран Балтии отличается военный потенциал Польши. Являясь одной из крупнейших стран Европы (9-я в Европе по территории, 6-я в Евросоюзе по численности населения), Польша обладает соответствующим военно-экономическим потенциалом. Имея относительно небольшую протяженность совместных границ с Республикой Беларусь (416 км), это государство оказывает значительное влияние на формирование военно-политической обстановки в регионе.

Вооруженные силы Республики Польша состоят из сухопутных войск, военно-морских, воздушных сил и специальных войск. Численность сухопутных войск составляет около 60 тыс. человек. Войска активно участвуют в операциях НАТО, в том числе принимали участие в военных действиях в Афганистане, Ираке и Чаде. Срок службы в армии составляет 12 мес.

Современные польские сухопутные войска сформировались после Второй мировой войны при поддержке Советского Союза. До настоящего времени на вооружении войск находится много советского или выпущенного по советской лицензии оружия. Польские сухопутные войска имеют около 900 танков, в основном советских Т-72, свыше 1600 БМП и более 140 вертолетов, 720 ЗРК (ПЗРК), около 440 зенитных артиллерийских установок [5].

Учитывая общемировые тенденции и опираясь на собственный опыт, Республика Польша в настоящее время проводит масштабные мероприятия по оптимизации организационно-штатной структуры органов военного управления, соединений и частей ВС. Например, из состава дивизий выведены подразделения и части боевого и материально-технического обеспечения. Таким образом, общевойсковые соединения сухопутных войск приведены к единой структуре, основанной на модульном принципе, когда командиру дивизии для выполнения конкретных задач придается необходимый комплект сил и средств. Одновременно это позволит значительно повысить уровень подготовки специальных формирований и профильных специалистов за счет объединения соответствующих частей и подразделений под единым командованием. Тем самым повысится и общий уровень готовности ВС Польши к войне, а следовательно, постоянно должен повышаться и уровень подготовки СНР к выполнению задач.

Идет формирование бригады армейской авиации. На вооружение соединения принимаются как боевые вертолеты, так и беспилотные летательные аппараты. В состав нового соединения также войдет центральная группа тактического взаимодействия и управления авиацией, военнослужащие которой будут выделяться в соединения и части сухопутных войск для взаимодействия с подразделениями при организации непосредственной авиационной поддержки.

Воздушные силы состоят: из военно-воздушных сил, войск противовоздушной обороны и радиотехнических войск. Основными комплексами ПВО являются системы С-200, С-125, С-75, «Круг». Самолетный парк истребителей ПВО представлен самолетами МиГ-29, F-16С (84 ед.) [5]. В военно-воздушных силах Польши завершено преобразование всех авиационных баз в базы тактической либо транспортной авиации. В результате проведенных мероприятий командиру базы переподчинены все дислоцирующиеся на ней эскадрильи вместе с летным и техническим составом. Эти мероприятия направлены на повышение мобильности и автономности действий авиации, сокращение времени на подготовку к боевым действиям. В связи с этим для СНР на первый план выходит задача по прикрытию критически важных для государства и Вооруженных Сил объектов.

При мобилизационном развертывании Польша в состоянии развернуть армию численностью 750–800 тыс. человек. Кроме того, в настоящее время реализована программа строительства войск территориальной обороны, которые планируется развертывать в течение нескольких часов по месту проживания резервистов. Численность их будет значительно превышать силы регулярных ВС [5].

Военно-экономический потенциал Польши достаточно значительный и основывается на мощном промышленном потенциале [6]. В настоящее время РП в состоянии производить и модернизировать широкий спектр вооружений – от стрелкового оружия и боеприпасов к нему до тяжелого вооружения, дальнобойных артиллерийских систем, РЛС, АСУ, современных средств связи, авиационной техники (в том числе и беспилотной) [7]. Анализ мероприятий по перевооружению ВС свидетельствует, что основные усилия сосредоточиваются на совершенствовании систем управления войсками, разведки, наращивании потенциала ПВО, повышении огневых (ударных) возможностей (и прежде всего за счет увеличения дальнобойности и точности средств поражения) [8–10]. А это в свою очередь требует совершенствования СНР.

С точки зрения обеспечения военной безопасности Республики Беларусь следует отметить сохраняющуюся тенденцию к наращиванию военного присутствия США на территории Польши. В частности, с мая 2011 года здесь периодически разворачивается батарея американских зенитных ракетных комплексов «Пэтриот», причем районы ее размещения каждый раз изменяются. Можно предположить, что наряду с соображениями подготовки частей и подразделений ПВО ВС РП в целях их перевооружения речь может идти об апробации различных вариантов построения системы противовоздушной обороны.

Также в мае 2011 года между Польшей и Соединенными Штатами подписано соглашение о размещении на польской территории американских самолетов тактической и военно-транспортной авиации. С конца 2013 года на польских аэродромах на ротационной основе будут размещаться до эскадрильи американских истребителей F-16 и четыре военно-транспортных самолета C-130 «Геркулес». Размещение на польской территории американских военных самолетов следует рассматривать с точки зрения демонстрации военного присутствия США в регионе и в качестве «дополнительных гарантий безопасности» Польши со стороны НАТО. Следовательно, круг задач, определенных для СНР, значительно расширяется.

Наиболее негативные реакции со стороны военно-политического партнера РБ Российской Федерации вызывает согласие Польши на размещение на своей территории мобильного наземного ПРК (SM-3, 24 ракеты) из европейского сегмента ПРО США [11].

Значительный интерес представляет анализ мероприятий оперативной подготовки ВС сопредельных государств. Так, из материалов открытой печати следует, что год от года повышается количество и качество данных мероприятий на территории стран Балтии и Польши [10, 11]. Особую обеспокоенность для безопасности Республики Беларусь вызывает неприкрытая антибелорусская и антироссийская направленность данных учений, где обе страны рассматриваются в качестве агрессоров. Также характерно, что в содержании подобных учений прослеживается тенденция в сторону проведения миротворческих операций (учения ВС Польши «Анаконда-2012») [12]. Следовательно, важнейшей задачей СНР должно стать недопущение возникновения условий, которые могут искусственно создаваться для проведения миротворческих действий на нашей территории. А в случае их возникновения СНР должны способствовать недопущению и локализации вооруженного конфликта, его прекращению.

Анализ факторов позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Прямое вооруженное столкновение в регионе при наличии значительных военных потенциалов разноблоковых образований маловероятно по причине неприемлимости прогнозируемого ущерба для обеих сторон. При этом не исключается и с достаточной степенью вероятности прогнозируется возможность провокаций и демонстраций военной силы, гуманитарного конфликта, требующего проведения «миротворческой операции». К адекватному реагированию на такие действия СНР должны готовиться заблаговременно.

2. Армии стран-соседей постоянно совершенствуются, при этом учитываются как характерные для союзников по блоку тенденции в строительстве ВС, так и опыт участия национальных формирований в решении кризисных ситуаций в локальных конфликтах. Проводимые мероприятия ориентируются на максимальное приведение национальных ВС к

стандартам НАТО и операционной совместимости с формированиями союзников. Приоритет отдается созданию многофункциональных, модульных формирований за счет совершенствования их маневренных и боевых возможностей, а также систем управления. В целом сопредельные государства с учетом потенциала их союзников по блоку НАТО имеют (стремятся к наращиванию) превосходство в ударных (огневых) возможностях, прежде всего за счет ресурса тактической авиации, причем эта тенденция постоянно усиливается. Из этого следует, что СНР для адекватного реагирования на эти угрозы должны быть высокомобильными, иметь в своем составе необходимое количество сил и средств.

3. В практике подготовки войск стран – членов НАТО значительное внимание уделяется вопросам участия в гуманитарных операциях и миротворческих миссиях, в том числе и для обеспечения безопасности в пределах национальной территории и в прилегающих районах. С учетом наличия определенного опыта участия в подобных конфликтах реально подготовленных подразделений, это будет являться существенным преимуществом по отношению к их противникам. Соответствующими силами и подготовкой к ответным действиям должны обладать СНР.

4. Развитие маневренных и разведывательных возможностей формирований сопредельных государств, совершенствование их организационно-штатной структуры, наращивание системы управления ими при наличии высокого ударного потенциала союзников по Североатлантическому альянсу требует принятия адекватных и незамедлительных мер по выравниванию дисбаланса со стороны ВС Республики Беларусь и прежде всего в вопросах совершенствования применения сил немедленного реагирования.

В связи с этим основными направлениями совершенствования и оптимизации СНР являются: вывод из их боевого состава подразделений, оснащенных тяжелым вооружением устаревших образцов и неудовлетворяющих предъявляемым требованиям; повышение мобильности, многофункциональности и адаптивности применения СНР в мирное время для решения задач предотвращения (локализации) угроз национальной безопасности Республики Беларусь; уточнение содержания форм и способов специальных действий формирований СНР в ходе решения внутренних вооруженных конфликтов при одновременном выполнении мероприятий сдерживания.

Список литературы

1. Кондрашов, В. Военно-политическая обстановка в различных регионах мира / В. Кондрашов // Зарубеж. воен. обозрение. – 2013. – № 1. – С. 4–13.
2. Евсеев, Д. Вооруженные силы стран Балтии / Д. Евсеев // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 2. – С. 11–19; № 4. – С. 16–19.
3. Игнатьев, О. Операция «Воздушное патрулирование» ОБВС НАТО / О. Игнатьев // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 1. – С. 55–60.
4. Игнатьев, О. Основные мероприятия оперативной и боевой подготовки ВВС Европейских стран НАТО в 2011 году / О. Игнатьев // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 1. – С. 51–62.
5. Матвиенко, В. А. Военная география (театры военных действий): учеб. пособие / В. А. Матвиенко. – Минск: ВА РБ, 2011. – 151 с.
6. Чистяков, А. Военная промышленность Польши / А. Чистяков // Зарубеж. воен. обозрение. – 2013. – № 1. – С. 28–35.
7. Корчагин, С. Польский беспилотный летательный аппарат «Флай-Ай» / С. Корчагин // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 9. – С. 57–61.
8. Корчагин, С. Береговой ракетный дивизион ВМС Польши / С. Корчагин // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 10. – С. 70–74.
9. Корчагин, С. Основные направления развития ВМС Польши / С. Корчагин // Зарубеж. воен. обозрение. – 2011. – № 2. – С. 68–75.
10. Сомов, М. Планы и практические мероприятия по реформированию ракетных войск и артиллерии ВС Польши / М. Сомов // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 1. – С. 45–49.

11. Вильданов, М. Система ЕвроПРО: итоги развертывания и проблемы / М. Вильданов // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 8. – С. 3–8.
12. Сидоров, С. Учение вооруженных сил Польши «Анаконда-2012» / С. Сидоров // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 12. – С. 32–38.

*Сведения об авторах:

Белый Владимир Владимирович,
войсковая часть 71327;

Шатько Вячеслав Иванович,
УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 26.04.2013 г.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ РАЗНОРОДНЫМИ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ВЕДЕНИЯ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ ВОЙН

УДК 355.42

А. А. Евстигнеев*

В статье исследуется организация взаимосвязи между разнородными силами и средствами в ходе подготовки и ведения совместных боевых действий.

In article the interrelation organization between diverse forces and means during preparation and conducting joint operations is investigated.

Историческая справка. Взаимодействие войск – согласованные по задачам направлениям, рубежам и времени действия участвующих в операции (бою) различных видов вооруженных сил, родов войск, объединений, соединений, воинских частей и подразделений в интересах достижения общей цели.

Необходимость взаимодействия возникла с зарождением армии. По мере совершенствования вооружения и военной техники, появления родов войск (пехоты, кавалерии, артиллерии и др.), развития организационной структуры армии и боевых порядков значение взаимодействия возрастало. Первоначально оно ограничивалось рамками поля боя.

С появлением в Первую мировую войну авиации, танков, различных новых родов войск, технических средств связи, а в дальнейшем новых видов вооруженных сил, с увеличением пространственного размаха вооруженной борьбы возникла необходимость в организации взаимодействия на театрах военных действий между видами вооруженных сил и оперативными объединениями (армиями, группами армий, фронтами) для решения задач крупных стратегических операций и войны в целом.

В современных военных действиях любого масштаба успех может быть достигнут только объединенными усилиями всех участвующих в них сил и средств, поэтому взаимодействие является одним из основных принципов ведения военных действий, важнейшей обязанностью командиров и штабов всех степеней.

В зависимости от цели и размаха военных действий взаимодействие может быть тактическим, оперативным или стратегическим.

Тактическое взаимодействие организуется на местности или по карте на основе принятого командиром решения и указаний старшего начальника. Главное его содержание заключается в согласовании действий всех сил и средств, участвующих в бою, по цели, месту и времени.

Оперативное взаимодействие заключается в согласованном использовании в рамках фронтовых операций оперативных объединений и соединений различных видов вооруженных сил, действующих на одном стратегическом или операционном направлении.

Стратегическое взаимодействие – это согласованное использование фронтов и оперативных объединений различных видов вооруженных сил, ведущих операции на одном или нескольких стратегических направлениях, в интересах достижения цели стратегической операции, кампании или войны [1].

Военная наука определяет взаимодействие как согласованные действия войск (сил) для успешного решения поставленных задач по предназначению. Сущность взаимодействия, согласно всеобщему принципу, состоит в наличии организованной целенаправленной взаимной связи в действиях войск и сил в операции (боевых действиях), сражении, бою для решения общих задач.

Основными целями взаимодействия являются:

наиболее эффективное использование боевых возможностей взаимодействующих

формирований войск (сил);

обеспечение взаимной безопасности войск (сил) и средств, привлекаемых к решению поставленных задач.

Взаимодействие выступает как интегрирующий фактор, посредством которого происходит целенаправленное объединение действий войск (сил) в определенную целостность – способы борьбы с силами и средствами противника. В свою очередь каждый способ борьбы требует определенного сочетания способов взаимодействия войск и сил.

Взаимодействие осуществляется:

по пространству действий;

времени;

задачам, порядку и способам их выполнения.

Все они, как правило, сочетаются друг с другом. *Взаимодействие по пространству* подразумевает взаимодействие каждой группировки войск (сил) в отведенном объеме (по зонам, районам, рубежам, секторам, полосам, высотам, направлениям).

Взаимодействие по времени заключается в действиях каждой группировки в назначенное время (одновременно или нет). Например, последовательный способ уничтожения средств воздушного противника в бою сначала истребителями в своей зоне, затем зенитными ракетными подразделениями в своей требует организации сочетания способов взаимодействия между зенитными ракетными и истребительными авиационными формированиями по пространству действий (по зонам) и по времени.

Сущность следующего способа *в организованном распределении задач* для каждой взаимодействующей группировки войск (сил), то есть в сосредоточении их усилий на выполнении общих задач или распределении усилий на выполнении разных задач.

Взаимодействие по способам выполнения задач заключается в назначении каждой взаимодействующей группировке войск (сил) определенных способов (приемов) выполнения задач.

В настоящее время взаимодействие войск (сил) в операции определяется как согласованные и взаимоувязанные по целям, задачам (объектам), месту, времени и способам выполнения поставленных задач действия объединений, соединений и воинских частей видов Вооруженных Сил, родов войск, специальных войск, других войск и воинских формирований, а также элементов оперативного построения при совместном выполнении задач в интересах достижения целей операции (боевых действий).

Сущностью взаимодействия является обменный процесс, в ходе которого разрешается противоречие между взаимодействующими сторонами [2, 4, 5].

Чтобы уяснить эту сущность, необходимо понять роль и место взаимодействия в процессе управления, а именно:

1. Если основой подготовки военных действий является решение командующего (командира), то основой ведения боевых действий является организованное взаимодействие.

2. Если при подготовке военных действий решение нижестоящих иерархических структур принимается после вышестоящих, то при ведении боевых действий решение командующего (командира) принимается исходя из обстановки и решений нижестоящих иерархических структур.

Опыт командно-штабных и тактических учений показывает, что среди всех мероприятий подготовки операции (боя) одним из наиболее сложных является организация взаимодействия. Обусловлено это двумя основными причинами. Первая заключается в сложности организации взаимодействия и высоких требованиях, предъявляемых при этом к соответствующей профессиональной подготовке командующих и командиров. Ведь помимо умения предвидеть различные варианты развития обстановки они должны обладать так называемым пространственным мышлением – способностью представить совместные действия войск (сил) в трехмерном пространстве, в различных средах и одновременно на нескольких уровнях управления. При этом данные качества развиваются только личным опытом.

Вторая причина возникающих при организации взаимодействия трудностей зависит от условий, в которых будут действовать войска (силы). По сути, изменилась модель вооруженного конфликта. Агрессор, обладающий технологическим превосходством, вместо фронтового столкновения с противником может применять силы и средства на всю глубину его территории. Количество войск, развернутых на определенном направлении, перестало играть решающую роль в достижении целей операции. Для обеспечения превосходства теперь уже недостаточно иметь в своем распоряжении требуемый боевой потенциал, а важно задействовать его в нужном месте и в нужное время. Военные действия приобрели новое содержание. Они стали проводиться в форме сетецентрических операций с применением разнородных тактических группировок (Афганистан, 2001; Ирак, 2003).

На кардинальные изменения в подходах к действиям сухопутных группировок войск указывал и Министр обороны РБ генерал-лейтенант Ю. В. Жадобин. Основными из них, по его словам, являются [3]:

- ведение самостоятельных действий небольшими по составу подразделениями;
- увеличение степени рассредоточения формирований на поле боя;
- ведение боевых действий по отдельным, зачастую изолированным направлениям при наличии значительных разрывов в боевых порядках и промежутков в оперативном построении группировок войск;
- дальнейшее совершенствование специфических функциональных элементов построения войск: вертолетных противотанковых и противодесантных резервов, аэромобильных десантов, воздушно-наземных тактических групп, группировок сил и средств специальных операций, информационной и радиоэлектронной борьбы и других;
- значительный рост глубины эшелонирования группировок войск вследствие увеличения досягаемости средств поражения сторон и перераспределения сил и средств между эшелонами.

Наряду с совершенствованием структур боевых воинских формирований, пристального внимания заслуживает и совершенствование народной обороны. Именно в таких условиях придется поддерживать взаимодействие.

В этой связи представляется целесообразным более подробно остановиться на данном аспекте. Прежде всего необходимо четко уяснить принципиальное отличие иерархических структур от неиерархических. Для первых характерно наличие управляющих (командных) подсистем. Для вторых – управляющие функции распределены между всеми элементами или группами, когда каждая подсистема непосредственно взаимодействует с любой другой. Важная особенность неиерархических структур состоит в том, что в них нет подсистем, принимающих независимые от других подсистем решения. Поэтому командиры разнородных боевых тактических групп, действующие в едином информационном поле, не могут принимать независимые от командиров других групп сети решения.

В сетецентрических военных действиях каждая группировка непосредственно взаимодействует с любой другой через единое информационное поле. Динамика сетецентрических операций такова, что при слабых горизонтальных связях между ячейками сети и одновременно при сильной вертикальной связи сеть можно привести в состояние хаоса. Боевые группы (элементы сети) при слабых горизонтальных связях не будут иметь возможности осуществлять качественное непрерывное оперативное планирование своих действий в едином информационном поле. К примеру, командиру группы специального назначения безразлично, с авиацией какого рода войск он будет взаимодействовать, наводя самолеты на цель. Однако отсутствие устойчивой горизонтальной связи с авиационными группировками не позволит ему качественно решить поставленную задачу. Но при этом командиру боевой группы недостаточно выдать координаты целей, он должен доложить предложения по способам их поражения [3].

Управление боевыми группами со стороны командно-штабного центра заключается в координации их действий в рамках единого информационного поля. И именно сосед «слева» и (или) «справа» будет обеспечивать боевые действия автономной боевой группы, а вот

координацию этого обеспечения будет производить командно-штабной центр путем обслуживания заявок, поступающих от автономных групп. При этом необходимо заметить, что командиры боевых групп не всегда представляют, кто ими на самом деле управляет.

Кроме того, решение на ведение боевых действий может осуществляться децентрализованно.

Следует также понимать различие между иерархическим управлением и координацией. Иерархия подразумевает наличие жестко связанных между собой органов и объектов управления. При координации органы управления не привязаны жестко к объектам управления и имеют ограниченные властные полномочия в отношении них. В сетцентрических операциях изменяется понятие «взаимодействие войск». Единое информационное поле позволяет повысить качество восприятия текущей обстановки, создать единообразное для своих сил представление о текущей ситуации, поднять взаимодействие своих войск на качественно новый уровень, повысить степень согласованности и целенаправленности их действий [6–9].

Все вышесказанное позволяет сделать следующие выводы:

взаимодействие – это разрешение противоречия между централизацией управления и гибкостью. Необходимость в нем возникает в условиях, когда командующий (командир) не имеет возможности с высокой эффективностью управлять войсками (силами) ввиду большого количества объектов управления, еще большего числа (в геометрической прогрессии) связей между ними и скорости боевых действий;

организовать взаимодействие – это значит упорядочить отношения между органами управления, которые не находятся в отношениях подчиненности между собой, но вынуждены совместно решать общую задачу, когда действия одного субъекта взаимодействия непосредственно отражаются на состоянии или действиях другого субъекта;

организовать взаимодействие – означает организовать «управление по горизонтали» (а по существу – самоуправление) воинскими формированиями, не находящимися в отношениях подчиненности, в целях придания их действиям согласованного характера;

согласованность в действиях войск (сил) достигается не только в результате организации взаимодействия, но также в итоге целенаправленной деятельности органов управления по подготовке операции и по руководству войсками (силами) в ее ходе.

До начала операции ключевая роль по согласованию усилий и действий войск (сил) принадлежит планированию, в ходе которого распределяются задачи и пространство, где будут вестись боевые действия (по районам, зонам, рубежам, секторам, полосам, высотам, глубинам, направлениям), между группировками войск (сил), объединениями, соединениями и воинскими частями с учетом их предназначения и боевых возможностей, а также детально определяются для них сроки, последовательность и наиболее эффективные, взаимоприемлемые способы выполнения поставленных задач.

В ходе операции согласование усилий войск (сил) проводится в двух формах. Первая форма представляет собой постоянную координацию их действий, которая осуществляется командующим и его штабом непрерывно на основе докладов подчиненных командиров или личного наблюдения, т. е. представляет собой управление текущими боевыми действиями.

В свою очередь, вторая форма представляется как синхронизация действий войск (сил) в рамках их самоуправления, т. е. путем поддержания взаимодействия. Реализуется оно командирами взаимодействующих соединений, воинских частей и подразделений.

И здесь встает вопрос необходимости создания условий для самосинхронизации действий войск, предполагающей достижение единого понимания обстановки в любой момент времени и обеспечение рационального, синергетического взаимодействия в ходе боевых действий. Изменения в подходах к организации информационного обмена приводят к поиску адекватных решений в области организации и функционирования органов управления разнородными силами и средствами.

Очевидно, что необходимо создать алгоритм управления разнородными силами и средствами. Эта задача более сложна, чем отображение через компьютер картины боя, пусть

и самой достоверной. И здесь на первый план выходит правильная и умелая организация взаимодействия между разнородными силами и средствами по задачам, времени и вариантам действий.

Исходя из изложенного выше выработаны основные рекомендации:

1. При заблаговременном планировании боевых действий штабы объединений, соединений и частей должны определить субъекты операции, боевых действий, боя. В ходе оперативной и боевой подготовки следует уделять нам большее внимание организации взаимодействия. При этом необходимо:

знать задачи друг друга (субъект взаимодействия), способы и нормативы времени их выполнения, особенности;

по каждой оперативной и тактической задаче рассматривать варианты действий противника и по каждому из них проводить розыгрыш, тренировку либо учение, где отрабатывать вопросы поддержания взаимодействия;

в ходе тренировок и учений особое внимание уделять вопросам передачи сигналов управления и взаимодействия, а также действиям при отсутствии их получения;

учить и тренировать специально подготовленных должностных лиц и оперативных групп при выполнении функциональных обязанностей по поддержанию и восстановлению взаимодействия с разработкой соответствующих документов, которые содержать установленным порядком.

2. В ходе непосредственного планирования после определения замысла боевого применения необходимо провести командно-штабные тренировки органов управления всех уровней по уяснению задач, организации взаимодействия, связи и боевого обеспечения, оценке сил и средств (своих и противника) для выработки окончательного плана операций и корректировки его по возможным изменениям обстановки.

В заключение необходимо отметить, что главное в организации взаимодействия – многоплановость, знание своих задач при различных действиях противника (например, подготовка 3 мд, Ирак, 2003). Действовать следует не по вводным, а по тщательно разработанному плану взаимодействия с взаимным уведомлением. По существу данное мероприятие представляет собой проигрывание всей операции, работу по согласованию действий войск (сил), организации управления ими и операцией (боевыми действиями) в целом. При этом вопросы организации взаимодействия составляют только часть содержания практической работы.

Список литературы

1. Большая советская энциклопедия. – М.: Сов. энцикл., 1969.
2. Барвиненко, В. В. Взаимодействия как не было, так и нет / В. В. Барвиненко // Воен.-космич. обозрение. – № 4 (71). – 2013. – С. 6–13.
3. Трушин, В. В. О сущности взаимодействия войск в операции (бою) / В. В. Трушин // Воен. мысль. – № 4. – 2007. – С. 44–49.
4. Жадобин, Ю. В. Современная военно-политическая обстановка. Формы применения военной силы и способы действий войск / Ю. В. Жадобин // Наука и воен. безопасность. – № 4. – 2011. – С. 2–7.
5. Микрюков, В. Ю. Теория взаимодействия войск / В. Ю. Микрюков. – М.: Вузовская кн., 2002.
6. Алтухов, П. К. Основы теории управления войсками / П. К. Алтухов. – М.: Воениздат, 1984. – 208 с.
7. Товстуха, П. П. Управление войсками в наступлении: по опыту Великой Отечественной войны / П. П. Товстуха, Р. М. Португальский. – М.: Воениздат, 1981. – 222 с.
8. Михайлов, А. Иракский капкан / А. Михайлов. – М.: Яуза: Эксмо, 2004.
9. Гавва, О. Ю. Основы теории управления войсками / О. Ю. Гавва. – 115 с.

*Сведения об авторе:

Евстигнеев Алексей Алексеевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 03.04.2013 г.

ИЗРАИЛЬСКИЙ ПРОТИВОРАКЕТНЫЙ КОМПЛЕКС БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ «ЖЕЛЕЗНЫЙ КУПОЛ»

УДК 623; 623.46; 623.746.3; 623.76

И. М. Косачев, И. М. Аношкин*

В статье излагаются назначение, состав, принципы построения, тактико-технические характеристики, достоинства и недостатки израильского противоракетного комплекса ближнего действия «Железный купол».

In the article expounded appointment, structure, construction principles, tactical-and-technical characteristics, merits and deficiency of the Israel Iron Dome short-range ta- Минск: ВА РБ, 2007. *ctical antimissile defense system.*

1. Назначение и состав израильского противоракетного комплекса «Железный купол»

Противоракетный комплекс (ПРК) ближнего действия «Железный купол» (иврит – «Кипат Барзель», англ. – Iron Dome) разработан израильской компанией «Рафаэль» (Rafael Armament Development Authority, недавно переименована в Rafael Advanced Defense Systems) в рекордно короткие сроки – за три года. Успешной разработке нового ПРК в столь сжатые сроки способствовали эффективное использование имеющегося научно-технического и технологического задела, а также успешное взаимодействие различных производителей и разработчиков вооружения [1–12]. При этом затраты на разработку комплекса были сокращены более чем в десять раз [9].

Данный ПРК принят на вооружение вооруженных сил (ВС) Израиля в марте 2011 г. В настоящее время на вооружении ВС Израиля находится 6 ПРК (батареи) «Железный купол». Всего планируется приобрести для ВС до 15 таких ПРК (включая около 1000–1200 ракет-перехватчиков «Тамир») в целях прикрытия всех важных объектов обороны на территории Израиля от ударов тактических и оперативно-тактических баллистических ракет (ТБР, ОТБР), артиллерийских снарядов и мин, а также других средств воздушного нападения (СВН).

Назначение ПРК «Железный купол». Комплекс предназначен для решения следующих основных задач:

1) защиты важных административных, экономических, транспортных и военных объектов путем отражения ударов тактической авиации, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов (БЛА), крылатых ракет (КР), ТБР и других высокоточных средств поражения (ВТСП), летящих со скоростями до 700 м/с, на удалениях до 10–15 км, на высотах до 10 км, в сложной воздушной и помеховой обстановке. В первую очередь данный ПРК предназначен для защиты военных и административных объектов Израиля от ударов неуправляемых тактических ракет типа «Кассам» (Kassam), «Град», «Фаджар-3, -5» (Fajr-3, -5) и других, а также артиллерийских снарядов и мин с дальностью пуска от 5 до 70 км, которые используются боевиками исламистского движения ХАМАС и ливанской шиитской организации «Хезболла». В настоящее время в Израиле ведутся работы по модернизации ПРК «Железный купол» с таким расчетом, чтобы он был способен уничтожать ОТБР типа «Ланс» (Lance), «Точка-У», АТАКСМ-1, -2 (АТАКСМ-1, -2), «Зельзаль-2, -3» (Selsal-2, -3), «Искандэр» и других с дальностью пуска до 250 км;

2) прикрытия войск (сил) в местах их сосредоточения;

3) определения местоположения (координат) ракетных и артиллерийских пусковых установок противника и выдачи координатной информации по ним своим средствам поражения;

4) корректировки огня своей артиллерии при ее стрельбе по ракетным и артиллерийским пусковым установкам противника.

Противоракетный комплекс «Железный купол» является нижним эшелоном четырехуровневой системы противоракетной обороны (ПРО) Израиля, включающей помимо него комплексы «Хец-3» («Стрела-3»), «Хец-2» («Стрела-2») и «Праца Давида» (David's Sling) [1, 2, 13]. На рисунках 1–8 показан внешний вид основных элементов ПРК «Железный купол».



Рисунок 1 – Немобильный вариант РЛС EL/M-2084



Рисунок 2 – Мобильный вариант РЛС EL/M-2084



Рисунок 3 – Пусковая установка ПРК «Железный купол» в развернутом

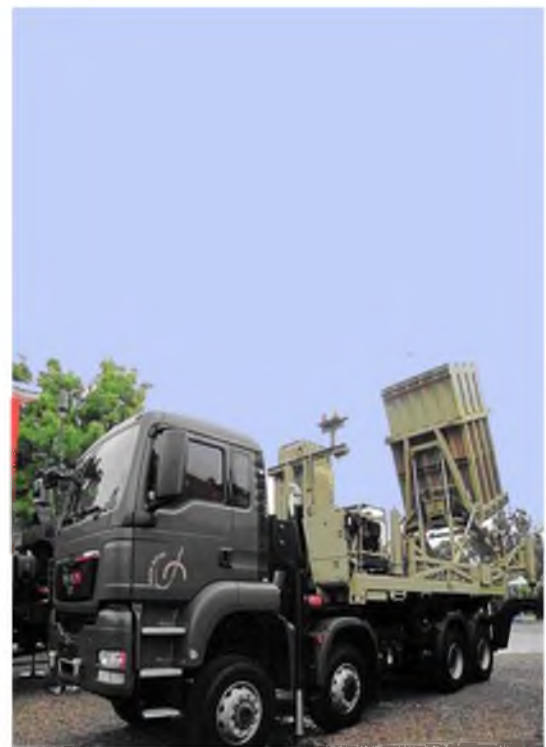


Рисунок 4 – Пусковая установка ПРК «Железный купол» на автомобиле

состоянии



Рисунок 5 – Ракеты-перехватчики
«Тамир»

MAN

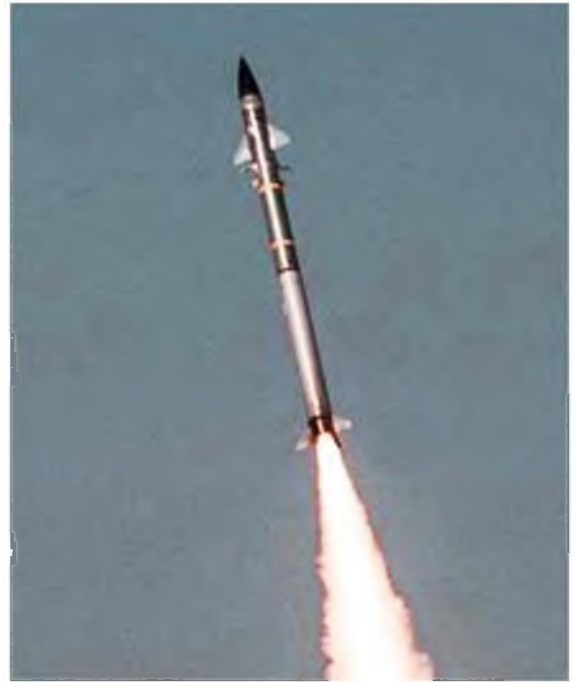


Рисунок 6 – Ракета-перехватчик «Тамир»
в полете



Рисунок 7 – Центр управления огнем
ПРК «Железный купол»



Рисунок 8 – Автоматизированные
рабочие
места в ЦУО ПРК «Железный купол»

Состав ПРК «Железный купол». В состав данного комплекса входят следующие основные подсистемы:

- 1) одна-две транспортабельные (см. рисунок 1) или мобильные (см. рисунок 2) многофункциональные радиолокационные станции (РЛС) EL/M-2084. Вторая РЛС используется при отражении массированного налета для быстрого расчета траекторий перехватываемых ракет [14];
- 2) три-четыре транспортабельные пусковые установки (ПУ) (рисунок 3) с 20 ракетами-перехватчиками (ЗУР) «Тамир» (Tamir, см. рисунки 5 и 6);
- 3) транспортабельный центр (пункт) управления огнем (ЦУО) (Battle Management & Control Center) ПРК «Железный купол» (см. рисунки 7 и 8);
- 4) буксирующие и транспортно-заряжающие средства на базе грузовых автомобилей высокой проходимости типа MAN (см. рисунок 4);
- 5) средства энергоснабжения (Power Unit);

б) средства связи и передачи данных (Communication Unit).

Для транспортировки элементов ПРК используются грузовые автомобили повышенной проходимости с колесной формулой 6×6 или 8×8 типа MAN. При этом применяются специальные съемные платформы, оснащенные гидравлическими приводами, позволяющие быстро и без задействования дополнительных средств снять РЛС или пусковые установки комплекса с шасси колесного тягача и отгоризонтировать их даже на неподготовленной для этого заранее площадке.

Пример размещения элементов комплекса «Железный купол» на боевой позиции показан на рисунке 9, из которого видно, что все элементы ПРК являются транспортабельными.



Рисунок 9 – Размещение элементов ПРК «Железный купол» на боевой позиции

Многофункциональная трехкоординатная РЛС EL/M-2084 десятисантиметрового диапазона с ЛЧМ-сигналом и плоской твердотельной активной фазированной антенной решеткой (ФАР) разработана израильской компанией «Элта системз» (Elta Systems – подразделение корпорации IAI – Israel Aerospace Industries) [1, 2, 15–18]. Компания «Элта системз» также является основным подрядчиком производства этой РЛС. При разработке РЛС EL/M-2084 широко использовались современная элементная база и технологические наработки, применяемые при создании РЛС ПРО типа EL/M-2080 (Green Pine). Данная РЛС обеспечивает решение следующих основных задач:

обнаружение стартовых позиций ОТБР, ТБР, артиллерийских орудий и минометов на удалении до 50 км, а также определение их координат (местонахождения);

корректировка огня своей артиллерии при поражении ею обнаруженных ракетных и артиллерийских пусковых установок противника;

обзор пространства, обнаружение, распознавание воздушных целей (самолеты, вертолеты (В), крылатые ракеты (КР), БЛА, ТБР, ОТБР, противорадиолокационные ракеты (ПРР)) и их автосопровождение;

расчет траекторий и параметров движения обнаруженных воздушных целей противника; пролонгация (предсказание) траекторий полета сопровождаемых ТБР и ОТБР, расчет ожидаемых районов нанесения ими удара и выдача координатной информации по ним на ЦУО для принятия решения об обстреле (или не обстреле) каждой цели;

сопровождение ракет-перехватчиков «Тамир», передача команд коррекции траекторий их полета для вывода ЗУР в заданную область пространства, в которой обеспечивается захват целей активными радиолокационными головками самонаведения (ГСН) ЗУР, а также контроль результатов стрельбы и подтверждение факта уничтожения целей;

определение государственной принадлежности целей для исключения поражения своей авиации.

Опытный образец данной РЛС прошел первые испытания в ходе операции «Литой свинец» (Cast Lead) против военизированной группировки исламского движения ХАМАС (с 27 декабря 2007 г. по 18 января 2008 г.) [15].

В состав РЛС EL/M-2084 входят следующие основные элементы: ФАР с твердотельным приемо-передающим устройством, встроенная система опознавания «свой – чужой», аппаратура управления и обработки радиолокационной информации, индикаторные устройства, средства связи и передачи данных, источник электропитания.

В транспортабельном варианте РЛС EL/M-2084 размещается на двух съемных платформах. На одной платформе размещается ФАР с твердотельным приемо-передающим устройством (см. рисунок 1), остальная аппаратура РЛС размещается в ЦУО комплекса (см. рисунки 7, 8). В этом варианте РЛС транспортируется с помощью двух грузовых автомобилей с колесной формулой 6×6 типа MAN. В мобильном варианте модернизированная РЛС EL/M-2084 повышенной мощности размещается на одном таком же автомобиле (см. рисунок 2).

Аппаратура РЛС выполнена по принципу открытой модульной архитектуры, позволяющей в дальнейшем легко проводить ее модернизацию без значительных изменений конструктивно-схемных решений основных элементов станции.

Антенная система РЛС представляет собой плоскую твердотельную активную ФАР. Специалистами компании «Элта системз» разработаны два варианта антенной системы, имеющей различные размеры апертуры ФАР и излучаемую мощность.

Многофункциональная РЛС EL/M-2084 также оснащена аппаратурой «свой – чужой».

Данная РЛС осуществляет обзор пространства либо вкруговую по азимуту, либо в азимутальном секторе $\pm 60^\circ$ относительно нормали к ФАР.

При круговом обзоре пространства РЛС путем механического вращения ФАР по азимуту со скоростью 60 об/мин с помощью веерной диаграммы направленности сначала просматривает нижний ярус зоны обзора станции по углу места шириной 24° . Затем после завершения одного полного оборота ФАР по азимуту за время, равное 1 с, диаграмма направленности антенны скачкообразно перемещается вверх на 24° и путем механического вращения ФАР по азимуту за 1 с просматривает второй (средний) ярус зоны обзора РЛС по углу места. Аналогичным образом просматривается третий (верхний) ярус зоны обзора РЛС по углу места. Общее время обзора всего пространства вокруг РЛС от 0 до 360° по азимуту и от 0 до 72° по углу места составляет 3 с.

Секторный обзор пространства РЛС осуществляется путем электронного сканирования диаграммой направленности ФАР по азимуту и углу места. После просмотра РЛС первого сектора в 120° по азимуту и нижнего яруса от 0 до 24° по углу места за время 0,33 с диаграмма направленности антенны скачкообразно перемещается вверх на 24° и за такое же время осуществляется просмотр второго (среднего) яруса зоны обзора РЛС по углу места. Затем аналогичным образом осуществляется просмотр третьего (верхнего) яруса по углу места. Общее время просмотра всего сектора зоны обзора РЛС составляет 1 с.

При круговом обзоре пространства РЛС EL/M-2084 обеспечивает обнаружение и распознавание до 200 самолетов на удалениях до 250 км и до 50 позиций ОТБР, ТБР, артиллерии и минометов противника на дальности до 50 км.

Информация, получаемая от РЛС EL/M-2084, отображается на цветных мониторах индикаторов в аппаратной кабине РЛС, являющейся одновременно ЦУО ПРК «Железный купол» в реальном масштабе времени (рисунки 10–12).

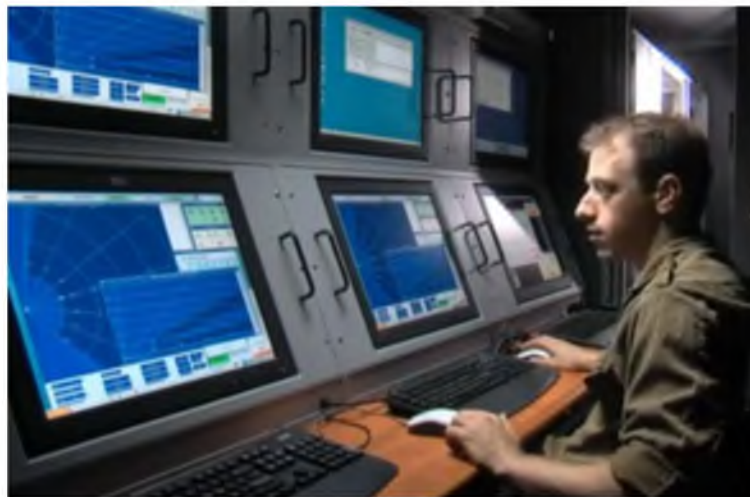


Рисунок 10 – Вид экранов АРМов с информацией от РЛС EL/M-2084



Рисунок 11 – Отображение воздушной обстановки на экране АРМа, получаемой от РЛС EL/M-2084 (горизонтальная плоскость)



Рисунок 12 – Отображение воздушной обстановки на экране АРМа, получаемой от РЛС EL/M-2084 (вертикальная плоскость)

Тактико-технические характеристики РЛС EL/M-2084 приведены в таблице 1 [1, 2, 11–18].

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Страна-изготовитель	Израиль
Основной разработчик (фирма)	Elta Systems Ltd
Год принятия на вооружение	2011
Входит в систему	АСУ СВ типа «Цайяд» или «Мэджик Уонд» («Станнер»), ПРК «Железный купол»
Тип РЛС	Трехкоординатная РЛС с плоской активной ФАР
Диапазон рабочих частот, ГГц	3
Тип приемо-передающего устройства	Твердотельные полупроводниковые приемо-передающие модули в составе активной ФАР
Тип радиолокационного сигнала	Импульсный ЛЧМ-сигнал
Способ обзора пространства	Механическое вращение ФАР по азимуту или электронное сканирование ДН ФАР по азимуту и углу места
Сектор обзора пространства, град: по азимуту по углу места	Вкруговую или в секторе ± 60 0–72 или ± 40 от нормали к ФАР
Период обзора пространства РЛС, с: при круговом обзоре при секторном обзоре	3 1
Количество одновременно обнаруживаемых / сопровождаемых целей: воздушных наземных	200/20 50/–
Дальность обнаружения целей, км: самолетов ОТБР/ТБР наземных ПУ	До 250 до 100/70 до 50
Точность определения координат ракетных и артиллерийских позиций противника, м	125–150 (на дальности 50 км)
Разрешающая способность РЛС: по азимуту, град по углу места, град по дальности, м	2 2 150
Варианты установки	На шасси или прицепе автомобилей повышенной проходимости типа MAN
Время развертывания (свертывания) РЛС, мобильн. вар./немобильн. вар., мин	20/120
Дополнительные данные	Информация передается в сети передачи данных АСУ СВ ВС Израиля «Цайяд»

Транспортабельные пусковые установки (рисунки 3, 4, 13 и 14) ПРК «Железный купол» предназначены для транспортировки, подготовки к пуску и пуска ракет-перехватчиков (ЗУР) «Тамир» [11, 18, 19]. Комплекс может включать в свой состав три и более ПУ. На каждой пусковой установке может размещаться до 20 таких ракет.

Основными элементами ПУ являются (рисунок 13):

съемная платформа, оснащенная гидравлическим приводом, позволяющим быстро и без использования дополнительного подъемного крана снять ПУ с шасси колесного тягача и

установить их в направлении вероятного ракетного или артиллерийского удара противника даже на не подготовленной для этого заранее площадке;

блок унифицированных транспортно-пусковых контейнеров («картриджей») для размещения в них до 20 противоракет (ЗУР) «Тамир»;

аппаратура связи и передачи данных с антенной, расположенной на телескопической мачте высотой 6 м;

электронная аппаратура для управления работой ПУ, осуществляемого из ЦУО ПРК;

средства автономного энергообеспечения ПУ;

подъемные опоры ПУ для ее горизонтирования и обеспечения устойчивости при пуске ЗУР «Тамир»;

другая вспомогательная аппаратура.

В целях повышения мобильности и защиты оборудования ПУ от неблагоприятных факторов окружающей среды прорабатывается вопрос размещения пусковых установок в специальных контейнерах с автоматически открывающимися крышей и задней стенкой (рисунок 14).



Рисунок 13 – Основные элементы пусковой установки

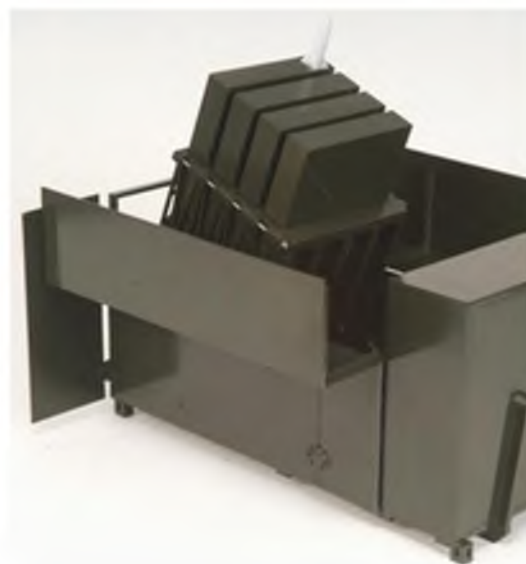


Рисунок 14 – Макет пусковой установки, расположенной в защитном контейнере

Каждая ПУ является автономной и может размещаться на удалении до 500 м от позиции центра (пункта) боевого управления огнем ПРК «Железный купол» (см. рисунки 9, 15).

Управление работой ПУ производится из ЦУО по цифровому телекодовому радиоканалу приема и передачи данных. Аппаратура и программное обеспечение для широкополосной системы телекодовой связи были разработаны израильской фирмой «Коммтэкт» (Commtact), являющейся ведущим разработчиком в данной области для нужд вооруженных сил. Для обеспечения устойчивой двусторонней радиосвязи с ЦУО каждая пусковая установка оснащается легкой выдвижной телескопической мачтой производства фирмы Will-Burt Company, обеспечивающей подъем антенны на высоту до 6 м. При развертывании ПУ подъем мачты осуществляется автоматически с помощью пневматического выдвижного механизма.

Для транспортировки ПУ используются грузовые автомобили повышенной проходимости с колесной формулой 6 × 6 или 8 × 8 типа MAN. Перезарядка пусковой установки (рисунок 16) осуществляется путем замены использованных «картриджей» на новые с помощью специального крана, установленного на транспортно-заряжающей машине. Время перезарядки одной ПУ в среднем занимает около 30–40 мин.



Рисунок 15 – Развертывание пусковой установки на огневой позиции



Рисунок 16 – Перезарядка ПУ с ЗУР «Тамир» с помощью автокрана

Одноступенчатая твердотопливная противоракета (ПР) «Тамир» (см. рисунки 5 и 6) разработана израильской компанией «Рафаэль» на базе авиационной управляемой ракеты (АУР) «Дерби» (Derbe) [1–3, 20, 21]. Противоракета (или ЗУР) «Тамир» выполнена по аэродинамической схеме «утка» и имеет модульный принцип компоновки. Это позволяет при необходимости заменить ее активную радиолокационную головку самонаведения (ГСН) и боевую часть на более совершенные без существенного изменения технологии ее цикла промышленного производства [3].

Ракета имеет длину 3 м, диаметр 0,16 м, размах крыла 0,35 м, массу 90 кг. Для удешевления стоимости ракеты на ней установлена относительно недорогая активная радиолокационная ГСН от АУР «Дерби» с малой дальностью действия, но высокими характеристиками по разрешающей способности и точности измерения координат и параметров цели. ГСН работает в диапазоне 35 ГГц (длина волны – 8,6 мм). Носовая часть (обтекатель) ракеты выполнена из пластмассы и покрыта оловом (рисунки 5 и 17). Это необходимо для защиты ГСН ЗУР от высокой температуры в полете. В передней части корпуса ЗУР «Тамир» за ГСН установлены четыре трапециевидных аэродинамических руля и привод управления ими, а сразу за ними – две прямоугольные лопасти контроля и стабилизации вращения корпуса ракеты (рисунок 17) [21].

После ГСН и блока аэродинамического управления в корпусе ракеты последовательно расположены: сервопривод, электронный блок, блок инерциального наведения, боевая часть (БЧ) с лазерным взрывателем, твердотопливный ракетный двигатель и четыре аэродинамических крыла-стабилизатора, которые приводятся в действие при необходимости совершения ракетой резкого маневра в сторону цели.

Противоракета «Тамир» имеет максимальную скорость полета, равную 700 м/с, и располагает большой боковой перегрузкой (до 30 ед.), что обеспечивает ей высокую маневренность и возможность поражения целей на высотах от 20 м до 10 км.

Выбор и назначение противоракет на конкретную цель осуществляется с учетом расположения пусковых установок на местности и их ориентации, причем на каждую цель в зависимости от степени ее угрозы может назначаться одна или две ЗУР «Тамир». На начальном и среднем участках полета наведение ЗУР на цель осуществляется, как правило, с помощью корректируемой инерциальной навигационной системы (ИНС). Команды радиокоррекции передаются на борт ЗУР с многофункциональной РЛС EL/M-2084. За 4–5 с до точки встречи



Рисунок 17 – Головная часть и органы аэродинамического управления ЗУР «Тамир»

ЗУР с целью обтекатель ракеты отстреливается. Этого времени достаточно для того, чтобы ГСН успела захватить цель и обеспечила самонаведение ракеты на цель. Захват цели ГСН в полете обеспечивается при углах визирования цели до $\pm 60^\circ$ относительно продольной оси ЗУР. Наведение ЗУР на цель осуществляется по методу пропорциональной навигации, малочувствительному к маневру цели.

Подрыв ЗУР осуществляется либо неконтактным активным лазерным взрывателем, либо контактным взрывателем при прямом попадании ракеты в цель.

Противоракета «Тамир» оснащена осколочно-фугасной БЧ повышенного могущества и дистанционным неконтактным взрывателем. Масса БЧ составляет 11 кг. При ее подрыве готовые поражающие элементы, обладающие высокой кинетической энергией соударения, позволяют разрушать достаточно прочные стальные оболочки артиллерийских мин и снарядов, а также разрушать конструкцию ТБР типа «Кассам», «Град» и др. (рисунок 18) [22, 23].



Рисунок 18 – Одновременный перехват противоракетой «Тамир» двух ракет типа «Град» (слева), а также результаты поражения ТБР типа «Кассам» и артиллерийских мин

Технология создания БЧ и неконтактного лазерного взрывателя для ПР «Тамир» является своеобразным «ноу-хау» израильских разработчиков, поэтому информация о них тщательно охраняется военной цензурой.

Такие принципы построения ЗУР «Тамир» обеспечивают возможность ее эффективного применения в любых погодных условиях и в любое время суток, а также относительно невысокую ее стоимость, равную 40–50 тыс. долл. США.

Транспортабельный центр (пункт) боевого управления (Battle Management & Control Center) ПРК «Железный купол» предназначен для организации эффективного боевого управления всеми элементами ПРК на всех этапах его боевой работы, и в частности [1, 24–28]:

контроля автоматизированного процесса обзора пространства и обнаружения различных целей, захвата их на автосопровождение, расчета траекторий и параметров движения обнаруженных целей;

формирования и отображения на АРМах единой картины обстановки на поле боя с использованием данных от многофункциональной РЛС EL/M-2084, а также другой информации, получаемой от других источников (датчиков);

распознавания и классификации обнаруженных целей по уровню возможной угрозы прикрываемым объектам (территориям);

расчета ожидаемых районов нанесения ударов неуправляемыми ТБР и ОТБР противником и выдачи координатной информации по ним для принятия решения об обстреле (или не обстреле) каждой цели операторами пуска;

блокирования обстрела ОТБР, ТБР, снарядов и мин, которые не попадут в защищаемые объекты (территории);

определения координат (местонахождения) стартовых позиций ракет класса «земля – земля», артиллерийских орудий и минометов противника, а также выдачи информации целеуказания по ним на свои огневые средства для нанесения ответных ударов;

контроля за автоматизированной подготовкой исходных данных для стрельбы, порядком и последовательностью обстрела угрожаемых целей, пуском ракет-перехватчиков «Тамир», а также результатами стрельбы ПРК;

осуществления взаимодействия с другими активными средствами ПВО-ПРО, развернутыми на данном ТВД, и интеграции с автоматизированными системами управления (АСУ) более высокого уровня иерархии.

Оборудование центра боевого управления включает:

три АРМа операторов пуска со средствами отображения информации (дисплеями) и аппаратурой автоматизированного управления боевой работой ПРК «Железный купол» (рисунки 7, 8, 19–21);

аппаратуру связи и передачи данных [27, 29], сопряжения и обработки радиолокационной информации, получаемой от многофункциональной РЛС EL/M-2084 и от других информационных средств в рамках автоматизированной системы управления ПВО-ПРО ЦАХАЛа MIC⁴AD (Modular, Integrated C⁴I Air Missile Defense) [29, 30].



Рисунок 19 – Внешний вид АРМов операторов пуска в кабине боевого управления ПРК «Железный купол»

На дисплеях АРМов боевая обстановка в реальном времени может отображаться на фоне карты местности (рисунок 20) и в виде гистограмм (рисунок 21) [28].

На рисунке 20 показаны:

внизу в центре – место стояния многофункциональной РЛС EL/M-2084 и черным цветом – сектор ее обзора по азимуту, равный $\pm 60^\circ$ относительно нормали к ФАР (вертикальная черная линия по центру рисунка со стрелкой на конце);

слева на краю сектора обзора РЛС черным длинным прямоугольником – израильский аэродром (на мониторах АРМов обозначен красным цветом);

в центре внизу два защищаемых объекта, отмеченных на мониторах АРМов синим и зеленым цветом;

четырьмя белыми и пятью черными кружками – места стояния обнаруженных пусковых установок ТБР и ОТБР противника;

пятью черными прямыми линиями – траектории полета ОТБР и ТБР противника, представляющих угрозу защищаемым объектам (на мониторах АРМов они отображаются красным цветом);

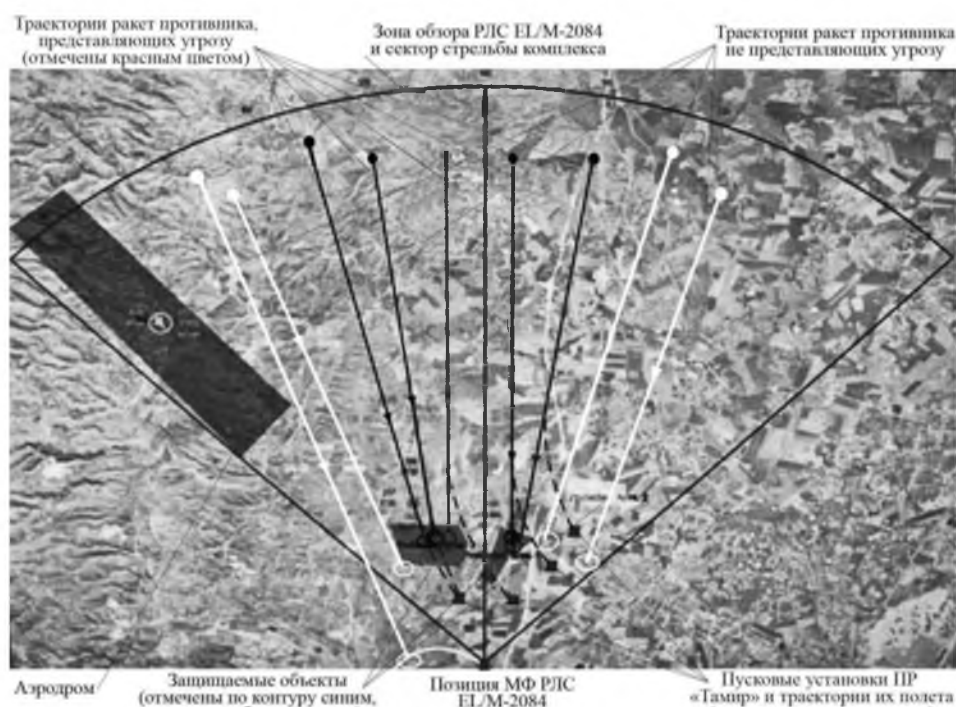


Рисунок 20 – Отображение тактической обстановки на фоне карты местности на дисплее АРМа оператора пуска

четырьмя прямыми белыми линиями – траектории полета ракет противника, не попадающих в защищаемые объекты (на мониторах они отображаются желтым цветом);
 белыми эллипсами (на мониторах они отображаются желтым цветом) – возможные места падения ОТБР и ТБР противника, не представляющих угрозы для защищаемых объектов;
 черными квадратами около объектов обороны с исходящими от них пунктирными линиями – позиции четырех пусковых установок ПРК «Железный купол»;
 пунктирными линиями – траектории полета противоракет «Тамир» от каждой ПУ ПРК.
 Отображение тактической обстановки в виде гистограммы на дисплее АРМа оператора пуска показано на рисунке 21.



Рисунок 21 – Отображение тактической обстановки в виде гистограммы на дисплее АРМа оператора пуска

На рисунке 21 показаны:

прямоугольниками – девять целей (ТБР противника), наблюдаемых РЛС EL/M-2084.
 Над целями противника, которые по расчетам попадут в защищаемые объекты, поставлены

красные стрелки. Это значит, что эти цели обстреливаются ЗУР «Тамир». На рисунке 21 (слева направо) – это вторая, пятая, шестая, восьмая и девятая цели;

тактические и оперативно-тактические баллистические ракеты противника, которые не попадают в защищаемые объекты, не помечены красными стрелками сверху и ПРК не обстреливаются. На рисунке 21 (слева направо) – это первая, третья, четвертая и седьмая цели;

внутри обстреливаемых целей знаком  (ромбик имеет зеленый цвет) – ЗУР «Тамир», атакующие выбранные цели.

Однако на рисунке 21 авторам статьи не удалось установить следующее:

что означает высота прямоугольника и стоящая над ним цифра: 58, 50, 46, 39, 32, 28, 25, 21, 18, возможно, это оставшееся время полета ТБР или снаряда противника;

что означает стоящая внизу прямоугольника цифра: 2.5h, 4.1h, 5.2h, 5.2h, 5.6h, 5.3h, 1.1h, 4.6h, 4.2h, возможно, это текущая высота полета ракеты или снаряда противника;

что означает стоящее ниже этих цифр сокращение MSR, возможно, это тип цели;

что показывает находящаяся справа голубая шкала с цифрами: 0.00, 0.15, 0.30, 0.45, 1.00, 2.00, 3.00, возможно, это шкала подлетных времен ракет или снарядов противника;

что означают стоящие в самом низу экрана под целями красные и голубые линии;

что показывают цифры, стоящие выше и ниже знака , обозначающего противоракету «Тамир».

Известно лишь, что с помощью этих обозначений формируются траекторные и скоростные параметры всех обнаруженных РЛС EL/M-2084 целей, их ранжирование по степени угрозы защищаемым объектам, рекомендации по порядку обстрела опасных целей, а также другие рекомендации лицам боевого расчета, которые необходимо учитывать в процессе боевой работы.

Заслуживают также внимания и высокой оценки принципы построения и возможности программного обеспечения (ПО) высокопроизводительных вычислительных средств ПРК, разработанного израильской компанией mPrest Systems [31]. Обычно в подавляющем большинстве ПРК и ЗРК используется ПО с жестким алгоритмическим построением и фиксированными настройками параметров. Такое ПО в случае необходимости (например, при модернизации ПРК) довольно трудно изменить, а в войсковых условиях это вообще осуществить невозможно. Программное обеспечение компании mPrest Systems для ПРК «Железный купол» построено по модульному принципу с открытой сетевой архитектурой. Базовые блоки архитектуры ПО созданы с использованием типовых программ и стандартных блоков среды Microsoft Windows, поэтому такое ПО является более простым и понятным. ПО может управлять десятками тысяч изменяющихся объектов (модулей), каждый из которых может изменяться 5–10 раз в секунду. Благодаря этому обеспечивается возможность непосредственно в войсках быстро изменять и адаптировать алгоритмы боевой работы ПРК без перепрограммирования всего ПО, а лишь путем быстрого внесения необходимых изменений в отдельные модули и настраиваемые параметры. Так, специалисты ЦАХАА смогли быстро адаптировать ПО ПРК «Железный купол» после того, как боевики ХАМАСа начали применять ОТБР, имеющие большие дальности, высоты и скорости полета [31].

Центр боевого управления комплекса «Железный купол» интегрирован в *автоматизированную систему управления (АСУ) ПВО-ПРО Израиля MIC⁴AD (Modular, Integrated C⁴I Air Missile Defence)* (см. рисунок 22) [29, 30, 32]. С ее помощью осуществляется координация действий всех имеющихся сил и средств противовоздушной и противоракетной обороны Израиля. Данная АСУ объединяет данные от всех военных и гражданских РЛС, их средств опознавания «свой – чужой», авиадиспетчерских служб, географических, разведывательных баз данных в целях формирования единой тактической картины воздушной обстановки (Air Situation Picture – ASP).



Рисунок 22 – Командный пункт автоматизированной системы управления ПВО-ПРО Израиля MIC⁴AD

Главной особенностью АСУ MIC⁴AD является открытый модульный принцип построения унифицированных аппаратных и программных средств, что обеспечивает высокую универсальность и гибкость (адаптивность) данной АСУ. С ее помощью можно эффективно управлять боевой работой различных ПРК: «Железный купол», «Спайдер-СР» (Spyder-SR), «Спайдер-МР» (Spyder-MR), «Праща Давида» (David's Sling), «Хец-2,-3» и др.

2. Тактико-технические характеристики ПРК «Железный купол»

Основные тактико-технические характеристики ПРК «Железный купол» приведены в таблице 2 [1–14, 33–37].

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Страна-изготовитель	Израиль
Основной разработчик ПРК (фирма)	«Рафаэль» (Rafael Armament Development Authority)
Год принятия на вооружение	2011
Состав комплекса	Многофункциональная РЛС EL/M-2084, центр боевого управления, 3 ПУ с 60 ПР «Тамир», технические средства
Типы поражаемых целей	ТА, В, БЛА, ОТБР, ТБР, ПРР, артиллерийские и минометные снаряды
Тип и шифр ракеты-перехватчика	Противоракета ближнего перехвата «Тамир» (одноступенчатая)
Тип системы наведения	Инерциальная с радиокоррекцией и активное радиолокационное самонаведение на конечном участке траектории
Длина ПР, м	3,0
Диаметр корпуса ПР, м	0,16
Размах крыла ПР, м	0,35

Окончание таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Масса ПР, кг	90
Максимальная скорость полета ПР, м/с	700
Масса (тип) боевой части, кг	11 (ОФ)
Тип взрывателя на ПР	Контактный и бесконтактный лазерный
Боекомплект ПР на ПУ	20
Количество ПУ в комплексе	Не менее трех
Зона поражения целей:	
ближняя граница, км	4
дальняя граница, км	10–15
минимальная высота, км	0,02
максимальная высота, км	10
Максимальная скорость поражаемых целей, м/с	700
Вероятность поражения целей одной ПР	0,7–0,9
Время реакции комплекса, с	5–10
Время разворачивания ПРК, ч	6–8
Время перезарядки ПУ, мин	30–40
Боевой расчет комплекса, чел.	20/100
Стоимость, млн долл. США:	
РЛС EL/M-2084	11–12
одной ЗУР «Тамир»	0,05
ПРК в целом	40–50

3. Принципы действия ПРК «Железный купол»

Схема, поясняющая боевое применение ПРК «Железный купол», приведена на рисунке 23 [1, 3, 8, 32–34].

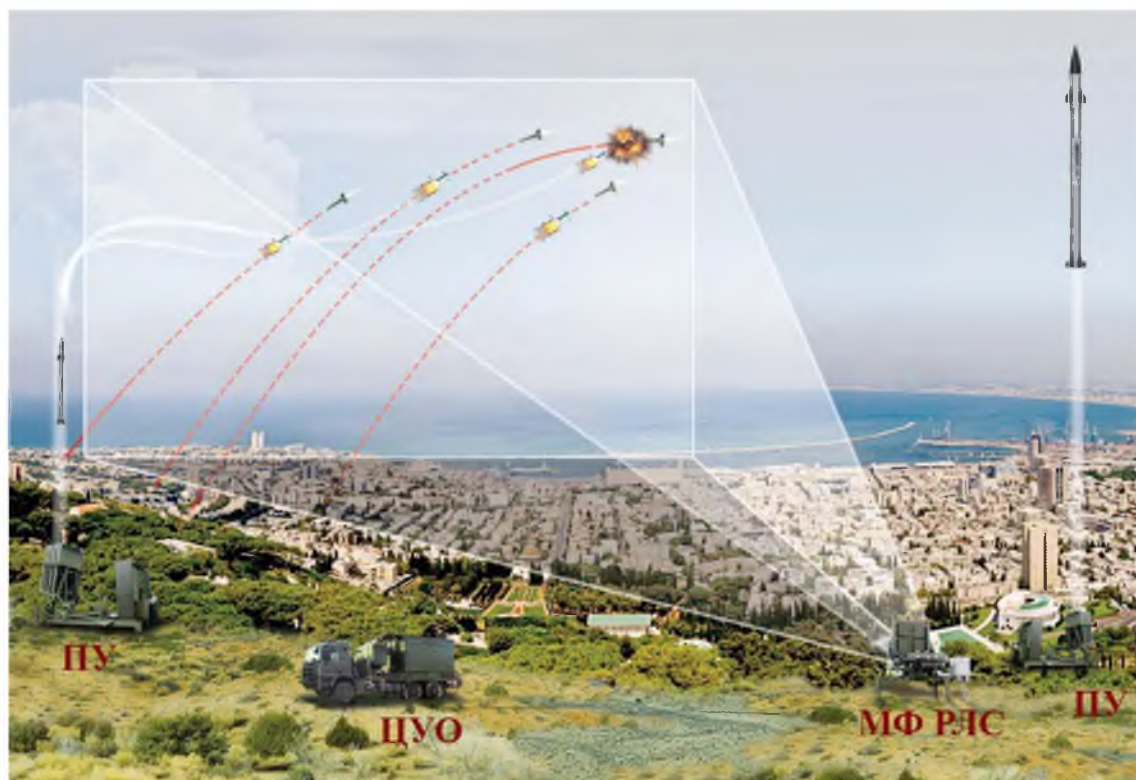


Рисунок 23 – Схема, поясняющая боевое применение ПРК «Железный купол»

В процессе боевой работы одна или две РЛС EL/M-2084 (на рисунке 23 – внизу справа) производят обнаружение стартовых позиций ТБР типа «Кассам», «Град» и т. д., артиллерийских орудий и минометов на удалении до 50 км и определяют координаты их местонахождения с точностью 100–150 м. Возможна также выдача целеуказания на ПРК по ОТБР от вышестоящей АСУ MIC⁴AD.

После запуска противником ракет, снарядов или мин РЛС осуществляют их обнаружение, захват на автосопровождение, идентификацию (распознавание) и слежение за ними в полете. Время обнаружения и захвата до 20 целей на автосопровождение не превышает 1–2 с.

На основании измерения координат, параметров движения и типа целей вычислительные средства ЦУО в течение 5–6 с рассчитывают траектории их полета, а также предполагаемые координаты их падения (математическое ожидание точки падения и эллипс рассеивания). Предполагаемые места падения (эллипсы рассеивания) для каждой цели автоматически высвечиваются на мониторах АРМов операторов пуска в ЦУО (см. рисунок 20). Далее ЭВМ сравнивает координаты защищаемых объектов с координатами эллипсов рассеивания точек падения всех сопровождаемых ракет, снарядов и мин противника и определяет, какие из них попадут в защищаемые объекты, а какие нет. Те ракеты, снаряды и мины противника, эллипсы рассеивания которых не накрывают защищаемые объекты или позицию ПРК, комплексом не обстреливаются и целеуказание по ним на ПУ и ЗУР не выдается. Однако РЛС EL/M-2084 продолжает их сопровождать и уточнять координаты их падения вплоть до их подрыва. Так как по опыту боевых действий до 70–75 % неуправляемых ракет и снарядов противника не попадают в защищаемые ПРК объекты, это позволяет за счет их не обстрела резко сократить непроизводительный расход дорогостоящих ЗУР «Тамир», а значит, и повысить экономичность стрельбы данного комплекса.

По ракетам или снарядам противника, эллипсы рассеивания которых накрывают защищаемые объекты или позицию комплекса, ЭВМ ЦУО в течение 3–4 с просчитывает более чем 800 различных решений для перехвата каждой цели. Затем осуществляется целераспределение и определяются последовательности и времена пуска всех ЗУР «Тамир» с различных пусковых установок с учетом их дислокации на местности относительно обстреливаемых целей. При этом ЭВМ автоматически контролирует, чтобы все цели были обстреляны, а встреча каждой ЗУР с целью происходила в высшей точке траектории полета обстреливаемой цели и по возможности – над пустынными или малозаселенными районами. Это необходимо для того, чтобы:

во-первых, повысить вероятность поражения баллистической цели, так как в точке перегиба ее траектория близка к прямолинейной и цель обладает наименьшими маневренными возможностями;

во-вторых, уменьшить ущерб объекту обороны, если обстреливаемая ракета или снаряд противника имеют химическую или биологическую боеголовку;

в-третьих, снизить уровень побочного ущерба объекту обороны от обломков цели и ЗУР «Тамир», в том числе и за счет их естественного аэродинамического торможения в атмосфере при падении на землю.

Время реакции ПРК (время от момента обнаружения цели и до нажатия кнопки «Пуск») составляет:

5–6 с – при отражении массированного удара ракет и снарядов противника, когда осуществляется предварительная постановка ЗУР «Тамир» на подготовку (по данным внешнего целеуказания) и используются две РЛС EL/M-2084 для быстрого определения траекторий полета и координат эллипсов рассеивания ракет и снарядов противника;

8–10 с – при штатной боевой работе ПРК «Железный купол» с одной РЛС EL/M-2084.

Пуск ЗУР «Тамир» производится только после подтверждения боевым расчетом ПРК (в количестве 7 человек) предлагаемого решения ЭВМ по команде оператора пуска. При этом если требуется вмешательство человека в процесс автоматической боевой работы ПРК,

то оператор может отвергнуть предлагаемое ЭВМ решение и быстро внести в него необходимые изменения.

После пуска ЗУР «Тамир» (рисунок 24 [10]) ПРК некоторое время осуществляет контроль и коррекцию ее траектории полета путем передачи на борт ракеты команд коррекции ее ИНС.



Рисунок 24 – Пуск противоракеты «Тамир»

После вывода ЗУР в заданную область пространства относительно цели отстреливается ее покрытый оловом обтекатель, включается активная радиолокационная ГСН, производится захват цели, самонаведение противоракеты на цель и подрыв лазерным взрывателем БЧ ЗУР в непосредственной близости от цели.

Поражение ТБР и снарядов противника, летящих со скоростями до 700 м/с, возможно на удалениях от 4 до 15 км и на высотах от 50 м до 10 км. При этом один ПРК «Железный купол» может прикрыть территорию площадью до 150 км². Эффективность комплекса по итогам операции «Облачный столп» составила 0,87 [9, 35]. При этом цикл стрельбы (время от обнаружения цели и до ее поражения) ПРК ориентировочно составляет: 14–15 с при стрельбе на ближнюю границу зоны поражения, равную 4 км, и 38–40 с при стрельбе на дальнюю границу, равную 15 км [14, 18].

Имеются сведения о способности ПРК «Железный купол» обстреливать также крылатые ракеты, самолеты и беспилотные летательные аппараты противника, что не вызывает сомнения, так как эти цели являются более простыми по сравнению с баллистическими [34, 36]. Однако сведений о размерах зоны поражения ПРК и его эффективности при стрельбе по таким целям в открытой литературе авторами статьи не найдено, что связано с недавним принятием данного ПРК на вооружение ВС Израиля и отсутствием соответствующей статистики.

Исключение поражения своей авиации осуществляется путем блокировки цепей пуска ЗУР «Тамир» по информации, поступающей от системы распознавания «свой – чужой», входящей в состав многофункциональной РЛС EL/M-2084.

В процессе боевой работы ПРК «Железный купол» РЛС EL/M-2084 может также осуществлять корректировку огня своей артиллерии при нанесении ею ударов по обнаруженным огневым позициям противника.

Боевой расчет ПРК «Железный купол» может с помощью своих АРМов (см. рисунки 20 и 21) контролировать ход боевой работы комплекса и управлять им.

Для повышения живучести боевого расчета ПРК в условиях применения противником ПРР и авиационных ракет класса «воздух – земля» контейнер ЦУО выполнен в защищенном варианте и может быть удален от антенного поста РЛС EL/M-2084 на расстояние до 500 м.

4. Достоинства и недостатки ПРК «Железный купол»

Вопрос объективной оценки достоинств и недостатков ПРК «Железный купол» является достаточно сложным, что обусловлено отсутствием достоверных и полных исходных данных о ТТХ данного комплекса, подтвержденных опытом боевых действий.

На основании имеющейся информации можно сформулировать следующие достоинства ПРК «Железный купол».

1. По заявлению разработчиков, ПРК «Железный купол» пока является единственным в мире комплексом тактической ПРО, который также способен решать задачи ПВО путем уничтожения самолетов тактической авиации, вертолетов, БЛА, крылатых ракет и ВТСП с вероятностью 0,75–0,9 [36, 37]. Однако сведений, подтверждающих эффективность решения данным комплексом задач ПВО, в доступных авторам статьи источниках (более 100) не обнаружено, что связано с недавним (март 2011 г.) принятием его на вооружение ВС Израиля.

2. Алгоритмы работы РЛС EL/M-2084 позволяют исключить непроизводительный расход противоракет (ЗУР) «Тамир» путем не обстрела неуправляемых ТБР, ОТБР и артиллерийских снарядов, расчетные координаты падения которых не попадают в защищаемые объекты и позицию ПРК. По результатам боевых действий ПРК «Железный купол» в операции «Облачный столп» подтверждена высокая эффективность работы этих алгоритмов.

3. Удаление РЛС EL/M-2084 и пусковых установок от центра (пункта) управления огнем ПРК повышает скрытность пункта управления и живучесть лиц боевого расчета комплекса.

К недостаткам ПРК «Железный купол» можно отнести следующие.

1. Он не способен отразить массированный удар ОТБР, ТБР, артиллерийских снарядов и мин. На вооружении ВС сопредельных государств, а также военизированных организаций «Хезболлы» и ХАМАСа имеются около 50–60 тысяч таких средств поражения, что делает проблематичным организацию высокоэффективной системы тактической ПРО территории Израиля [38, 39].

2. Противоракетный комплекс «Железный купол» обладает ограниченными возможностями по отражению звездного налета ТБР, ОТБР и других СВН (ПРР, КР, АУР, УАБ) противника, что приводит к резкому снижению его живучести, а следовательно, и эффективности прикрытия войск (сил) и объектов обороны Израиля.

3. Ввиду наличия большой «мертвой воронки» ПРК «Железный купол» имеет ограниченные возможности по обстрелу целей, пикирующих на него или защищаемый объект под углами места, близкими к 90°, что снижает его живучесть и боевую эффективность по прикрытию объектов обороны. В мире существуют РЛС ЗРК, способные за 1–2 с осуществлять обзор пространства вкруговую по азимуту и от 0 до 85–90° по углу места. К ним относятся французская многофункциональная РЛС «Арабель» (Thompson-CSF Arabel, рисунок 25) из состава ЗРК стран НАТО САМПА-Т (SAMP-T), многофункциональная РЛС из состава южнокорейского ЗРК КМ-SAM (рисунок 26), РЛС 29Я6 с полусферической ФАР из состава российского ЗРК ближнего действия «Морфей» и др. [40–42].

4. Противоракетный комплекс «Железный купол» пока не способен поражать цели (ОТБР, ПРР, АУР «воздух – земля»), летящие со скоростями более 700 м/с, доля которых в МРАУ непрерывно увеличивается. Увеличение скорости поражаемых целей возможно путем установки на ЗУР «Тамир» небольшого стартового ускорителя, как это было сделано в ЗУР израильского ЗРК «Спайдер-МР» (Spyder-MR) [43, 44]. Отмечаемый в средствах массовой информации недостаток, заключающийся в неспособности ПРК «Железный купол» поражать гиперзвуковые (скорость более 5–6 М) ОТБР и другие СВН противника, является некорректным, так как, во-первых, этот комплекс для борьбы с такими целями не

предназначен; во-вторых, в мире нет ПРК или ЗРК ближнего действия, способного поражать такие цели; в-третьих, задачу борьбы с гиперзвуковыми целями решают ПРК «Хец-3» («Стрела-3», Arrow-3), «Хец-2» («Стрела-2», Arrow-2) и «Праща Давида» (David's Sling), входящие в четырехуровневую систему ПРО Израиля и способные поражать цели, летящие со скоростями до 4500 м/с [1, 13, 45–47].

5. Данный ПРК также не способен уничтожать ТБР, ОТБР и другие ВТСП, оснащенные разделяющимися головными частями, две из которых являются маневрирующими БЧ (оснащены миниатюрными двигателями), а две ложными целями, имитирующими тепловое, световое, магнитное и радиолокационное излучение реальных БЧ [8]. О наличии в мире ЗРК ближнего действия, способного бороться с разделяющимися целями, авторам статьи не известно. Для разрешения этой проблемы требуется выполнение соответствующей научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы. Отметим, что определенные наработки в этой области имеются.



Рисунок 25 – РЛС «Арабель»
французской
фирмы «Талес»



Рисунок 26 – Многофункциональная РЛС
южнокорейского ЗРК KM-SAM

6. Ввиду размещения всех средств ПРК «Железный купол» на транспортируемых шасси комплекс обладает крайне низкой мобильностью (время разворачивания/свертывания составляет 6–8 ч). Это приводит к его низкой живучести в условиях применения по нему ВТСП (ПРР, КР, АУР «воздух – земля», УАБ и т. д.), а также к его неспособности обеспечить прикрытие войск (сил) от ударов ТБР и ОТБР на марше и при ведении ими маневренных боевых действий. Следует отметить, что в настоящее время ведутся работы по размещению всех средств данного ПРК на мобильных шасси типа MAN. Однако и в этом случае ПРК «Железный купол» будет состоять из 3–6 транспортных средств, что увеличивает его массогабаритные характеристики, потребляемую электроэнергию, стоимость и разведдостоупность.

В то же время, например, все средства (включая 8 ЗУР) российского ЗРК ближнего действия «Тор-М2У» размещаются на одном самоходном гусеничном шасси (рисунок 27), а «Тор-М2К» – на одном колесном шасси (рисунок 28) [48, 49]. Время их разворачивания и свертывания не превышает 5 мин. ЗРК «Тор-М2У» на гусеничном шасси обладает максимальной проходимостью по бездорожью и поэтому он способен обеспечить прикрытие войск (сил) от ударов ВТСП на марше и при ведении ими маневренных боевых действий. Контрольные испытания данных ЗРК на полигоне «Капустин Яр» в мае 2013 г. подтвердили их способность одновременно поражать до четырех целей с вероятностью 0,9–0,98 при обстреле каждой цели одной ЗУР [48, 49].

7. В ПРК «Железный купол» используются немобильные, не управляемые по азимуту и углу места ПУ с наклонным «горячим» стартом (см. рисунок 24). Это приводит:

к увеличению размеров стартовой позиции, необходимости ее удаления от элементов ПРК и прикрываемых объектов обороны, а также к ужесточению мероприятий по технике безопасности;

увеличению ближней границы зоны поражения (а следовательно, и размеров «мертвой воронки») ПРК (радиусом до 4 км) ввиду длительного переходного процесса этапа вывода ЗУР на кинематическую траекторию метода наведения вследствие невозможности управления точкой встреливания ЗУР относительно кинематической траектории из-за отсутствия на ПУ двигателей управления ею по азимуту и углу места;

усложнению алгоритмов работы ПРК, особенно при отражении звездного налета СВН и применении противником управляемых ВТСП, совершающих маневр перед нанесением удара по цели. Это обусловлено необходимостью учета при выборе «стреляющей» ПУ взаимного расположения всех элементов ПРК относительно прикрываемых объектов и направления подлета ВТСП противника.



Рисунок 27 – ЗРК «Тор-М2У» на марше



Рисунок 28 – ЗРК «Тор-М2К» на марше

В российских ЗРК «Тор-М2» различных модификаций применяется вертикальный «холодный» старт ЗУР 9М331, при котором ракета с помощью пороховых газов выбрасывается из транспортно-пускового контейнера (ТПК) на высоту 16–20 м. Затем с помощью газовых рулей, находящихся в носовой части ЗУР, ракета разворачивается по азимуту и углу места в требуемое направление относительно обстреливаемой цели (рисунок 29). И лишь потом через 1 с запускается ее двигатель. Такой старт ЗУР 9М331 исключает необходимость управления положением ПУ (ТПК) по азимуту и углу места, обеспечивает ближнюю границу ЗРК «Тор-М2», равную 1–1,5 км, и позволяет избежать всех недостатков, отмеченных в пункте 7 [49–51].

8. В силу указанных выше недостатков и малого курсового параметра зоны поражения с помощью ПРК «Железный купол» невозможно обеспечить защиту крупных городов (мегаполисов). Это обусловлено тем, что его нельзя разместить внутри мегаполисов (в парках, на площадях, крышах высотных зданий, специальных штатных вышках и т. д.), то есть с его помощью нельзя создать маневренную внутриобъектовую систему ПВО-ТПРО [52].

В настоящее время эту задачу наиболее эффективно можно решить с помощью нового российского ЗРК «Тор-М2КМ» модульной конструкции, масса которого с 8 новыми

ЗУР 9М331-2 не превышает 15 т [49]. Завершены также работы по размещению в боевой машине данного ЗРК 16 новых ЗУР 9М338 меньшего диаметра и массы с комбинированной системой управления, включающей систему телеуправления – на начальном и среднем участках полета ракеты и систему самонаведения на базе ИК ГСН – на конечном участке полета. Это позволило увеличить размеры зоны поражения ЗРК до 20 км по дальности и до 15 км по высоте [50, 51]. Кроме того, конструкция средств ЗРК «Тор-М2КМ» обеспечивает его транспортировку всеми видами транспорта, а также перевозку на внешней подвеске вертолета Ми-26Т и его аналогами с последующей его установкой на вышки и крыши высотных зданий.

Благодаря этому, а также возможности его электропитания от промышленной сети или (и) от собственной компактной дизель-электростанции имеется возможность создавать с его помощью маневренную внутриобъектовую систему ПВО-ТПРО крупных городов (мегаполисов). Обороняемая площадь одним ЗРК «Тор-М2КМ» составляет более 400 км² (у ПРК «Железный купол» – 150 км²).

Дополнительное внедрение в данный ЗРК новых разработок белорусских военных ученых, таких как [53]:

алгоритмы высокоточной фильтрации случайных процессов, протекающих в ЗРК;

высокоточные измерители координат и параметров движения целей и ЗУР;

новые методы наведения телеуправляемых ЗУР и т. д. – позволит существенно повысить эффективность стрельбы и увеличить на 20–25 % размеры зон поражения ЗРК «Тор-М2» при стрельбе по высокоскоростным (до 1500 м/с), маневрирующим и баллистическим целям, а также в условиях наличия мощных радиопомех.



Рисунок 29 – Вертикальный «холодный» старт ЗУР 9М331 ЗРК «Тор-М2У»

9. Во многих источниках отмечается, что ПРК «Железный купол» обладает высокой стоимостью (50–170 млн долл. США) и крайне низкой экономичностью стрельбы (ЗУР «Тамир» стоит 50 тыс. долл. США, что в 50–200 раз дороже, чем сбиваемые ею цели [35, 54, 59]). Что касается стоимости одного ПРК «Железный купол», то прикидочные расчеты показывают, что она должна колебаться в пределах 20–25 млн долл. США. Для сравнения: стоимость одной боевой машины «ЗРК Тор-М2» ориентировочно оценивается в 15–20 млн долл. США, а ЗРК «Панцирь-С1» – в 13–15 млн долл. США [50, 51, 55]. Поэтому опубликованные в средствах массовой информации (СМИ) [56, 57] сведения о том, что стоимость ПРК «Железный купол» может достигать 100–170 млн долл. США, следует считать ошибочными. Так, в [14, 33] отмечается, что стоимость данного ПРК составляет 37 млн долл. США.

Недостаток, касающийся крайне низкой экономичности стрельбы ПРК «Железный купол», действительно имеет место, однако этот недостаток присущ всем ЗРК. Например, ЗУР 9М331 ЗРК «Тор-М2» стоит в пять раз дороже (около 300 тыс. долл. США) по сравнению с ЗУР «Тамир». При оценке экономичности стрельбы ПРК (ЗРК) необходимо помимо стоимости ЗУР также учитывать и предотвращенный данным комплексом ущерб войскам (силам), населению и объектам обороны страны.

Так, во второй ливанской войне (с 12 июля по 14 августа 2006 г.) с «Хезболлой» по Израилю было выпущено 4228 неуправляемых ракет, снарядов и мин типа «Кассам», «Град»,

«Раад», «Хейбар-1» и др. Из-за отсутствия в то время у Израиля ПРК «Железный купол» около 1000 (23,6 %) неуправляемых ракет и снарядов противника поразили цели. Число убитых составило, по различным оценкам, от 44 до 53, а раненых – от 2000 до 4000 человек. Выплаты населению за причиненный ущерб составили около 200 млн долл. США, а общий материальный ущерб составил 1,5 млрд долл. США [58, 59].

В операции Израиля «Облачный столп» против боевиков ХАМАСа (с 14 по 21 ноября 2012 г.) из сектора Газы по Израилю было выпущено 1506 ракет [59–62]. Из них 875 (58 %) ракет были идентифицированы ПРК «Железный купол» как неопасные и комплексом не обстреливались. Ни одной цели эти ракеты не поразили, что свидетельствует о высокой эффективности работы алгоритмов распознавания РЛС EL/M-2084. 152 ракеты противника не вышли на траекторию полета или взорвались в воздухе (из-за кустарного производства ракет «Кассам»). Из 479 опасных ракет противника 421 ракета (88 %) были перехвачены ПРК «Железный купол». 58 (12 %) ракет противника взорвались в городских районах. Всего погибло 6 человек и 239 получили ранения. Выплаты населению составили около 10 млн долл. США. Предотвращенный ущерб составил около 600 млн долл. Стоимость израсходованных противоракет (ЗУР) «Тамир» не превысила 30 млн долл., что составляет всего около 5 % от предотвращенного ущерба [35, 59–62].

Кроме того в [63] отмечается, что в настоящее время в Израиле завершены работы по резкому (в 5–6 раз) сокращению стоимости противоракеты (ЗУР) «Тамир». Это достигнуто за счет значительного упрощения, а следовательно, и удешевления активной радиолокационной ГСН ракеты. При этом компенсация уменьшения дальности захвата ГСН обстреливаемой цели осуществляется путем передачи на борт ЗУР команд коррекции ее траектории полета в течение более длительного времени. Однако это приводит к некоторому ухудшению ТТХ такого ПРК «Железный купол».

И тем не менее для современных систем ПВО проблемы резкого (в десятки раз) сокращения затрат на поражение СВН, а также отражения ими массированных ударов остаются актуальными. Они могут быть решены только путем разработки оружия ПВО-ТПРО на новых физических принципах (СВЧ-оружие, ЭМИ-оружие, лазерное оружие, оружие на базе искусственного распада протона и др.) [64–68]. Работы по созданию такого оружия ведутся в передовых странах мира, в том числе и в Израиле.

Выводы

1. С учетом наличия у сопредельных государств около 50–60 тысяч тактических неуправляемых баллистических ракет типа «Кассам», «Град», «Зельзаль-2, -3», «Фаджар-3, -5» и других для Израиля очень важное оборонное значение имело ускоренное создание и принятие на вооружение (в марте 2011 г.) комплекса тактической ПРО «Железный купол», который является нижней ступенью создаваемой четырехуровневой системы ПРО Израиля. Однако отразить возможный массированный удар сотен и даже тысяч дешевых ТБР и ОТБР данный ПРК вряд ли сможет. Наиболее эффективно эту задачу могут решить средства поражения системы ПВО-ТПРО на новых физических принципах.

2. Анализ принципов построения, доступных тактико-технических характеристик и небольшого опыта боевого применения комплекса «Железный купол» в операции «Облачный столп», изложенных в данной статье, позволяет сделать предварительный вывод о его достаточно высокой боевой эффективности (вероятность поражения ТБР одной ЗУР составляет 0,75–0,9), но только в простых боевых условиях. Наличие большого числа недостатков, присущих данному ПРК, а также противоречивых сведений в СМИ о его боевой эффективности не позволяет отнести его к перспективному вооружению ПВО-ТПРО. В то же время ПРК «Железный купол» обладает большим модернизационным потенциалом, что позволяет устранить многие его недостатки, отмеченные в данной статье.

3. Сравнительный анализ тактико-технических характеристик ПРК «Железный купол» и российских ЗРК серии «Тор-М2» позволяет опровергнуть опубликованное во многих СМИ утверждение о том, что ПРК «Железный купол» является лучшим в мире комплексом

тактической ПРО. Российский ЗРК «Тор-М2КМ» и особенно его последующий модернизированный вариант, оснащенный 16 новыми ЗУР 9М338 с комбинированной системой управления и обеспечивающий поражение широкого класса целей (в том числе и баллистических) на удалениях до 20 км, на высотах до 15 км, по всем параметрам превосходит израильский ПРК «Железный купол». Дополнительное внедрение в российские ЗРК серии «Тор-М2» указанных в данной статье и других разработок белорусских военных ученых позволит создать комплекс ПВО-ТПРО ближнего действия, действительно не имеющий мировых аналогов.

4. Ввиду беспрецедентной секретности и дезинформации, развернутой в СМИ, относительно ТТХ, боевых возможностей и стоимости ПРК «Железный купол» сведения о данном комплексе, изложенные в статье, подлежат уточнению.

Список литературы

1. Голубчиков, С. В. Противоракетная оборона Израиля – основа тактической ПРО и ПРО на театре военных действий / С. В. Голубчиков, В. К. Новиков // Вестн. Акад. воен. наук. – 2013. – № 2 (43). – С. 84–88.
2. Jane's Defence Equipment 2009–2010. (Электронная библиотека по вооружению и военной технике стран мира). – 2009.
3. Израильская система противоракетной обороны «Железный купол» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ilgid.ru/science/iron-dome.html>.
4. Железный аргумент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.newswe.com/index.php?go=Pages&in=print&id=4004>.
5. Канов, А. Мобильные зенитные ракетные комплексы ПВО-ПРО ближнего действия зарубежных стран / А. Канов, П. Алексеев // Зарубеж. воен. обозрение. – 2012. – № 5. – С. 46–50.
6. «Железный купол»: знание и опыт – на выходе результат. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://military-az.com/forum/viewtopic.php?f=23&t=675>.
7. Hasik, J. Blood and Iron Domes. Strategic significance and American-Israeli cooperation in the future of missile defense / J. Hasik. – The Lyndon B. Johnson School of Public Affairs, The University of Texas at Austin. 16 May 2013, p. 19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jameshasik.com/20130516iron-dome-2013-05-16-15-50.pdf>.
8. Тактическая система ПРО «Железный купол» (Израиль) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3mv.ru/publ/vooruzhenie_drugikh_stran/takticheskaja_sistema_pro_zheleznyj_kupol_izrail/13-1-0-16587.
9. Ballistic Missile Defense: Effectiveness of Israel's Iron Dome System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mostlymissiledefense.com/2012/07/19/ballistic-missile-defense-effectiveness-of-israels-iron-dome-system-july-19-2012/>.
10. «Железный купол» Израиля (Iron Dome) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masterok.livejournal.com/444278.html>.
11. Iron Dome: Defense Against Short Range Artillery Rockets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rafael.co.il/Marketing/345-1530-en/Marketing.aspx>.
12. Iron Dome: Has the Euphoria Been Justified? By Prof. Avi Kober [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://i-hls.com/2013/04/iron-dome-has-the-euphoria-been-justified/>.
13. Об учениях системы ПРО ЦАХАЛА и армии США «Суровый вызов 2012» (Austere Challenge 2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravoslav-voin.info/publikacii/2884-surovyj-vyzov-izrailyu-i-soedinennym-shtatam.html>.
14. «Железный купол» прошел боевые испытания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://topwar.ru/133...ispytaniya.html>.
15. Вооруженные силы Израиля развернули первую РЛС EL/M-2084 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vpk.name/news/44689_vooruzhennyye_sily_izrailya_azvernuli_pervuyu_rls_elm2084.html.
16. Крупников, А. РЛС контрбатареи борьбы зарубежных стран / А. Крупников // Зарубеж. воен. обозрение. – 2010. – № 12. – С. 32–41.

17. ELM-2084 – Multi-Mission Radar (MMR) Family [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iai.co.il/34481-41832-en/Groups_ELTA_EltaNumber_Products-ELM.aspx?btl=1.
18. Ballistic Missile Defense: Iron Dome Description [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mostlymissiledefense.com/2012/12/05/ballistic-missile-defense-iron-domedescription-december-5-2012/>.
19. Israel to integrate upgraded interceptor missile in Iron Dome [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.airforce-technology.com/news/newsisrael-integrate-upgraded-interceptor-missile-iron-dome>.
20. IRON DOME Defense system against short range artillery rockets 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.armyrecognition.com/index.php?option=com_content&task=view&id=3883.
21. Aero India 2013 Photo Report [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://defense-update.com/20130206_aero-india-2013-photo-report.html.
22. Israeli Fans Adore Rocket Stopper Iron Dome [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kalw.org/post/israeli-fans-adore-rocket-stopper-iron-dome>.
23. Israel's Iron Dome intercepts and shoots down Grad rocket targeting Eilat [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eajc.org/page32/news39953.html>.
24. Israel's Iron Dome – Remote Controlled Defense Proves Its Value. By Rick Diehl. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techcitement.com/hardware/israels-iron-dome-remote-controlled-defense-proves-its-value/#.UfaouKyd9yW>.
25. Rick Diehl. Iron Dome Command Site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techcitement.com/hardware/israels-iron-dome-remote-controlled-defense-proves-its-value/attachment/iron-dome-command-site/#>.
26. Will-Burt Pneumatic Masts Fulfill Critical Component of Iron Dome [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.willburt.com/about/press-releases/will-burt-pneumatic-masts-fulfill-critical-component-of-iron-dome/>.
27. Commtact Wins Communications Contract for Iron Dome Program [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://commtact.co.il/?CategoryID=221&ArticleID=191>.
28. Iron Dome Battle management Demonstrated [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://defense-update.com/photos/iron_dome_bms.html.
29. Ebbutt, G. New modular multi-level air-defence system from Israel / G. Ebbutt [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ihs.com/events/exhibitions/paris-air-show-2011/news/day-5/New-modular-air-defence-Israel.aspx>.
30. Azoulai, Y. Rafael unveils combined air defense control system / Y. Azoulai [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.globes.co.il/serveen/globes/docview.asp?did=1000680132&fid=1725>.
31. Behind Israel's Iron Dome: How This Marvel Stops Missiles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ignovation.blogspot.de/2012/11/behind-israels-iron-dome-how-this.html>.
32. Modular, Integrated C⁴I Air & Missile Defense System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rafael.co.il/marketing/SIP_STORAGE/FILES/2/1212.pdf.
33. «Железный купол» прошел проверку боем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://topwar.ru/21462-zheleznyy-kupol-proshel-proverku-boem.html>.
34. Iron Dome Dual-Mission Counter Rocket, Artillery and Mortar (C-RAM) and Very Short Range Air Defense (V-SHORAD) System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rafael.co.il/marketing/SIP_STORAGE/FILES/0/1190.pdf.
35. «Железный купол» принес выгоду Израилю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://izvestia.ru/news/540269>.
36. «Железный купол» сможет сбивать самолеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://investoday.ru/index.php?showtopic=66266>.
37. Iron Dome [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Iron_Dome.
38. «Железный купол» не может защитить гражданское население [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <http://novostimira.com.ua>.

39. Маркус, Дж. «Железный купол» Израиля: эйфория от успеха? / Дж. Маркус [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www/bbc.co.uk/russian/>.

40. Многоцелевой зенитный ракетный комплекс SAMP/T [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bastion-karpenko.ru/sampt/>.

41. Южнокорейский ЗРК KM-SAM Chun Koong (C) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://img694.imageshak.us/img694/8918/08kmsamskybow.jpg>.

42. Россия получит мощный воздушный щит с новым ЗРК «Морфей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://topwar.ru/6111-rossiya_poluchit.

43. Зенитный ракетный комплекс «Спайдер-СР» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/spyder.shtml>.

44. SPYDER Surface-to-Air Launcher [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.army-technology.com/projects/spyder/>.

45. Островерхов, И. Н. Современные зенитные и противоракетные комплексы и их применение в составе систем ПВО/ПРО / И. Н. Островерхов [и др.]; под ред. акад. РАН Е. А. Федосова. – М.: ГосНИИАС, 2011. – 172 с.

46. Arrow (Israeli missile) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://en.wikipedia.org/wiki/Arrow-\(Israeli_missile\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Arrow-(Israeli_missile)).

47. Arrow (ракета) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Arrow-\(ракета\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Arrow-(ракета)).

48. Учения со стрельбами ЗРК «Тор-М2У» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://saidpvo.livejournal.com/182930.html>.

49. Карташов, В. И. ЗРК семейства «Тор-М2» / В. И. Карташов // Нац. оборона. – 2013. – № 9. – С. 31–33.

50. Россия объявила о создании уникального комплекса «Тор-М2» с 16 ЗУР и увеличенной дальностью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mk.ru/politics/news/2013/11/14/945602/>.

51. Высокоточный комплекс ПВО «Тор-М2» создан в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vz.ru/news/2013/11/14/659627.html>.

52. Корабельников, А. П. Концептуальные способы организации и ведения маневренной противовоздушной обороны и маневренной воздушно-космической обороны / А. П. Корабельников, С. А. Корабельников, Л. В. Покидов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 2 (39). – С. 9–17.

53. Зенитный ракетный комплекс Т38 «Стилет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tetraedr.com>.

54. Эксперты: «Железный купол» спасает, но разоряет Израиль // Воен.-пром. курьер. – 2012. – 13 марта.

55. Комплекс 96К6 Панцирь-С/Панцирь-С1 – SA-22 GREYHOUND [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://militaryrussia.ru/blog/topic-558.html>.

56. Дробышев, В. США выделяют Израилю миллиард долларов / В. Дробышев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jandex.ru/>.

57. Комплексы ПРО «Железный купол» охраняют крупные города Израиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://trueinform.ru/modules.php?name=vi>.

58. Вторая ливанская война [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.

59. Левкевич, М. «Облачный столп» проверил «Железный купол» / М. Левкевич [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.from-ua.com/technology/71ao40bfd7.html>.

60. Операция «Облачный столп» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.

61. «Железный купол» доказал свою эффективность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.mail.ru/politics/11060565>.

62. Эффективность «Железного купола» повысилась до 87 %, батарея ПРО выпускает одну противоракету [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://NEWSru.co.il>.
63. Как Израиль сделал дешевым «Железный купол» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.israelinfo.ru/technology/4496/>.
64. Ионин, С. Н. Параллельное оружие, или Чем и как будут убивать в XXI веке / С. Н. Ионинов. – М.: Звоница-МГ, 2009. – 496 с.
65. Криницкий, Ю. В. Нужны средства ВКО на новых физических принципах / Ю. В. Криницкий // Воздуш.-космич. оборона. – 2012. – № 5 (66). – С. 24–35.
66. Курушкин, С. Век лучевого оружия и сверхмощных энергий / С. Курушкин, А. Ларин, В. Прокофьев // Воздуш.-космич. оборона. – 2011. – № 1 (56). – С. 44–53.
67. Оружие на базе искусственного распада протона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://evolutiontechnical.com/read/oruzhie/>.
68. Микрюков, В. Ю. Средства вооруженной борьбы будущего / В. Ю. Микрюков // Вестн. Акад. воен. наук. – 2013. – № 2 (43). – С. 135–136.

*Сведения об авторах:

Косачев Иван Михайлович,

Аношкин Игорь Михайлович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 27.10.2013 г.

О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО АКТА ОБ ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МАССОВЫХ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

УДК 355.4

С. А. Мещеряков*

В статье изложены способы организации безопасности граждан при проведении массовых мероприятий в Республике Беларусь.

The article describes the methods of organizing the safety of citizens during public events in the Republic of Belarus.

Беларусь – суверенное государство, которое на протяжении своей славной спортивной истории находится в первых рядах олимпийского движения – самого массового общественного движения современности. 8 мая 2009 г. в швейцарском городе Берне состоялся конгресс Международной федерации хоккея, на котором было принято решение, что Чемпионат мира 2014 г. состоится в Беларуси.

Это обусловлено существенным прогрессом в развитии хоккея в Беларуси за последние годы, пристальным вниманием к этому виду спорта Президента страны А. Лукашенко, который не только поддерживает этот вид спорта, но и сам играет в хоккей.

Обеспечение общественной безопасности при проведении массовых мероприятий в Республике Беларусь – своего рода наука, причем живая, предназначенная служить соблюдению абсолютного баланса интересов личности, общества и государства. Право является важнейшим инструментом формирования, регулирования и совершенствования отношений при проведении спортивных мероприятий.

К массовым мероприятиям можно отнести собрание, митинг, уличное шествие, демонстрацию, пикетирование, а также спортивные, культурно-массовые или иные зрелищные мероприятия, проводимые под открытым небом, на площадках и в помещениях, не предназначенных для скопления людей [2].

В статье 35 Конституции Республики Беларусь закреплено, что свобода собраний, митингов, уличных шествий, демонстраций и пикетирования, не нарушающих правопорядок и права других граждан Республики Беларусь, гарантируется государством. Порядок проведения указанных мероприятий определяется законом [1].

Основным документом, который регулирует порядок проведения массовых мероприятий, является Закон Республики Беларусь от 30.12.1997 г. «О массовых мероприятиях в Республике Беларусь» в редакции Закона Республики Беларусь от 08.11.2011 г. № 308-З.

Настоящий Закон устанавливает порядок организации и проведения в Республике Беларусь собраний, митингов, уличных шествий, демонстраций, пикетирования и иных массовых мероприятий и направлен на создание условий для реализации конституционных прав и свобод граждан, обеспечения общественной безопасности и порядка при проведении этих мероприятий на улицах, площадях и в иных общественных местах.

Действует также Декрет Президента от 09.09.1999 г. № 36 «О некоторых мерах по предупреждению чрезвычайных происшествий при проведении массовых мероприятий» и Декрет Президента Республики Беларусь от 07.05.2001 г. № 11 (в редакции Декрета Президента Республики Беларусь от 30.08.2002 г. № 22) «О некоторых мерах по совершенствованию порядка проведения собраний, митингов, уличных шествий, демонстраций, иных массовых мероприятий и пикетирования в Республике Беларусь».

Организаторы имеют право начинать осуществление массовых мероприятий только после получения разрешения на проведение. До получения разрешения организаторы не вправе объявлять в средствах массовой информации о дате, месте и времени его проведения, изготавливать и распространять листовки, плакаты и иные материалы [5].

Организаторы массового мероприятия, ответственные за организацию и проведение, обязаны:

- 1) постоянно присутствовать на проводимом массовом мероприятии;
- 2) обеспечивать соблюдение условий и порядка проведения массового мероприятия, безопасность граждан, сохранность зданий, сооружений, транспортных средств и другого имущества, а также зеленых насаждений;
- 3) выполнять все законные требования сотрудников органов внутренних дел и представителей общественности, выполняющих обязанности по охране общественного порядка, и содействовать им в обеспечении общественного порядка и другие обязанности.

При проведении массового мероприятия его участники обязаны соблюдать общественный порядок и выполнять все законные требования организаторов проводимого массового мероприятия, работников органов внутренних дел и представителей общественности, выполняющих обязанности по охране общественного порядка [9].

Во время проведения собрания, митинга, уличного шествия, демонстрации или пикетирования их организаторам и участникам запрещается:

- 1) препятствовать движению транспорта и пешеходов;
- 2) создавать помехи для бесперебойного функционирования организаций;
- 3) устанавливать палатки, иные временные сооружения;
- 4) воздействовать в какой бы то ни было форме на работников милиции в целях воспрепятствования выполнению ими служебных обязанностей, а также на представителей общественности, выполняющих обязанности по охране общественного порядка;
- 5) иметь при себе холодное, огнестрельное, газовое или иное оружие, взрывчатые вещества и боеприпасы, их имитаторы и муляжи, а также специально изготовленные или приспособленные предметы, использование которых может представлять угрозу жизни и здоровью людей либо причинить материальный ущерб гражданам и организациям;
- 6) использовать плакаты, транспаранты и иные средства, содержащие призывы к насильственному изменению конституционного строя либо пропагандирующие войну, социальную, национальную, религиозную или расовую вражду, унижающие честь и достоинство личности;
- 7) действовать методами, создающими угрозу общественной безопасности, жизни и здоровью участников указанных мероприятий или других лиц, либо скрывать свои лица под масками;
- 8) пользоваться флагами, вымпелами, не зарегистрированными в установленном порядке, а также эмблемами, символами, плакатами и транспарантами, содержание которых направлено на причинение ущерба конституционному строю и общественному порядку, правам и законным интересам граждан [8].

Руководитель исполкома, руководитель органа внутренних дел, а также организаторы массового мероприятия могут потребовать прекращения массового мероприятия в случае нарушения порядка его проведения, а также при возникновении опасности для жизни и здоровья граждан. В этом случае организаторы массового мероприятия должны оповестить его участников и организовать его прекращение.

Органы внутренних дел при отказе участников массового мероприятия от выполнения требований о его прекращении наделены полномочиями принимать все необходимые меры по прекращению массового мероприятия [3].

Меры ответственности за нарушение порядка проведения массовых мероприятий применяются как к организаторам, так и к участникам массового мероприятия.

Политические партии, профессиональные союзы и иные организации, ответственные лица которых не обеспечили надлежащего порядка организации и проведения массового мероприятия, что повлекло причинение ущерба в крупном размере или существенного вреда правам и законным интересам граждан, организаций либо государственным или общественным интересам, могут быть ликвидированы в установленном порядке за однократное нарушение законодательства Республики Беларусь о массовых мероприятиях [7].

Граждане могут быть привлечены к административной и уголовной ответственности за нарушение общественного порядка (выписка из административного и уголовного законодательства Республики Беларусь):

1. Нецензурная брань в общественном месте, оскорбительное приставание к гражданам и другие умышленные действия, нарушающие общественный порядок, деятельность организаций или спокойствие граждан и выражающиеся в явном неуважении к обществу влекут административную ответственность в виде штрафа от 2 до 30 базовых величин (150 евро) или административного ареста на срок до 15 суток (статья 17.1 КоАП Республики Беларусь «Мелкое хулиганство»).

2. Неповиновение законному распоряжению или требованию должностного лица государственного органа при исполнении им служебных полномочий лицом, не подчиненным ему по службе, влечет наложение штрафа в размере от 20 до 50 базовых величин (240 евро) или административный арест (статья 23.4 КоАП Республики Беларусь).

3. Умышленное уничтожение либо повреждение имущества, повлекшее причинение ущерба в значительном размере, влечет уголовную ответственность в виде общественных работ, или штрафа, или исправительных работ на срок до двух лет, или арест на срок до трех месяцев, или ограничения свободы на срок до двух лет. Указанные деяния при наличии отягчающих признаков влекут уголовную ответственность в виде лишения свободы на срок до 12 лет (Статья 218 УК Республики Беларусь «Умышленное уничтожение либо повреждение имущества»).

4. Умышленные действия, грубо нарушающие общественный порядок и выражающие явное неуважение к обществу, сопровождающиеся применением насилия или угрозой его применения либо уничтожением или повреждением чужого имущества либо отличающиеся по своему содержанию исключительным цинизмом (хулиганство), влекут уголовную ответственность в виде общественных работ, или штрафа, или исправительных работ на срок до двух лет, или ареста на срок до шести месяцев, или лишения свободы на срок до трех лет. Указанные деяния при наличии отягчающих признаков влекут уголовную ответственность в виде лишения свободы на срок до десяти лет (статья 339 УК Республики Беларусь «Хулиганство»).

5. Организация групповых действий, грубо нарушающих общественный порядок и сопряженных с явным неповиновением законным требованиям представителей власти или повлекших нарушение работы транспорта, предприятий, учреждений или организаций, либо активное участие в таких действиях, при отсутствии признаков более тяжкого преступления влечет уголовную ответственность в виде лишения свободы на срок до трех лет (статья 342 УК Республики Беларусь «Организация и подготовка действий, грубо нарушающих общественный порядок, либо активное участие в них»).

Оценивая сегодняшнюю обстановку на стадионах, можно отметить, что благодаря основным документам, которые регулируют порядок проведения массовых спортивных мероприятий, количество правонарушений во время их проведения в Беларуси из года в год снижается. При этом можно утверждать, что снижение числа правонарушений происходит благодаря профилактической работе, которую проводят с болельщиками органы внутренних дел, администрации стадионов и клубов. Чаше стали проводиться встречи с представителями клубов фанатов, на которых они получают возможность высказать и претензии, и предложения. В МВД Беларуси создано направление по организации деятельности органов внутренних дел по предупреждению правонарушений на спортивных мероприятиях. Аналогичные подразделения создаются в ГУВД, УВД по регионам. Образованы рабочие группы, которые координируют сферу деятельности сотрудников ОВД и военнослужащих ВВ [4].

Между тем остается ряд вопросов, над которыми предстоит еще серьезно поработать.

Не определена граница ответственности субъектов проведения массовых спортивных мероприятий – общественных организаций, частных лиц, организаторов. Сейчас их права и обязанности прописаны в отдельности по разным ведомственным нормативным документам,

да и то не в полном объеме. Получается, что каждый участник фрагментарно действует по своим внутренним правилам. А обеспечение безопасности в понимании руководителей разных ведомств, надо признать, различно [10].

Необходимо отметить, что в МВД России считают целесообразным возложить обязанности по обеспечению безопасности проведения того или иного массового спортивного мероприятия на организаторов мероприятия. В случае беспорядков именно они несут ответственность от административной до уголовной за их последствия. Такое положение есть в аналогичных законах ряда стран, в том числе Англии, Германии. Это логично: если организатор будет знать, что несет юридическую ответственность за безопасность, он сделает все, чтобы принять необходимые меры. При этом речь идет только о территории объекта. Органы внутренних дел по-прежнему будут обязаны обеспечивать правопорядок на прилегающей территории [11].

Если же организаторы посчитают, что им необходима помощь милиции на объекте, они будут иметь возможность заключить с органами внутренних дел соответствующий договор. Сегодня практически все матчи проводятся на коммерческой основе, а порядок на них обеспечивает милиция, содержащаяся за счет бюджетов.

В связи с этим в нормативном правовом акте видятся предельно четко прописанные обязанности каждого ведомства или субъекта. В правовом акте хотелось бы обозначить единые требования к местам проведения массовых мероприятий. Сейчас их просто не существует. Есть отдельные требования по проектированию зданий, по оборудованию, пожарной безопасности и так далее. Необходимо, чтобы сооружения соответствовали современным требованиям безопасности. Например, очень важно, чтобы расположение, количество, ширина и конструкция выходов позволяли в случае необходимости быстро покинуть спортивный объект. То же самое касается подъездных путей, стоянок общественного и личного транспорта [8].

Одновременно имеет смысл прописать в проекте нормативного правового акта четкий порядок обследования сооружений и состав комиссий, которые должны формироваться и возглавляться уполномоченным представителем органов исполнительной власти. А по результатам осмотров и проверок выдавать паспорта безопасности с указанием, какие именно мероприятия, с каким количеством граждан можно проводить на объекте.

Зададим вопрос: какого инструмента нам не хватает, чтобы поддерживать общественный порядок в спортивных сооружениях и на территориях, прилегающих к ним. Ответом могло бы быть решение о создании единой правовой базы, соответствующей международным требованиям, по регулированию правоотношений между всеми участниками спортивных мероприятий: органами исполнительной власти, собственниками спортивных объектов, спорткомитетами, организаторами, участниками, зрителями и правоохранительными органами. Сейчас существуют лишь отдельные документы, которые прописывают действия только одного юридического лица, кроме того, назрела необходимость в закреплении за руководителями служб безопасности объектов обязанности проведения специальной подготовки стюардов, волонтеров, охранников совместно с органами внутренних дел. Они должны проходить подготовку по специальной программе, по единому замыслу и единому направлению деятельности, направленной на обеспечение общественной безопасности при проведении спортивных мероприятий.

Одновременно идеологическую задачу государственного масштаба, связанную с организацией воспитательной работы со зрителями (болельщиками), необходимо возложить на руководителей спорткомплексов, спортклубов, служб безопасности и иных общественных организаций.

В связи с этим в Беларуси крайне необходим нормативный правовой акт «Об обеспечении правопорядка и общественной безопасности при проведении спортивных и иных массовых мероприятий в Республике Беларусь» как единый документ для всех заинтересованных юридических лиц в части, их касающейся.

Список литературы

1. Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г., 17 октября 2004 г.). – Минск: Амалфея, 2005. – 40 с.
2. Об утверждении Наставления по планированию и руководству действиями ОВД и внутренних войск при возникновении чрезвычайных ситуаций: приказ М-ва внутр. дел Респ. Беларусь, 01.02.2000г., № 08 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.
3. О борьбе с терроризмом: Закон Респ. Беларусь, 3 янв. 2002 г., № 77-3: в ред. Закона Респ. Беларусь от 03.06.2011 г. № 273-3 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2013.
4. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 9 нояб. 2010 г., № 575 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.
5. Об органах внутренних дел: Закон Респ. Беларусь, 17 июля 2007 г., № 263-3: в ред. Закона Респ. Беларусь от 04.05.2012 г. № 361-3 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2013.
6. О чрезвычайном положении: Закон Респ. Беларусь, 24 июня 2002 г., № 117-3: в ред. Закона Респ. Беларусь от 31.12.2009 г. № 114-3 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2013.
7. О массовых мероприятиях в Республике Беларусь: Закон Респ. Беларусь, 30 дек. 1997 г., № 114-3: в ред. Закона Респ. Беларусь от 04.01.2010 г. № 99-3 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.
8. Инструкция об организации планирования и контроля оперативно-служебной деятельности органов внутренних дел Республики Беларусь: приказ МВД Респ. Беларусь, 11 апр. 2006 г., № 99: в ред. от 11 апр. 2006 г. № 99 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.
9. О Декларации прав и свобод человека и гражданина: постановление ВС РСФСР, 22 нояб. 1991 г., № 1920-1. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=3788>. – Дата доступа: 17.04.2013.
10. О мерах по усилению охраны общественного порядка на улицах городов и других населенных пунктов Российской Федерации: постановление Правительства РФ, 22.02.1993 г., № 959: в ред. от 06.10.2011 г. // Консультант Плюс: РФ. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.
11. Яхновец, С. Е. Тактика и оперативное искусство внутренних войск: учеб. / С. Е. Яхновец. – М.: ГК ВВ МВД России, 2005. – 572 с.

*Сведения об авторе:

Мещеряков Сергей Алексеевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 15. 03. 2013 г.

О КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРОВ ОПЕРАТИВНО-СТРАТЕГИЧЕСКОГО ЗВЕНА И ПЕРЕВОДЕ ИХ ОБУЧЕНИЯ НА II СТУПЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 355.23

В. Г. Шумилов*

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся Концепции развития системы подготовки офицерских кадров оперативно-стратегического звена, а именно основные задачи, принципы и направления развития системы их образования, а также перевод обучения специалистов этого уровня на II ступень высшего образования.

The article considers the questions dealing with the Conception of the development of the training of operational and strategic staff officers system, in particular the main tasks, the principles and the main directions of the development of their education system, and transfer of the training of the specialists of this level to the second degree of higher education.

Подготовка офицерских кадров с высшим военным образованием оперативно-стратегического звена (ОСЗ) представляет собой единый цикл взаимосвязанных мероприятий по подбору и подготовке кандидатов для направления на обучение на факультет Генерального штаба (ФГШ) Вооруженных сил учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» и в Военную академию Генерального штаба Вооруженных сил Российской Федерации (далее – ВА ГШ), мониторингу их деятельности в процессе подготовки к поступлению и в ходе учебы, а также результатов выполнения ими должностных обязанностей по завершении обучения.

В Концепции национальной безопасности Республики Беларусь определено, что одним из приоритетных направлений обеспечения безопасности РБ в военной сфере является развитие подготовки специалистов военного профиля для Вооруженных Сил [1].

Главная цель развития системы подготовки офицеров ОСЗ заключается в приведении структуры, содержания и качества их обучения в соответствие с потребностями строительства и развития Вооруженных Сил, национальным законодательством Республики Беларусь об образовании.

Основные задачи развития системы подготовки офицеров ОСЗ:

обеспечение устойчивого повышения качества подготовки офицеров ОСЗ в соответствии с потребностями строительства и развития Вооруженных Сил Республики Беларусь (ВС РБ) и Союзного государства, других войск и воинских формирований;

развитие теоретической, научно-методической и материально-технической базы подготовки офицеров данного уровня;

создание условий для расширения возможностей и повышения доступности получения офицерами оперативно-стратегического образования в интересах ВС, других войск и воинских формирований;

организация и проведение научных исследований по вопросам обеспечения военной безопасности, строительства и развития ВС, системы управления государством в период нарастания военной угрозы и в военное время, стратегии и оперативного искусства;

организация переподготовки и повышения квалификации специалистов военного профиля в системе дополнительного образования;

повышение привлекательности белорусской военной школы данного уровня и ее конкурентоспособности на международном рынке образовательных услуг [2].

Основные цели и задачи развития системы подготовки офицеров ОСЗ военного управления реализуются в соответствии со следующими принципами:

соответствие развития системы подготовки офицеров ОСЗ целям и задачам строительства и развития ВС;

системность и научная обоснованность развития национальной системы образования офицеров ОСЗ;

доступность и расширение возможностей получения образования офицерами ОСЗ;

преемственность и непрерывность образования офицеров ОСЗ;

учет специфики образовательных потребностей различных профилей офицеров ОСЗ;
 опора на отечественные традиции при проведении преобразований;
 государственная поддержка развития системы подготовки офицеров ОСЗ;
 учет и использование мирового опыта при развитии национальной системы военного образования офицеров ОСЗ;

повышение роли военной науки.

Основными направлениями развития образования офицеров ОСЗ являются:

развитие нормативной правовой и научно-методической основ системы образования офицеров данного уровня;

перевод подготовки офицеров ОСЗ с I степени высшего образования (подготовка дипломированных специалистов по соответствующей специальности с присвоением квалификации «специалист в области управления») на II степень высшего образования (углубленная подготовка специалистов с присвоением степени «магистр государственного и военного управления») в целях устранения несоответствия между имеющимся содержанием обучения (углубленная профессиональная военно-теоретическая и управленческая подготовка) и присваиваемой по окончании обучения квалификацией «специалист в области управления»;

совершенствование содержания образовательных программ подготовки офицеров ОСЗ с учетом актуальных проблем строительства и развития ВС, тенденций развития форм и способов ведения современных военных конфликтов, требований, предъявляемых национальным законодательством об образовании к обучению на II степени высшего образования (в магистратуре) и присваиваемой степени магистра;

приведение форм обучения офицеров ОСЗ в соответствие с национальным законодательством об образовании, существенно расширяющим возможности по использованию современных эффективных форм очного (заочного) обучения, как наиболее полно отвечающих интересам подготовки специалистов военного профиля;

улучшение условий и качества обучения офицеров ОСЗ;

расширение использования информационно-коммуникационных технологий в образовании офицеров данного уровня, внедрение инновационных компетентностно-ориентированных технологий в систему их образования, сближение образовательного процесса с научно-исследовательским;

совершенствование подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации для системы образования офицеров ОСЗ;

поддержка и проведение научных исследований по вопросам обеспечения военной безопасности государства и обороны РБ;

взаимодействие с ВА ГШ, ВУЗами РБ по проведению совместных научных исследований, повышению педагогической и научной квалификации ППС, организации учебного процесса и подготовки слушателей.

Одним из основных направлений развития системы подготовки офицеров ОСЗ является перевод их обучения с I на II степень высшего образования.

Исходя из основных целей, принципов и направлений развития подготовки офицеров ОСЗ предлагаются следующие этапы реализации.

Первый этап – программно-организационный (2014–01.09.2015 годы):

1. Разработка Концепции развития системы подготовки офицеров ОСЗ военного управления для ВС (далее – Концепция), которая обусловлена необходимостью обеспечения соответствия развития системы подготовки офицеров ОСЗ задачам и процессу строительства и развития ВС до 2020 года и качества подготовки офицеров данного уровня постоянно возрастающим требованиям к их образованию. Концепция будет разработана на основе Кодекса РБ об образовании (далее – Кодекс), Концепции национальной безопасности РБ, Концепции строительства и развития ВС РБ до 2020 года, с учетом тенденций развития национальной системы высшего образования, подготовки кадров ОСЗ ведущих государств мира, современных средств, форм и способов ведения войны и вооруженной борьбы. Концепция определит основные цели, задачи, принципы, направления и этапы развития системы подготовки офицеров ОСЗ в области обеспечения военной безопасности государства и обороны РБ.

2. Развитие нормативной правовой базы, правовое закрепление структурных изменений в системе высшего военного образования офицеров ОСЗ.

3. Переориентация деятельности органов управления оперативно-стратегическим образованием офицеров с режима управления функционированием на режим управление развитием этого образования.

4. Проведение организационных мероприятий по совершенствованию нормативного и учебно-методического обеспечения образования офицеров ОСЗ.

5. Разработка Программы развития высшего военного образования для офицеров ОСЗ (далее – Программа).

Второй этап – организационно-внедренческий (01.09.2015–2017 годы):

1. Развитие инновационной учебно-методической базы и последовательный перевод системы высшего военного образования офицеров ОСЗ, а также повышения квалификации и переподготовки кадров на новую структуру. Осуществление мониторинга высшего военного образования офицеров ОСЗ, развитие системы непрерывного образования этого уровня.

2. Реализация плановых мероприятий, предусмотренных Программой, и создание на этой основе инновационной материально-технической и инновационно-учебной баз, отвечающих современным требованиям и обеспечивающих возможность перехода от воспроизводящего к инновационному образованию; реализация учебно-исследовательского принципа, внедрение современных компетентностно-ориентированных образовательных технологий.

Третий этап – коррекционно-завершающий (2018–2020 годы):

1. Мониторинг и обобщение результатов преобразований в высшем военном образовании. Внесение необходимых изменений и дополнений в программу развития высшего военного образования для офицеров ОСЗ.

2. Создание механизма управления, обеспечивающего оперативное и адекватное реагирование системы высшего военного образования на запросы ВС, других войск и воинских формирований.

3. Завершение формирования целостной системы подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, обеспечивающей обучение офицеров ОСЗ высококвалифицированными специалистами.

4. Финансирование затрат по реализации мероприятий в пределах средств, ежегодно утверждаемых в республиканском бюджете на образование, а также с использованием внебюджетных средств ВА РБ.

В настоящее время в соответствии с Кодексом, Общегосударственным классификатором РБ ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации» (далее – ОКСК) подготовка в национальной системе высшего образования для ВС офицеров ОСЗ осуществляется на базе имеющегося у них высшего военного оперативно-тактического образования на ФГШ по специальности I ступени высшего образования «Государственное и военное управление» группы специальностей «Управление воинскими формированиями на оперативно-стратегическом и стратегическом уровнях, обеспечение их деятельности» направления образования «Военное дело» (таблица 1), [3,4].

Образовательный стандарт по указанной в таблице 1 специальности, в котором изложены требования к подготовке офицеров ОСЗ, утвержден и введен в действие постановлением Министерства образования РБ от 15.03.2010 № 35 [3].

По завершении обучения выпускникам ФГШ, как и окончившим командно-штабной и военно-дипломатический факультеты, а также и курсантские факультеты по командным специальностям, выдается диплом общегосударственного образца о получении высшего образования I ступени по соответствующей специальности обучения с присвоением квалификации «специалист в области управления».

Таблица 1 – Специальность и квалификация высшего образования I ступени в ОКСК (для подготовки офицеров оперативно-стратегического звена)

Код профиля и направления образования, группы специальностей, специальности	Наименование профиля, направления образования, группы специальностей, специальности высшего образования I ступени	Наименование квалификации
Р	Профиль образования: СЛУЖБЫ БЕЗОПАСНОСТИ	
95	Направление образования: ВОЕННОЕ ДЕЛО	
95 04	УПРАВЛЕНИЕ ВОИНСКИМИ ФОРМИРОВАНИЯМИ НА ОПЕРАТИВНО-СТРАТЕГИЧЕСКОМ И СТРАТЕГИЧЕСКОМ УРОВНЯХ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
1-95 04 01	Государственное и военное управление	Специалист в области управления

Согласно пункту 7 статьи 206 Кодекса [3] и ОКСК [4] обучение офицеров на ФГШ соответствует получению третьего высшего образования I ступени по направлению образования «Военное дело».

Анализ содержания образовательной программы подготовки офицеров на ФГШ показывает, что полученное ими по направлению образования «Военное дело» третье высшее образование по указанной выше специальности углубляет их подготовку, как военно-теоретическую, так и управленческую. А такая (углубленная) подготовка специалистов, имеющих уже высшее образование (как тактического, так и оперативно-тактического звена управления), в соответствии с Кодексом (статья 202, пункт 5) должна осуществляться в магистратуре (на II ступени высшего образования), так как является одной из целей обучения в ней.

Как показывает анализ ОКСК, после вступления в силу Кодекса с 1 сентября 2011 года:

уже с 2012 года в вузах РБ, в том числе (таблица 2) в учреждении образования «Академия Министерства внутренних дел РБ» (далее – Академия МВД) организуется подготовка специалистов аналогичного звена управления на II ступени высшего образования (в магистратуре) по специальности «Государственное управление органами внутренних дел», ориентированной на углубленную подготовку специалистов с присвоением выпускникам степени «магистр управления»;

пока не используется предоставленная Кодексом возможность организации и реализации углубленной подготовки специалистов ОСЗ на II ступени высшего образования (в магистратуре) лишь по направлению образования «Военное дело» (код 95) для ВС.

Необходимо учитывать, что подготовка офицеров в ВА ГШ РФ с 1 сентября 2013 года также стала осуществляться в магистратуре со сроком обучения два года в очной форме.

Следовательно, в существующей системе высшего образования офицеров для ВС РБ реальный уровень подготовки специалистов ОСЗ, соответствующий II ступени высшего образования (практико-ориентируемой магистратуре с углубленной подготовкой специалистов), не отвечает присваиваемой им по выпуску квалификации первой ступени высшего образования – специалист в области управления.

Кроме того, существующая ступень высшего образования офицеров ОСЗ для ВС РБ и присваиваемая им квалификация:

не согласуются со ступенью рассматриваемого образования и квалификацией выпускников Академии МВД по специальности «Государственное управление органами внутренних дел», а также выпускников ВА ГШ РФ;

Таблица 2 – Специальность и степень высшего образования II ступени в ОКСК (для углубленной подготовки специалистов оперативно-стратегического звена по направлению образования «Общественная безопасность»)

Код профиля и направления образования, группы специальностей, специальности	Наименование профиля, направления образования, группы специальностей, специальности высшего образования II ступени (магистратуры)	Степень
Р	Профиль образования: СЛУЖБЫ БЕЗОПАСНОСТИ	
93	Направление образования: ОБЩЕСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	
93 81	ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (С УГЛУБЛЕННОЙ ПОДГОТОВКОЙ СПЕЦИАЛИСТОВ)	
1-93 81 03	Государственное управление органами внутренних дел	Магистр управления

способствуют созданию неравенства между белорусскими офицерами, получившими образование рассматриваемого уровня в Академии МВД, в ВА ГШ с дипломом магистра (второй ступени высшего образования) и на ФГШ с дипломом специалиста (первой ступени высшего образования);

создают парадоксальную (не логичную) ситуацию, когда, обучаясь на ФГШ по специальности «Государственное и военное управление», офицеры, имеющие более высокое по уровню управления оперативно-стратегическое образование, получают квалификацию «специалист в области управления», что соответствует только I ступени высшего образования;

снижают привлекательность и статус рассматриваемого белорусского образования по сравнению с аналогичным российским на международном рынке образовательных услуг, так как белорусский офицер, окончивший ВА ГШ, будет иметь диплом магистра, а выпускник ФГШ – диплом специалиста, а за рубежом, как известно, более высоко котируется диплом магистра, чем диплом специалиста;

не способствуют повышению социальной защищенности офицеров и престижности воинской службы, так как не позволят в перспективе замещать выпускниками ФГШ руководящие как воинские, так и гражданские (после завершения службы) должности в сферах образования, науки, инновационной деятельности и др., на которые потребуются специалисты с дипломом II ступени высшего образования и со степенью «магистр».

Исходя из вышеизложенного для развития системы подготовки офицеров оперативно-стратегического звена и приведения ее к общегосударственной системе высшего образования целесообразно организовать обучение офицеров рассматриваемого уровня на факультете Генерального штаба Вооруженных Сил как в очной, так и заочной формах по образовательной программе специальности высшего образования II ступени с углубленной подготовкой специалистов (таблица 3), обеспечивающей получение степени «магистр государственного и военного управления» по завершении обучения.

Таблица 3 – Предлагаемая для открытия и внесения в ОКСК по направлению образования «Военное дело» специальность и степень высшего образования II ступени (для углубленной подготовки офицеров оперативно-стратегического звена)

Код профиля и направления образования, группы специальностей, специальности	Наименование профиля, направления образования, группы специальностей, специальности высшего образования II ступени (магистратуры)	Степень
95	Направление образования: ВОЕННОЕ ДЕЛО	
95 82	ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (С УГЛУБЛЕННОЙ ПОДГОТОВКОЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ОПЕРАТИВНО-СТРАТЕГИЧЕСКОГО ЗВЕНА)	
1-95 82 01	Государственное и военное управление	Магистр государственного и военного управления

Таким образом, реализация предлагаемой Концепции, в том числе перевод офицеров ОСЗ на II ступень высшего образования, позволит к 2020 году осуществить развитие национальной системы непрерывного образования офицеров ОСЗ в соответствии с потребностями ВС, других войск и воинских формирований, Концепцией строительства и развития ВС РБ.

Список литературы

1. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь: утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 9 нояб. 2010 г. № 575.
2. Об утверждении Положения о факультете Генерального штаба Вооруженных Сил»: приказ начальника Генерального штаба Вооруженных Сил – первого заместителя Министра обороны Респ. Беларусь от 28 апр. 2006 г. № 200.
3. Кодекс об образовании Республики Беларусь: № 243-3 от 13.01.2001.
4. Общегосударственный классификатор РБ ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации».
5. О внесении дополнений и изменений в Указ от 25.03.2003 № 127: Указ Президента Респ. Беларусь от 22 марта 2006 г. № 178.

*Сведения об авторе:

Шумилов Вячеслав Григорьевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 04. 04. 2013 г.

2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РЕФЛЕКСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМАНДИРА

УДК 519.876.2

В. М. Булойчик, Е. В. Рулько*

В статье предложен подход к формализации процесса принятия решения, основанный на принципах рефлексивного управления, позволяющий наиболее полно учитывать все особенности вооруженной борьбы. Данный подход предполагает использование формального языка.

In article the approach to formalisation of process of decision-making based on the principles of the reflective management allowing most full to consider all features of armed struggle is offered. The offered approach assumes use of formal language.

Одной из важнейших проблем создания специального математического и программного обеспечения автоматизированных систем управления (АСУ) войсками и оружием является разработка формализованного описания интеллектуальных задач, решаемых командиром при управлении подчиненными силами и средствами. Основная трудность такого описания состоит в воспроизведении рассуждений командира (моделировании его мыслительной деятельности) в процессе оценки обстановки и принятия решения в условиях противоборства с противником. Очевидной является проблематичность использования для этих целей методов количественного анализа. Поэтому все чаще внимание исследователей данной проблемы обращается к теории искусственного интеллекта и методам формальной логики, обеспечивающим формализацию процесса логических рассуждений лица, принимающего решения [1, 2].

Значительных успехов в этой области достигли представители научной школы профессора В. Е. Ярушека (г. Харьков). Ими разработан формальный язык для решения задач моделирования мыслительной деятельности командира на основе логики исчисления предикатов. Такой язык применительно к рассматриваемому кругу военно-прикладных задач равносителен естественному, но построен в соответствии со строгими правилами.

Подобные формальные языки обеспечивают синтез описания множества основных ситуаций, имеющих место в процессе боевых действий, формирование исходной системы предположений (аксиом), принимаемых тождественно истинными для таких ситуаций, а также формализацию целевых установок системы управления. На этой основе появляется возможность построить совокупность предложений, после логического анализа которых вырабатываются рекомендации командиру по принятию эффективных решений [3].

В оперативном изменении системы аксиом и целевых установок скрыта возможность адаптации принимаемых решений к меняющимся условиям обстановки. Количественная оценка эффективности таких решений может быть получена с помощью прогностических моделей боевых действий, реализованных в нейросетевом базисе и обеспечивающих быстрый перебор множества вариантов развития событий [4].

Для построения формализованного описания процесса оценки обстановки и учета возможного противодействия противника (т. е. формирования своих действий с учетом возможной осведомленности противника и его возможных действий) предлагается использовать возможности формального языка и подход к алгоритмизации задач управления, основанный на принципах рефлексивного управления.

Представляется, что именно принципы рефлексивного управления наиболее полно учитывают все особенности вооруженной борьбы. Их суть заключается в том, что в условиях конфликта принимающий решение ставит себя мысленно на место противника и, имитируя его рассуждения, принимает решение за противостоящую сторону. Предполагаемое решение противостоящей стороны он затем учитывает при планировании своих действий. Такой процесс может повторяться несколько раз, то есть полученное таким образом решение может использоваться для повторной имитации рассуждений противника с учетом того, что оно в той или иной степени может быть известно противнику.

В связи с этим вводится понятие ранга рефлексии:

если решение принимается без учета решения противника, то ранг рефлексии равен нулю;

если при принятии решения считается, что противник имеет нулевой ранг рефлексии и полученное при таком предположении решение противника учитывается при планировании своих действий, то имеет место рефлексия первого ранга, и т. д.

Таким образом, для имитации процесса логических рассуждений командира при анализе обстановки и принятии решения необходимо иметь формализованное описание обстановки, рассматриваемое и с позиции стороны, принимающей решение, и с позиции противника, а также формализованную схему вывода решения.

Очевидно, что описание обстановки будет различно для каждой из сторон и зависит от степени их информированности о состоянии и действиях друг друга. Обозначим через Π_1^1 и Π_2^2 совокупности предложений, составляющих описание обстановки с точки зрения противоборствующих сторон S_1 и S_2 на некотором формальном языке (в дальнейшем под S_1 будем понимать свои войска, а под S_2 – войска противника).

Например, для стороны S_1 совокупность предложений Π_1^1 может иметь вид

$$\Pi_1^1 = (\text{РАСП}(y^2, z^{\text{руб}}), \text{ОСН}(y^2, v^{\text{вооруж}}, \alpha), \text{ЭФФЕКТ}(v^{\text{вооруж}}, r^{\text{ун}}, p^{\text{ун}}, \mu), \dots, \text{РАЗВ}(y^2, v^{\text{разв}}, r^{\text{раз}}, p^{\text{обн}})). \quad (1)$$

Предикаты в высказывании (1) имеют следующий смысл:

$\text{РАСП}(y^2, z^{\text{руб}})$ – подразделение противника y^2 расположено на рубеже $z^{\text{руб}}$;

$\text{ОСН}(y^2, v^{\text{вооруж}}, \alpha)$ – подразделение противника y^2 оснащено системой вооружения $v^{\text{вооруж}}$ в количестве α единиц;

$\text{ЭФФЕКТ}(v^{\text{вооруж}}, r^{\text{ун}}, p^{\text{ун}}, \mu)$ – система вооружения $v^{\text{вооруж}}$ имеет дальность уничтожения наших средств $r^{\text{ун}}$, вероятность их уничтожения $p^{\text{ун}}$ и скорострельность μ выстрелов в минуту;

$\text{РАЗВ}(y^2, v^{\text{разв}}, r^{\text{раз}}, p^{\text{обн}})$ – подразделение противника y^2 ведет разведку с помощью системы $v^{\text{разв}}$, обеспечивающей дальность разведки наших средств $r^{\text{раз}}$ и вероятность их обнаружения $p^{\text{обн}}$, и т. д.

Аналогично можно записать совокупности предложений Π_2^2 , составляющих описание обстановки с точки зрения стороны S_2 (противника).

Как правило, сторона S_1 имеет некоторые предположения об информированности стороны S_2 , которые также можно выразить совокупностью предложений на формальном языке. Например, нам (стороне S_1) известно, что противник информирован о наших боевых порядках и имеющемся у нас вооружении.

Формальное описание этого факта может быть представлено с помощью следующего предложения:

$$\Pi_1^2 = (\text{РАСП}(d^1, s^{\text{руб}}), \text{ОСН}(d^1, w^{\text{вооруж}}, \beta)). \quad (2)$$

Предикаты в высказывании (2) имеют следующий смысл:

$\text{РАСП}(d^1, s^{\text{руб}})$ – подразделение d^1 расположено на рубеже $s^{\text{руб}}$;

$OCH(d^1, w^{\text{вооруж}}, \beta)$ – подразделение d^1 оснащено системой вооружения $w^{\text{вооруж}}$ в количестве β единиц.

Аналогично S_2 располагает описанием представления Π_2^1 об обстановке стороны S_1 с точки зрения S_2 .

Кроме описаний обстановки при формализации процедуры рефлексивного управления используется понятие доктрины.

Под доктриной понимается совокупность правил принятия решений, которую мы будем обозначать через D_1^1 и D_2^2 соответственно для сторон S_1 и S_2 . Через D_2^1 (D_1^2) обозначим доктрину соответственно для S_2 (S_1) с точки зрения S_1 (S_2). Например:

$$D_1^1 = (\forall y^2 ((\text{НАПРАВЛЯЕТСЯ}(a^{OO}, y^2) \rightarrow M_t \uparrow (\text{УНИЧТОЖИТЬ}(y^2)) \wedge \wedge L_t \downarrow (\sim \text{ВЫХОД}(y^2, h^{\text{руб}}) \wedge \text{КООРД. РУБЕЖА}(h^{\text{руб}}(b^0, c^0)))))), \quad (3)$$

где $M_t \uparrow$ и $L_t \downarrow$ – временные операторы, используемые соответственно для предсказания развития событий в будущем или для констатации событий в прошлом (их содержание и детальное рассмотрение приведено в [4]).

Предложение (3) означает: «уничтожить каждое подразделение противника y^2 , направляющееся к объекту a^{OO} до выхода его к рубежу $h^{\text{руб}}$ с конечными координатами b^0, c^0 ».

Очевидно, что каждая из сторон имеет определенную целевую установку (боевую задачу), выражаемую ее описанием Π_1^1 или Π_2^2 . Через Π_2^1 (Π_1^2) обозначим целевую установку стороны S_2 (S_1) с точки зрения S_1 (S_2).

Отдельную целевую установку также можно выразить на формализованном языке. Например, для стороны S_1 это может быть

$$\Pi_1^1 = (\sim \text{УЩЕРБ}(a^{OO})). \quad (4)$$

Данная запись означает: «не допустить нанесения ущерба обороняемому объекту a^{OO} ».

Истинность приведенных выше логических выражений оценивается с помощью правил вывода и таблицы истинности, приведенных в [2].

Вывод решения осуществляется по следующей формульной схеме.

При нулевом ранге рефлексии для S_1

$$\Pi_1^1, \Pi_1^1, D_1^1 \rightarrow {}^0R_1^1, \quad (5)$$

где ${}^0R_1^1$ обозначает решение, рекомендуемое стороне S_1 .

Поясним выражение (5).

На основании описания Π_1^1 , представленного предложением (1), и целевой установки Π_1^1 , представленной предложением (4), при достижении подразделением противника y^2 рубежа $h^{\text{руб}}$ с координатами (b^0, c^0) командиру будет рекомендовано действие УНИЧТОЖИТЬ подразделение y^2 , выведенное из предложения (4). Другими словами, решение ${}^0R_1^1$ будет принято в случае одновременного соблюдения условий Π_1^1 , Π_1^1 и D_1^1 .

В общем случае рекомендации могут связывать запрет или разрешение на выполнение действия управляемым объектом (в нашем примере – подразделением d^1) с условиями обстановки, характеристиками и боевыми возможностями подразделения противника и т. п.

Они могут записываться в виде

$$L\{\forall d^1, \forall y^2, \forall h^{\text{руб}} [\text{НАЗНАЧ}(d^1, y^2, h^{\text{руб}}) \rightarrow \text{РАЗРЕШИТЬ } D_i(d^1, y^2)]\}. \quad (6)$$

Здесь выражение в квадратных скобках означает: «если средство d^1 назначено на цель y^2 для уничтожения на рубеже $h^{\text{руб}}$, то разрешить действие D_i (например, стрельбу)

средства d^1 по цели y^2 ». С учетом кванторов перед квадратными скобками это разрешение (на выполнение действия D_i) осуществляется для тех d^1, y^2, h^{py6} , для которых справедливо выражение в квадратных скобках.

Каждая такая формула (6) выражает желаемое состояние обстановки, которое может быть достигнуто в результате выполнения определенных действий управляемыми объектами. В этом случае алгоритм управления должен обеспечивать:

проверку возможности достижения результата, выражаемого формулой;

выбор конкретных исполнителей действий.

Для решения первой задачи компьютерная программа, реализующая данный алгоритм, должна выявить всех возможных исполнителей действий, приводящих к желаемому результату.

Для решения второй задачи компьютерная программа должна осуществить выбор одного или нескольких исполнителей действий в соответствии с приоритетами целевых установок и отношением предпочтения действий.

Отношение предпочтения действий может быть задано рекомендациями, также выраженными аксиоматически. Например:

$$L \{ \forall d_1^1, \forall d_2^1, \forall y^2 [M \uparrow \text{ВОЗДЕЙСТВИЕ} (d_1^1, y^2, r_1^{py6}(d_1^1, y^2)) \wedge \\ \wedge M \uparrow \text{ВОЗДЕЙСТВИЕ} (d_2^1, y^2, r_2^{py6}(d_2^1, y^2)) \wedge \text{ДАЛЬШЕ} (r_1^{py6}(d_1^1, y^2), \\ r_2^{py6}(d_2^1, y^2), a^{OO}) \rightarrow \text{ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ} (d_1^1, y^{OC})] \}. \quad (7)$$

Смысл этого предложения заключается в том, что из двух подразделений (d_1^1 и d_2^1) более предпочтительным для воздействия по цели y^2 является то, рубеж воздействия которого (r_1^{py6} или r_2^{py6}) расположен дальше (относительно обороняемого объекта a^{OO}).

При первом ранге рефлексии для S_1 можно записать:

$$\Pi_1^1, \Pi_1^1, D_1^1, \Pi_2^1, \Pi_2^1, D_2^1 \rightarrow {}^1R_1^1, \quad (8)$$

а при втором ранге рефлексии для S_1 :

$$\Pi_1^1, \Pi_1^1, D_1^1, \Pi_2^1, \Pi_2^1, D_2^1, \Pi_1^{21}, \Pi_1^{21}, D_1^{21} \rightarrow {}^2R_1^1. \quad (9)$$

Здесь стрелка отделяет исходные предложения (слева от стрелки) от результата вывода (справа), левый верхний индекс у R обозначает ранг рефлексии решения.

Аналогично можно записать схемы вывода и для рефлексии более высокого ранга.

Как следует из сравнительного анализа (5), (8) и (9), с ростом ранга рефлексии используются все более сложные модели противника. Так, при нулевом ранге противник находит отражение только в описании обстановки Π_1^1 , включающем описание координат и характеристик его огневых средств. При первом и более высоких рангах рефлексии учитываются предположения об информированности противника (Π_2^1), преследуемых им целях (Π_2^1), идеологии принятия решений (D_2^1), включая тактику ведения боевых действий, а также представления противника о системе S_1 ($\Pi_1^{21}, \Pi_1^{21}, D_1^{21}$). Очевидно, что от правильности предположений зависит эффективность выводимых решений.

Кроме того, при рефлексивном управлении рассматривается возможность влияния на решение противника путем формирования у него ложного представления об обстановке, навязывания ему определенной целевой установки или доктрины.

Рефлексивное управление путем формирования у противника ложного представления об обстановке является простейшей разновидностью. Оно включает маскировку, применение отвлекающих действий и ложных целей, постановку помех, имитацию ложных объектов, создание ложных позиций огневых средств, имитацию излучений радиоэлектронных средств и т. п.

Рефлексивное управление посредством формирования целевой установки противника заключается в том, чтобы спровоцировать его на желательные для

противостоящей стороны действия. Например, формирование цели для противника может осуществляться через представление об обстановке путем создания ложного огневого средства на пути продвижения противника, которое он будет стремиться обойти, и т. п.

Формирование доктрины противника может осуществляться путем его «обучения». Например, можно создать впечатление, что определенная его тактика всегда приводит к успеху, а затем в нужный момент использовать эффективные контрмеры. Возможны и более сложные типы рефлексивного управления, однако из уже рассмотренных примеров видно, что рефлексия позволяет наиболее полно учесть все многообразие приемов, которыми пользуются участники вооруженного конфликта.

Анализ процесса вывода решения показывает, что при противоположных целевых установках сторон прежде всего необходимо выявить возможные действия противника, ведущие к достижению его целевых установок, а затем спланировать ответные действия таким образом, чтобы нарушить необходимые условия указанных действий противника. При этом наряду с огневым воздействием на противника следует рассматривать и действия, направленные на «управление» решением противника. Эти принципы могут быть положены в основу алгоритма рефлексивного управления.

Одна из трудностей реализации рефлексивного управления заключается в необходимости задания модели целевых установок противника $\mathcal{C}_2^1$. Предварительные соображения о возможных целевых установках противника могут быть выдвинуты заранее, однако их уточнение и конкретизация возможны только в ходе боевых действий. Это означает, что процесс принятия решения при рефлексивном управлении должен включать распознавание замысла противника и тактического предназначения его каждого шага. Такое распознавание требует в свою очередь проведения рассуждений с позиций противника. При этом распознавание и рефлексия составляют единый процесс, позволяющий преодолеть неопределенность, свойственную задаче управления в условиях конфликта.

Таким образом, на основе предварительно выявленных закономерностей, свойственных процессу боевых действий и зафиксированных в аксиомах, и последующего логического вывода с использованием правил, выработанных в результате накопления опыта, имеется возможность получить управляющие воздействия (решения) для достижения целей управления подчиненными огневыми средствами.

Преимущество данного подхода к моделированию мышления командира состоит в том, что при синтезе алгоритма выработки рекомендаций, реализуемого в интеллектуальной системе поддержки принятия решения, необходимо знать не то, какое конкретное решение нужно принять в данной ситуации, а как логически вывести это решение из усвоенной ранее системы общих принципов, положений, правил. При этом следует предусмотреть оперативное изменение состава аксиом командиром (или офицером штаба) в соответствии с изменяющейся обстановкой. Это означает, что на управляющую ЭВМ следует возложить решение задач управления в ситуациях, которые предусмотрены исходной системой аксиом, а командир (офицер штаба) должен вмешиваться для принятия творческих решений в нетипичных ситуациях или для коррекции системы аксиом.

Представляется, что именно в этом направлении должно идти развитие специального математического обеспечения современных АСУ войсками и оружием.

Список литературы

1. Рейурд-Смит, В. Дж. Теория формальных языков / В. Дж. Рейурд-Смит; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 128 с.
2. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию / А. Тейз [и др.]. – М.: Мир, 1991. – 432 с.

3. Булойчик, В. М. Автоматизация управления группировкой войск на основе возможностей теории искусственного интеллекта / В. М. Булойчик // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2005. – № 3. – С. 14–19.

4. Булойчик, В. М. Военно-прикладные вопросы математического моделирования. Основы теории математического моделирования боя и боевых действий / В. М. Булойчик. – Минск: ВА РБ, 2005. – 252 с.

* Сведения об авторах:

Булойчик Василий Михайлович,

Рулько Евгений Викторович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 23.05.2013 г.

НАПРАВЛЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО АППАРАТА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЫЧНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

УДК 519.876.2

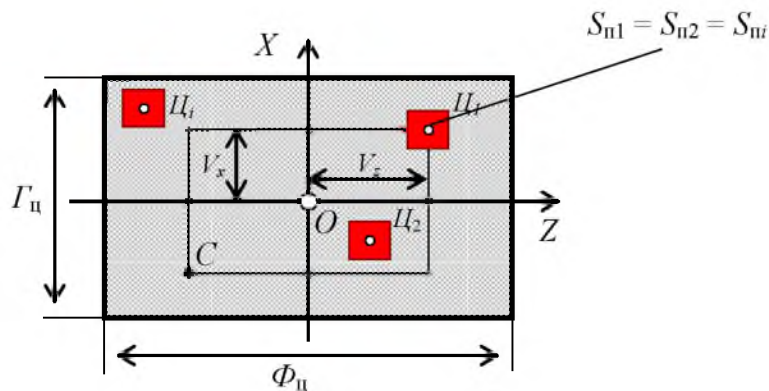
А. А. Жук, В. М. Булойчик*

В статье рассматривается методический подход, основывающийся на нейросетевой модели оценки эффективности применения обычных средств поражения по элементарным целям из состава групповой и оптимальной стратегии поражения групповой цели, который дает возможность получить решение оценочных задач, в максимально возможной мере отвечающее реальным условиям ведения огня подразделением.

In article the methodical approach which is based on neural networks models of an application efficiency estimation of usual defeat means on the elementary targets from structure of group and optimum defeat strategy of the targets group which gives the chance to receive the estimated problems decision, in the greatest possible measure answering to real conditions of firing by division is considered.

Одной из важнейших военно-научных задач, направленных на повышение эффективности организации и ведения огневого поражения противника (ОПП), является разработка соответствующего методического аппарата. При этом значительное место занимают методики оценки эффективности применения обычных средств поражения (ОСП) и в первую очередь методика оценки эффективности стрельбы по групповым объектам.

Существующие аналитические методы оценки эффективности применения ОСП при стрельбе по групповым объектам базируются на допущении о равномерном распределении отдельных целей по всей площади групповой цели (рисунок 1). Кроме того, принимается, что все отдельные цели имеют одинаковую уязвимость (S_{Π} – приведенная площадь поражения элементарной цели) [1].



Γ_{Π} , Φ_{Π} – размеры групповой цели по глубине и фронту; V_x , V_z – удаление отдельной цели от центра групповой по дальности и направлению; $I_1, \dots, I_i$ – элементарные цели, где i – число элементарных целей; O – центр групповой цели

Рисунок 1 – Удаление центра рассеивания C от отдельной цели I_i :

Возросшие возможности современных средств и систем разведки позволяют вскрывать и надежно определять местонахождение элементарных целей из состава группового объекта [2]. Данные цели лучше поражать дорогостоящим высокоточным оружием. Но можно применять и традиционные ОСП. В этой связи вести огонь по всей площади группового объекта, а не по отдельным его элементарным целям, местонахождение которых известно, расточительно.

Вычислительные ресурсы современных комплексов автоматизации управления огнем (КАУО) позволяют отойти от некоторых допущений и упрощений и на основе развития математического аппарата решать гораздо более сложные расчетные задачи по оценке эффективности применения ОСП.

Отсюда следуют:

1. Противоречия между существующим математическим аппаратом оценки эффективности применения ОСП при поражении групповых объектов и возможностями

современных разведывательных и огневых средств по точному определению местонахождения элементарных целей из состава группового объекта и их надежному уничтожению.

2. Несоответствие используемого инструментария (комплекс математического и программного обеспечения) оценки эффективности применения ОСП возможностям вычислительных средств современных КАУО.

Таким образом, проблема совершенствования методического аппарата оценки эффективности применения ОСП состоит в необходимости применения таких методов, которые в полной мере учитывали бы характер поражаемых объектов, возможности имеющихся средств разведки и поражения, а с учетом требования быстрого решения вышеуказанных задач – возможности современных вычислительных средств.

При решении этой военно-научной задачи следует заметить, что поражение групповых объектов с использованием ОСП зависит от многих внешних и внутренних условий, полный учет которых позволит добиться максимальной эффективности их применения.

Основу *внешних* условий составляют оперативно-тактические факторы, связанные с действиями противника, своих войск, размещением на местности огневых средств:

- географическое положение;
- приведенные размеры элементарной цели;
- размеры групповой цели по фронту и глубине и др.

Основу *внутренних* условий составляют организационно-технические факторы, которые отражают состояние огневых средств, привлекаемых для выполнения задач поражения отдельных объектов:

баллистические характеристики артиллерийской системы согласно Таблицам стрельбы [3] (поправки на отклонение условий стрельбы от табличных, характеристики рассеивания и др.);

данные, характеризующие способ определения установок для стрельбы (ошибки определения установок для стрельбы и система ошибок, сопровождающая стрельбу на поражение и т. д.);

- данные, характеризующие конкретную стрельбу (дальность, расход снарядов и т. д.);
- данные о боеприпасе (калибр, тип боеприпаса и т. д.).

Из вышеприведенного следует, что в структуре показателя эффективности W применения ОСП по групповым объектам в общем случае можно выделить внешнюю и внутреннюю составляющие.

В качестве обобщенного показателя примем их аддитивную свертку, которая имеет вид

$$W = F(\bar{H}) + G(\bar{P}),$$

где $F(\bar{H})$ – функционал, отражающий выполнение внешних условий;

$\bar{H}$ – вектор, характеризующий внешние условия;

$G(\bar{P})$ – функционал, отражающий выполнение внутренних условий;

$\bar{P}$ – вектор, характеризующий внутренние условия.

В качестве частного показателя эффективности выполнения внутренних условий целесообразно принять функцию вероятности поражения отдельной элементарной цели определенным огневым средством. Значение функционала $G(\bar{P})$ определяется в результате оценки обстановки и выступает в качестве исходных данных для вычисления второй части обобщенного показателя эффективности.

Оценка внутренних условий предполагает детальное изучение процесса поражения отдельной элементарной цели с помощью математических методов, обладающих хорошими аппроксимирующими и интерполирующими свойствами, в частности методов, разрабатываемых в рамках теории нейронных сетей [4].

Существующие аналитические методы оценки эффективности применения ОСП при стрельбе по отдельным элементарным целям в составе групповой цели дают завышенную вероятность поражения цели (или заниженный расчет расхода боеприпасов). Это

объясняется тем, что в результате решения мы получаем не реальную, а так называемую идеальную $H_u(x_n, z_n)$ плотность обстрела цели (рисунок 2), вид которой далек от вида плотности обстрела, реализуемой на практике [1]:

$$H_u(x_n, z_n) = \begin{cases} \frac{\bar{\rho}}{S_n \tau(l, m)} \left[r^2 - \left(\frac{x_n^2}{E\delta^2} + \frac{z_n^2}{E\eta^2} \right) \right] & \text{при } \left(\frac{x_n^2}{E\delta^2} + \frac{z_n^2}{E\eta^2} \right) < r^2; \\ 0 & \text{при } \left(\frac{x_n^2}{E\delta^2} + \frac{z_n^2}{E\eta^2} \right) \geq r^2, \end{cases}$$

где $r^2 = \sqrt[4]{\frac{2}{\pi \bar{\rho}} \frac{NS_n \tau(l, m)}{E\delta E\eta}}$ – коэффициент, определяющий область обстрела отдельной цели;

$E\delta, E\eta$ – срединные ошибки подготовки стрельбы.

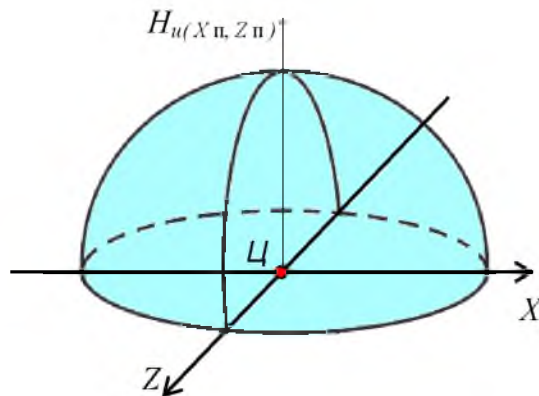


Рисунок 2 – Идеальная параболическая плотность обстрела

При удовлетворении требований группы внешних условий должно обеспечиваться максимальное поражение отдельных целей в составе групповой с учетом соответствующих ограничений на минимальный расход боеприпасов заданного типа.

Таким образом, оптимизацию распределения средств поражения по отдельным целям в составе групповой можно представить в виде задачи математического программирования: необходимо найти такую комбинацию распределения средств поражения по отдельным целям, при которой обеспечивалась бы максимально возможная эффективность поражения групповой цели, а при заданной эффективности ее поражения расход боеприпасов был бы минимальным.

В формализованном виде задачу можно представить следующим образом:

$$W = \prod_{i=1}^N (1 - \prod_{j=1}^M (1 - G(\bar{P}))^{m_{ij}}) \rightarrow \max \text{ при } R_{\min} \leq m_{ij} \leq R_{\max}, \quad (1)$$

где $R_{\min}, R_{\max}$ – ограничения на минимальный и максимальный расход боеприпасов огневым средством поражения по отдельной элементарной цели;

N – количество отдельных элементарных целей в составе групповой;

M – количество огневых средств поражения;

m_{ij} – количество боеприпасов заданного типа, назначенного для поражения отдельной элементарной i -й цели;

$\bar{P} = \{\bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_n\}$ – множество, значения элементов которого отражают процесс поражения отдельного объекта.

Таким образом, оценка эффективности применения ОСП по групповым объектам разделяется на два последовательных этапа:

1. **Подготовительный** – Оценка внутренних условий поражения групповых объектов. На данном этапе производится оценка эффективности применения ОСП по каждой элементарной цели из состава групповой и формируются исходные данные для следующего этапа.

2. **Оптимизационный** – Получение варианта поражения групповой цели, максимизирующего целевую функцию при наличии системы ограничений.

Рассмотрим содержание подготовительного этапа.

В целях оценки внутренних условий поражения групповых объектов на основе нейросетевых технологий необходимо выполнить следующие взаимосвязанные шаги: обосновать принципы решения поставленной задачи в нейросетевом логическом базисе; выбрать структуру нейронной сети (НС); сформировать входной сигнал; сформировать желаемый выходной сигнал; определить число нейронов, необходимое для решения поставленной задачи с требуемой точностью; сформировать обучающую выборку для обучения НС; разработать алгоритм обучения и провести экспериментальные исследования процесса решения задачи путем обучения синтезированной нейросети на соответствующих обучающих примерах [5, 6].

На оптимизационном этапе решается задача целочисленного нелинейного программирования, к которой относится выражение (1). Данное решение позволяет:

учесть дискретный характер местонахождения элементарных целей и точность определения их координат;

отказаться от обстрела всей площади групповой цели (перейти к поражению каждой из элементарных целей в отдельности);

более строго учесть рассеивание боеприпасов.

Корректный учет рассеивания боеприпасов дает возможность получить решение, в полной мере отвечающее реальным условиям. Переход от площадного поражения к избирательному и более строгий учет рассеивания боеприпасов позволяют уменьшить их расход при поражении групповых целей (см. таблицу).

Таблица – Результаты расчета (дальность стрельбы – 10 км; тип снаряда – ОФ-462; подготовка исходных данных – полная)

Характер цели	Тип цели	Размеры цели (фронт и глубина), м	Число целей, шт.	Расчет по формулам при подходе	
				«идеальной» плотности обстрела	предлагаемой стратегии поражения групповой цели
Батарея самоходных бронированных орудий	Групповая	700 × 500	8	1310	1110
			6	1310	1005
Взвод самоходных бронированных орудий	Групповая	300 × 200	4	410	350
			3	410	319
ЗСУ на БТР	Отдельная	—	1	190	205

Из таблицы видно, что существующий метод дает заниженный расход боеприпасов при поражении отдельной и завышенный при поражении групповой цели. Кроме того, он не чувствителен к числу элементарных целей.

В рассмотренном случае разница в расходе боеприпасов появляется уже при поражении групповых целей малых размеров и значительно увеличивается при поражении групповых целей, расположенных на значительной площади, когда в полной мере проявляются эффекты избирательного поражения и рассеивания боеприпасов.

Эти результаты отвечают разным способам обстрела цели и оценки эффективности применения ОСП по элементарным целям в составе групповой. При существующих способах обстреливается вся площадь групповой цели, значительная часть боеприпасов

расходуется впустую и в силу этого количества снарядов, рассчитанного с использованием существующей методики, недостаточно для достижения требуемого результата стрельбы. При предлагаемом способе обстрела огонь ведется по конкретным элементарным целям из состава групповой цели с учетом их уязвимости к определенным ОСП и требуемого количества боеприпасов для подавления групповой цели.

Таким образом, предлагаемый методический подход, основывающийся на нейросетевой модели оценки эффективности применения ОСП по элементарным целям из состава групповой и оптимальной стратегии поражения групповой цели, дает возможность получить решение оценочных задач, в максимально возможной мере отвечающее реальным условиям ведения огня подразделением.

В целом методический подход позволяет в полной мере учесть возрастающие возможности средств разведки и поражения и на этой основе повысить эффективность огня обычных средств поражения.

Список литературы

1. Волобуев, В. И. Стрельба и управление огнем артиллерийских подразделений / В. И. Волобуев [и др.]. – М.: Воениздат, 1987. – 440 с.
2. Капустин, П. И. Артиллерийская разведка. В 2 ч. – Ч. 2. Дивизион, батарея, взвод, отделение: учеб. пособие / П. И. Капустин [и др.]. – Минск: ВА РБ, 2006. – 260 с.
3. Таблицы стрельбы 122-мм гаубицы Д-30 ТС № 145. – Минск: ВА РБ, 2004. – 25 с.
4. Лю, Б. Теория и практика неопределенного программирования / Б. Лю. – М.: БИНОМ, 2005. – 416 с.
5. Булойчик, В. М. Нейросетевой подход для оценки результатов огневого поражения объектов удара / В. М. Булойчик, А. А. Жук // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2007. – № 3. – С. 13–20.
6. Галушкин, А. И. Теория нейронных сетей: в 3 т. / А. И. Галушкин. – М.: ИПРЖР, 2000.

*Сведения об авторах:

Жук Андрей Александрович,

Булойчик Василий Михайлович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 06.08.2013 г.

СИНТЕЗ «ИДЕАЛЬНОЙ» ИМИТИРУЮЩЕЙ ПОМЕХИ ДЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ С ШИРОКОПОЛОСНЫМИ СИГНАЛАМИ

УДК 621.391

С. Б. Калитин, В. Г. Сапьяник, Д. В. Морозов*

В классе дискретных конечномерных систем получено строгое в математическом смысле обоснование возможности создания имитирующих помех, приводящих к формированию заданного отклика на выходе устройства оптимальной обработки в РЛС с зондирующими сигналами большой длительности.

In the class of discrete finite-dimensional systems a mathematically rigorous justification of the possibility of creating simulated interference leading to formation of a given response at the output of optimal treatment unit in a radar with probing signals of long duration is obtained.

Анализ перманентного антагонистического конфликта радиолокации и радиоэлектронной борьбы свидетельствует об открытии в этом процессе на рубеже XX–XXI веков новой страницы. Это вызвано тем, что интенсивное развитие цифровой обработки сигналов, начавшееся несколько десятилетий назад и совершившее заметный скачок с появлением высокопроизводительных процессоров, стало той движущей силой, которая вывела помехозащиту современных РЛС на качественно новый уровень.

Переход на широкополосные зондирующие сигналы, к примеру импульсы большой длительности с линейной частотной модуляцией или фазокодовой манипуляцией, и использование для их обработки алгоритмов цифровой оптимальной фильтрации существенно снизили эффективность традиционных активных шумовых помех и привели к появлению новых систем РЭБ индивидуальной защиты, таких, например, как МСП-418К и «Омуть» (производства РФ) для самолетов семейства МиГ-29 и Су-27(30) и их модификаций [1, 2], а также AN/ALQ-128, AN/ALQ-135 и AN/ALQ-165 (производства США) для самолетов F-15C, F-15E, F-22 [3, 4]. Данные станции обеспечивают создание имитирующих и маскирующих помех, основанных на принципе цифрового запоминания зондирующего сигнала подавляемой РЛС на радиочастоте (DRFM – Digital Radio Frequency Memory). Полученные цифровые копии зондирующих сигналов используются для создания сигналоподобных помех, приводящих к уводу следящих систем РЛС (как правило, по дальности и частоте) либо созданию сложной многоцелевой ситуации при многократном излучении помеховых импульсов. При этом традиционной для помех ретрансляционного типа проблемой, без решения которой создание дорогостоящей аппаратуры DRFM теряет смысл, остается проблема «увода вперед», то есть создания ложных отметок «перед целью».

В настоящее время основной способ постановки помех «вперед» цели – череспериодный, основанный на излучении последовательности сигналоподобных помеховых импульсов [5, 6]. Главный недостаток этого способа – необходимость четкой привязки периода излучения помех к периоду зондирования подавляемой РЛС. Очевидно, что использование в современных РЛС переменной частоты повторения зондирующих импульсов в совокупности с алгоритмами цифровой селекции хаотических импульсных помех делают такой подход бесперспективным.

В свою очередь, преодолеть указанные проблемы позволяет отказ от излучения помеховых импульсов с заданной временной задержкой и переход к ретрансляционному (одновременно с моментом начала приема зондирующего сигнала РЛС) излучению DRFM-помехи, которая приводила бы к созданию устойчивых ложных отметок от цели в пределах длительности отклика на выходе устройства оптимальной обработки в приемнике РЛС.

Под таким устройством в дальнейшем будем понимать цифровой согласованный фильтр (СФ), а именно фильтр, обеспечивающий максимум мгновенного отношения сигнал/шум в центральной точке отклика при поступлении на вход сигнала заданной формы.

Предлагаемая имитация отметок от целей при таком способе постановки DRFM-помехи для РЛС с ЛЧМ-сигналом длительностью 100 мкс представлена на рисунке 1.

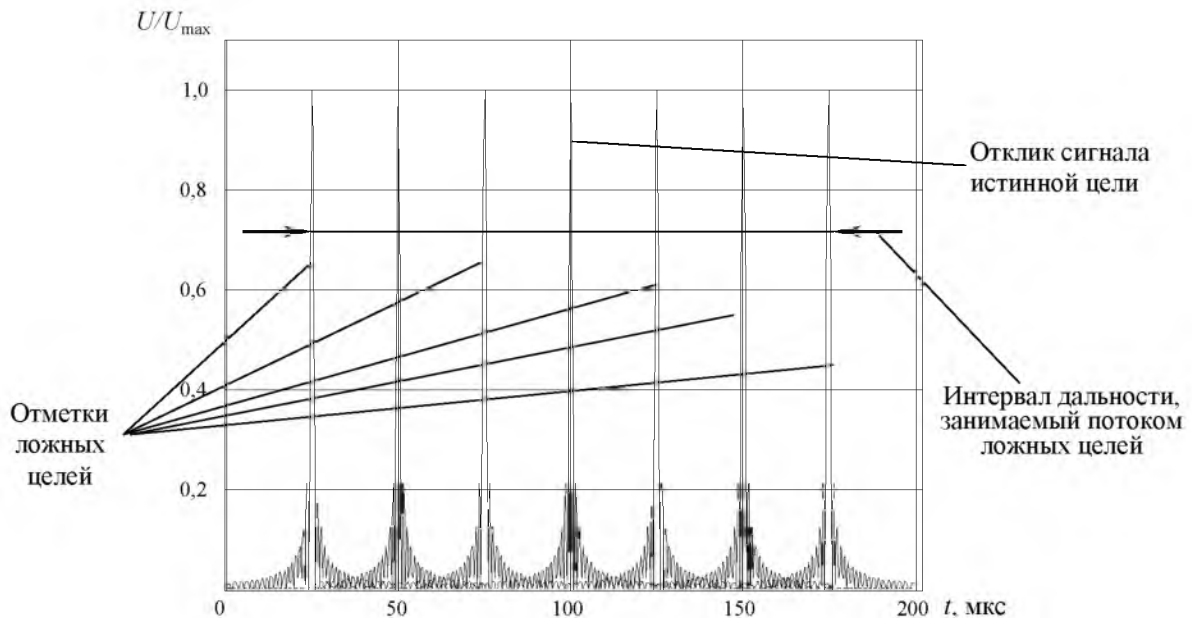


Рисунок 1 – Нормированная огибающая отклика СФ на аддитивную сумму полезного ЛЧМ-сигнала и DRFM-помехи при ее ретрансляционном излучении

Как видно, временной интервал, занимаемый ложными отметками, ограничен длительностью отклика согласованного фильтра, равного, как известно, удвоенной длительности сигнала на его входе. Однако если временной интервал появления ложных откликов на выходе СФ будет даже в 1,5 раза меньше длительности отклика, то при длительности импульса 100 мкс размер области пространства по дальности, занимаемой ложными отметками, будет составлять примерно ± 10 км относительно положения истинной цели, что вполне достаточно для эффективного прикрытия защищаемого летательного аппарата.

Таким образом, возникает задача синтеза DRFM-помех, создающих на выходе СФ многопиковый отклик с заданным расположением максимумов по времени.

Как известно, отклик цифрового фильтра с конечной импульсной характеристикой $h(\tau)$ на входную последовательность $x(t)$ описывается выражением дискретной свертки

$$w(t) = \sum_{\tau=1}^{r_h} h(\tau) x(t-\tau), \quad \tau = \overline{1, r_h}, \quad t \in Z. \quad (1)$$

Теоретически входной сигнал $x(t)$ может быть бесконечным, в этом случае выходная последовательность $w(t)$ также бесконечная. Однако реальные сигналы всегда конечны, поэтому реакция фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтров) на такие сигналы также ограничена во времени. Более того, задавшись условием о согласованной фильтрации в РЛС, будем рассматривать КИХ-фильтр с размерностью импульсной характеристики r_h , совпадающей с размерностью полезного дискретного конечномерного сигнала (ДКС) $s = s_t$, $t = \overline{1, r_s}$. Соответственно, для достижения требуемого эффекта такую же размерность должен иметь и сигнал помехи $p = p_t$, $t = \overline{1, r_p}$:

$$r_h = r_s = r_p.$$

Рассматривая в качестве входного воздействия аддитивную сумму полезного сигнала s и помехи p , можно записать

$$w(t) = \sum_{\tau=1}^{r_s} h_{\tau} s(t-\tau) + \sum_{\tau=1}^{r_s} h_{\tau} p(t-\tau) = y(t) + z(t), \quad \tau = \overline{1, r_s}, \quad t = \overline{1, (2r_s-1)}, \quad (2)$$

где $y(t)$ и $z(t)$ – отклики СФ на полезный сигнал и помеху соответственно.

Следовательно, располагая импульсной характеристикой СФ (которая может быть найдена как зеркальное отображение зондирующего сигнала) и задавшись требуемым откликом $z(t)$, вид помехового сигнала p можно определить из решения уравнения

$$z(t) = \sum_{\tau=1}^{r_s} h_{\tau} p(t-\tau), \quad \tau = \overline{1, r_s}, \quad t = \overline{1, (2r_s-1)}. \quad (3)$$

Для нахождения решения запишем уравнения (1)–(3) в классической векторно-матричной форме, для чего используем две вспомогательные конструкции [7]:

матричную функцию импульсной характеристики фильтра $Fh = f_{\tau\tau}h$, $t, \tau = \overline{1, r_s}$, которая задается с помощью специального трехвалентного тензора t_{ij}^k :

$$f_{ij}h = t_{ij}^k h_k, \quad t_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{при } i = j + k - 1, \\ 0 & \text{при } i \neq j + k - 1, \end{cases} \quad i, j, k = \overline{1, r_s};$$

матрицу «удлинения» вектора размерностью r_s до размерности $2r_s-1$ путем дополнения его нулями справа:

$$B = \begin{bmatrix} I \\ \emptyset \end{bmatrix},$$

где I – единичная матрица размерностью $r_s \times r_s$;

$\emptyset$ – нулевая матрица размерностью $r_s-1 \times r_s$.

При размерности полезного сигнала, например $r_s = 3$, матрицы Fh и B будут иметь вид

$$Fh = \begin{bmatrix} h_1 & 0 & 0 \\ h_2 & h_1 & 0 \\ h_3 & h_2 & h_1 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}^T.$$

С использованием вспомогательных матриц реакция КИХ-фильтра с импульсной характеристикой h на сигнал s записывается следующим образом:

$$y = FhBs, \quad h = h_{\tau}, \quad s = s_{\tau}, \quad \tau = \overline{1, r_s}, \quad y = y_t, \quad t = \overline{1, 2r_s-1}. \quad (4)$$

Корректность уравнения (4) продемонстрируем на примере формирования полного выхода КИХ-фильтра для $r_s = 3$:

$$\left. \begin{aligned} s &= [s_1 \ s_2 \ s_3]^T; \\ h &= [h_1 \ h_2 \ h_3]^T; \\ Bs &= [s_1 \ s_2 \ s_3 \ 0 \ 0]^T; \\ Bh &= [h_1 \ h_2 \ h_3 \ 0 \ 0]^T \end{aligned} \right\} \Rightarrow FhBs = \begin{bmatrix} h_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ h_2 & h_1 & 0 & 0 & 0 \\ h_3 & h_2 & h_1 & 0 & 0 \\ 0 & h_3 & h_2 & h_1 & 0 \\ 0 & 0 & h_3 & h_2 & h_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 s_1 \\ h_2 s_1 + h_1 s_2 \\ h_3 s_1 + h_2 s_2 + h_1 s_3 \\ h_3 s_2 + h_2 s_3 \\ h_3 s_3 \end{bmatrix}.$$

Теперь задача синтеза помехового сигнала может быть сформулирована следующим образом: при заданном векторе зондирующего сигнала s и векторе z требуемого отклика на выходе фильтра с импульсной характеристикой h требуется найти вектор помехи p , удовлетворяющий уравнению

$$z = F B h B p, \quad h = h_\tau, \quad p = p_\tau, \quad \tau = \overline{1, r_s}, \quad z = z_t, \quad t = \overline{1, 2r_s - 1}, \quad (5)$$

где матрицы F , h и B формируются по рассмотренным выше правилам.

Вектор импульсной характеристики при этом может быть сформирован путем зеркального отражения вектора зондирующего сигнала s с помощью кроссдиагональной единичной матрицы – матрицы отражения:

$$h = \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} s. \quad (6)$$

Решение уравнения (5) сводится к решению классического линейного уравнения вида

$$z = Q p, \quad (7)$$

где $Q = F B h B$ – прямоугольная матрица размерностью $2r_s - 1 \times r_s$.

Для рассмотренного выше случая $r_s = 3$ матрица Q , например, имеет следующий вид:

$$Q = F B h B = \begin{bmatrix} h_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ h_2 & h_1 & 0 & 0 & 0 \\ h_3 & h_2 & h_1 & 0 & 0 \\ 0 & h_3 & h_2 & h_1 & 0 \\ 0 & 0 & h_3 & h_2 & h_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 & 0 & 0 \\ h_2 & h_1 & 0 \\ h_3 & h_2 & h_1 \\ 0 & h_3 & h_2 \\ 0 & 0 & h_3 \end{bmatrix}.$$

Следовательно, матрицу Q в общем виде можем записать так:

$$Q = \begin{bmatrix} h & \emptyset_1 & \dots & \emptyset_{r_s-2} & \emptyset_{r_s-1} \\ & h & \dots & \emptyset_{r_s-2} & \emptyset_{r_s-1} \\ \emptyset_{r_s-1} & \emptyset_{r_s-2} & \dots & h & \\ & & \dots & \emptyset_1 & h \end{bmatrix}, \quad (8)$$

где $\emptyset_n$ – нулевой вектор размерностью n .

Таким образом, матрица Q не имеет нулевых строк и столбцов, поэтому решение переопределенной системы (7) может быть найдено методом наименьших квадратов в виде приближения $\tilde{p}$, доставляющего минимум функционалу

$$\rho = \|Q \tilde{p} - z\|^2. \quad (9)$$

Как известно, задача (9) сводится к решению уравнения [8, 9]

$$Q^T Q \tilde{p} = Q^T z,$$

откуда

$$\tilde{p} = (Q^T Q)^{-1} Q^T z. \quad (10)$$

Таким образом, исходными данными для синтеза помехового сигнала, создающего требуемый отклик на выходе СФ подавляемой РЛС, являются вектор зондирующего сигнала

s и полученная из него импульсная характеристика фильтра – вектор h .

Сам процесс синтеза состоит из двух этапов:

1. Формирование вспомогательной матрицы (8).
2. Вычисление приближения $\tilde{p}$ в соответствии с выражением (10).

Результат воздействия помехи, синтезированной в соответствии с изложенным алгоритмом, проиллюстрирован на рисунке 2. В примере использован зондирующий ЛЧМ-сигнал длительностью 100 мкс с девиацией 5 МГц. В качестве требуемых откликов СФ z принимались симметричные и несимметричные наборы «кнопочных» функций (рисунок 2, *а*). Все вычисления проводились после нормирования энергии сигнала s к единице.

Как видно, поступление на вход СФ суммы полезного сигнала и помехи, полученной из решения уравнения (10), приводит к появлению на выходе фильтра отклика w , имеющего в своей структуре как истинную составляющую (центральный пик на рисунках 2, *б*), так и ложные, максимумы которых совпадают по своему временному положению с заданными откликами рисунка 2, *а*. При этом результаты моделирования показывают, что, если задаваемые отклики не имеют строгой симметрии относительно центрального отсчета вектора z (рисунок 2, *а*, графики 3, 4) либо временная «сетка» симметричных откликов не совпадает с центральным откликом (рисунок 2, *а*, график 2), то в отклике w на выходе СФ появляются «зеркальные помехи» – дополнительные ложные составляющие меньшей амплитуды, сдвинутые по времени относительно «основных» на величину длительности сигнала s .

Полученные результаты позволяют перейти к постановке более радикальной задачи – синтезу такого помехового сигнала p , который бы обеспечивал подавление истинной составляющей в отклике СФ на сумму полезного сигнала и помехи.

В принятых выше терминах данная задача может быть сформулирована следующим образом: при заданном векторе зондирующего сигнала s и векторе z требуемого отклика СФ с импульсной характеристикой h требуется найти вектор помехи p , удовлетворяющий уравнению

$$z = F B h B^T s + p, \quad h = h_\tau, \quad s = s_\tau, \quad p = p_\tau, \quad \tau = \overline{1, r_s}, \quad z = z_t, \quad t = \overline{1, 2r_s - 1}. \quad (11)$$

После выполнения преобразований, аналогичных (5)–(9), решение задачи (11) будет иметь вид

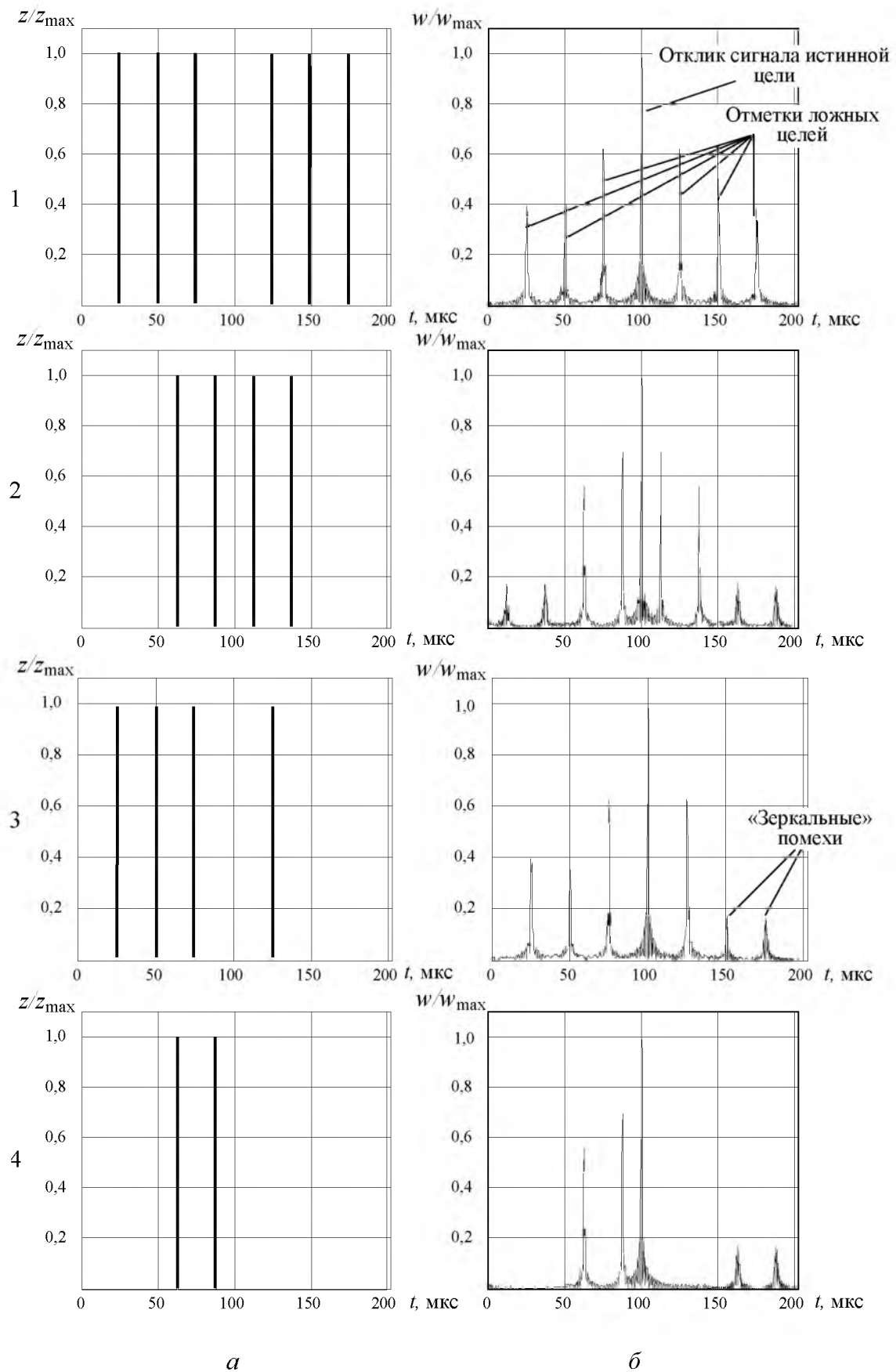
$$\tilde{p} = Q^T Q^{-1} Q^T z - s, \quad (12)$$

где $Q = F B h B^T$ – прямоугольная матрица размерностью $2r_s - 1 \times r_s$.

Математически строго решение (12) описывает помеховый сигнал, который обеспечивает формирование на выходе СФ суммарного отклика произвольной формы, в том числе лишенного центрального пика, – отклика на сигнал истинной цели. Поэтому назовем помеховый сигнал (12) «идеальной» имитирующей помехой.

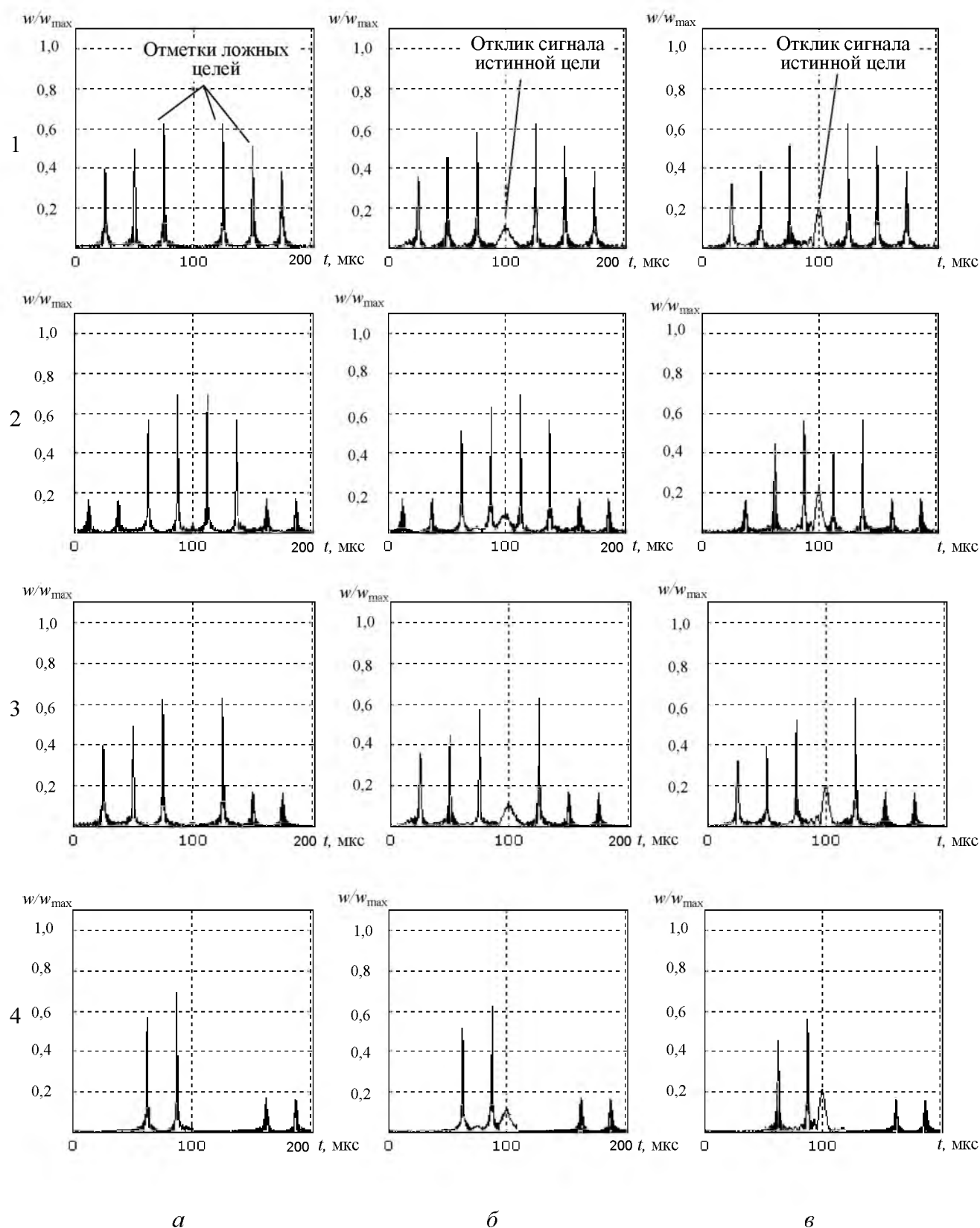
Очевидно, что степень соответствия реального отклика СФ требуемому отклику z будет зависеть от того, насколько на практике сигналы $\tilde{p}$ и s будут совпадать во времени. Результаты моделирования, проведенного для требуемых откликов СФ, изображенных на рисунке 2, *а*, при различных вариантах временной задержки «идеальной» имитирующей помехи относительно полезного ЛЧМ-сигнала длительностью 100 мкс и с девиацией 5 МГц представлены на рисунке 3.

При полном совпадении сигналов $\tilde{p}$ и s по времени (рисунок 3, *а*) центральный пик отклика СФ (отклик на сигнал истинной цели) отсутствует, а максимумы ложных составляющих совпадают по своему временному положению с заданными откликами рисунка 2, *а*. При этом появление «зеркальных» помех наблюдается в тех же случаях, что и в предыдущем примере.



a – заданный (требуемый) отклик СФ на сигнал помехи; $б$ – отклик СФ на сумму полезного сигнала и помехи

Рисунок 2 – Нормированные огибающие откликов согласованного фильтра



a – временная задержка отсутствует; *б* – временная задержка равна 10 % длительности зондирующего сигнала; *в* – временная задержка равна 20 % длительности зондирующего сигнала

Рисунок 3 – Нормированные огибающие откликов СФ на сумму полезного сигнала и «идеальной» имитирующей помехи, поступающей с временной задержкой

При появлении временной задержки «идеальной» имитирующей помехи относительно полезного сигнала в центре отклика СФ появляется локальный максимум – составляющая отклика на полезный сигнал. Отклики на помеховый сигнал при этом остаются без изменений, а значение локального максимума, соответствующего отклику СФ на полезный сигнал, прямо пропорционально величине временного рассогласования между сигналами $\tilde{p}$ и s (рисунок 3, б, в).

Таким образом, результаты моделирования подтверждают, что «идеальная» имитирующая помеха, описываемая выражением (12), обеспечивает формирование произвольного заданного суммарного отклика на выходе СФ. Это означает, что истинная метка цели в РЛС может быть эффективно подавлена, а положением ложных меток можно управлять в соответствии с текущей тактической ситуацией. При этом следует учитывать две важные особенности:

1. Задание в требуемом отклике z составляющих, несимметричных относительно центрального отсчета вектора z , приводит к появлению на выходе СФ «лишних» ложных составляющих небольшой амплитуды, что потребует дополнительных энергетических затрат.
2. Подавление в отклике СФ центрального максимума, соответствующего истинной дальности цели, обеспечивается минимизацией временной задержки между сигналом помехи и полезным сигналом. В идеальном случае эта задержка должна равняться нулю. Таким образом, актуальной становится задача безынерционного формирования «идеальной» имитирующей помехи.

Список литературы

1. Малогабаритная станция помех МСП 418К // ФГУП ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cnirti.ru/catalog-10-18.htm>. – Дата доступа: 03.09.2013.
2. Система радиопротиводействия «Омуль» для защиты самолетов фронтовой авиации // ФГУП ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cnirti.ru/catalog-10-3011.htm>. – Дата доступа: 03.09.2013.
3. AN/ALQ-135 Internal Countermeasures System // Northrop Grumman Corporation [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/ANALQ135/Pages/default.aspx>. – Date of access: 03.09.2013.
4. AN/ALQ-165 Airborne Self-Protection Jammer (ASPJ) // Northrop Grumman Corporation [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/ANALQ165ASPJ/Pages/default.aspx>. – Date of access: 03.09.2013.
5. Куприянов, А. И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы: учеб. пособие / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров. – М.: Вузовская книга, 2007. – 356 с.
6. Перунов, Ю. М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / Ю. М. Перунов, К. И. Фомичев, Л. М. Юдин; под ред. Ю. М. Перунова. – М.: Радиотехника, 2008. – 416 с.
7. Лапука, О. Г. Анализ и синтез в классе дискретных конечномерных систем / О. Г. Лапука, К. К. Пашенко. – Минск: ВА РБ, 2010. – 372 с.
8. Ланцош, К. Практические методы прикладного анализа / К. Ланцош. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. – 524 с.
9. Уоткинс, Д. Основы матричных вычислений / Д. Уоткинс. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. – 664 с.

*Сведения об авторах:

Калитин Сергей Борисович,
Сапьяник Василий Георгиевич,
Морозов Дмитрий Васильевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 30.09.2013 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ПАКЕТЕ MATLAB

УДК 621.396.5

Е. Ю. Тихонова, А. Н. Мацкевич*

В статье приведены результаты имитационного моделирования многопараметрической маршрутизации, позволяющие оценить эффективность использования нового способа формирования интегральной метрики маршрутов при выборе пути передачи с использованием нечеткой логики.

In the article the results of multivariants routing simulation modeling is carried out. The simulation model permits to estimate the efficiency of the integral route metric formation new method with fuzzy logic to choose the way of packets delivery.

При формировании облика перспективной пакетной сети связи военного назначения одной из основных задач является обоснование процедуры маршрутизации информационных потоков. Используемые протоколы маршрутизации в рассматриваемой пакетной сети связи военного назначения во многом влияют на эффективность ее функционирования и показатели качества обслуживания.

Обзор и анализ существующих протоколов маршрутизации показал неоднозначность выбора оптимального алгоритма передачи информации для сети связи военного назначения [1]. Актуальной задачей является как совершенствование старых, так и разработка новых подходов к маршрутизации, которые бы максимально учитывали динамику изменения топологии сети военного назначения и отвечали повышенным требованиям устойчивости и надежности.

В связи с этим предлагается способ маршрутизации, который включает два основных этапа: обнаружение всех возможных непересекающихся маршрутов с определением характеризующих их параметров и выбор лучшего маршрута передачи на основе интегрального показателя маршрута, который обобщает все его параметры [2].

На первом этапе протокол маршрутизации производит обнаружение возможных непересекающихся маршрутов до узла назначения, при этом производится сбор сведений о состоянии узлов и каналов связи на маршруте. Например, в качестве набора параметров состояния каждого маршрута могут быть определены доступная пропускная способность, задержка передачи пакета, загруженность пакетных буферов, вероятность доставки пакета на маршруте, количество промежуточных узлов.

Поиск возможных маршрутов и сбор сведений о них может производиться с помощью разработанных и хорошо зарекомендовавших себя протоколов. Например, для мобильных беспроводных самоорганизующихся сетей наиболее предпочтительно использовать протокол Dynamic Source Routing (DSR), который имеет наилучшие количественные показатели работы сети по сравнению с протоколами Ad Hoc on Demand Distance Vector (AODV) и Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV) [3]. Для проводных сетей с фиксированной топологией возможно использование простейших потоковых алгоритмов поиска всех возможных маршрутов. По завершении первого этапа на узле аккумулируются следующие данные:

информация о количестве возможных маршрутов до всех узлов сети (в случае проактивного подхода, когда заблаговременно определяются маршруты до всех узлов сети) или до конкретного узла назначения (в случае реактивного подхода, когда поиск маршрута происходит по запросу);

непосредственно сами определенные маршруты (полная последовательность промежуточных узлов или адрес выходного порта соответствующего маршрута);

значения пяти характеризующих каждый маршрут параметров.

Сбор сведений о маршруте производится либо периодически в случае проактивного подхода, либо в момент поступления запроса до конкретного узла назначения. После завершения данной процедуры собранные данные для каждого маршрута подаются на вход блока формирования рейтинга маршрута.

На втором этапе для каждого возможного маршрута формируется интегральная метрика – рейтинг маршрута – которая определяет степень предпочтения данного маршрута до определенного узла назначения. Данная метрика формируется в блоке формирования рейтинга маршрута. Далее из всех возможных маршрутов до каждого узла выбирается основной маршрут для передачи с наибольшим рейтингом. Также в памяти узла могут сохраняться один или несколько резервных маршрутов с высокими рейтингами.

Центральное место в предлагаемой процедуре маршрутизации занимает блок формирования рейтинга маршрута, который обобщает все сведения о маршруте и формирует интегральный показатель качества маршрута. Анализ литературы показал, что использование для реализации данного блока нечеткой логики позволяет учитывать множество параметров состояния узлов и каналов связи при выборе оптимального маршрута передачи данных, при этом не требуется построение точной математической модели [4, 5]. В [2] представлена структура блока формирования рейтинга маршрута для двух входных параметров и трех термов для каждой лингвистической переменной, она может быть расширена до пяти входных переменных и пяти термов каждой лингвистической переменной.

Для оценки эффективности предложенного способа динамической многопараметрической маршрутизации разработана имитационная модель, которая включает в себя: узел-отправитель с блоком выбора маршрута; каналы связи различной структуры, в последующем рассматриваемые как маршруты; узел-получатель; средства контроля и отображения ресурсов сети (СКИОРС); средства определения показателей качества работы сети. Структурная схема имитационной модели приведена на рисунке 1. На базе разработанной модели проведен эксперимент для случая, когда между узлом-отправителем и узлом-получателем имеется пять непересекающихся маршрутов с различным количеством переприемов.

При моделировании количество возможных переприемов было выбрано в соответствии со спецификацией протокола Routing Information Protocol (RIP), для которого узел, находящийся на удалении 16 промежуточных узлов, является недостижимым. Определено пять возможных маршрутов с количеством промежуточных переприемов 1, 4, 8, 12 и 15. При отправке пакета блок маршрутизации на узле-отправителе выдает номер выходного буфера, соответствующего выбранному маршруту. В зависимости от способа маршрутизации могут быть задействованы различные маршруты, что определенным образом влияет на использование ресурсов сети и показатели качества ее работы.

Узел-отправитель занимает центральное место в рассматриваемой модели, так как именно в нем реализуется процедура выбора маршрута. Узел-отправитель имеет пять выходов в соответствии с количеством возможных маршрутов до узла-получателя. Основное назначение узла-отправителя заключается в генерации пакетов заданной длины с заданной интенсивностью и передаче их на один из пяти возможных маршрутов в соответствии с процедурой маршрутизации, выдаче статистики о загрузенности пакетных буферов и количестве потерянных пакетов в результате переполнения выходных буферов. Для реализации указанных задач узел-отправитель включает следующие блоки: генератор пакетов, блок обработки пакетов, блок коммутации, пять выходных пакетных буферов, блок выбора маршрута и блок памяти.

Генератор пакетов предназначен для формирования с заданной интенсивностью пуассоновского потока пакетов. В блоке обработки пакетов каждому пакету задается определенный размер – длина пакета, перечень номеров выходных портов и запускается таймер пакета. Блок коммутации передает пакет на вход одного из пяти выходных пакетных буферов, соответствующих одному из пяти маршрутов. Блок памяти предназначен для хранения таблицы расстояний и таблицы маршрутов.

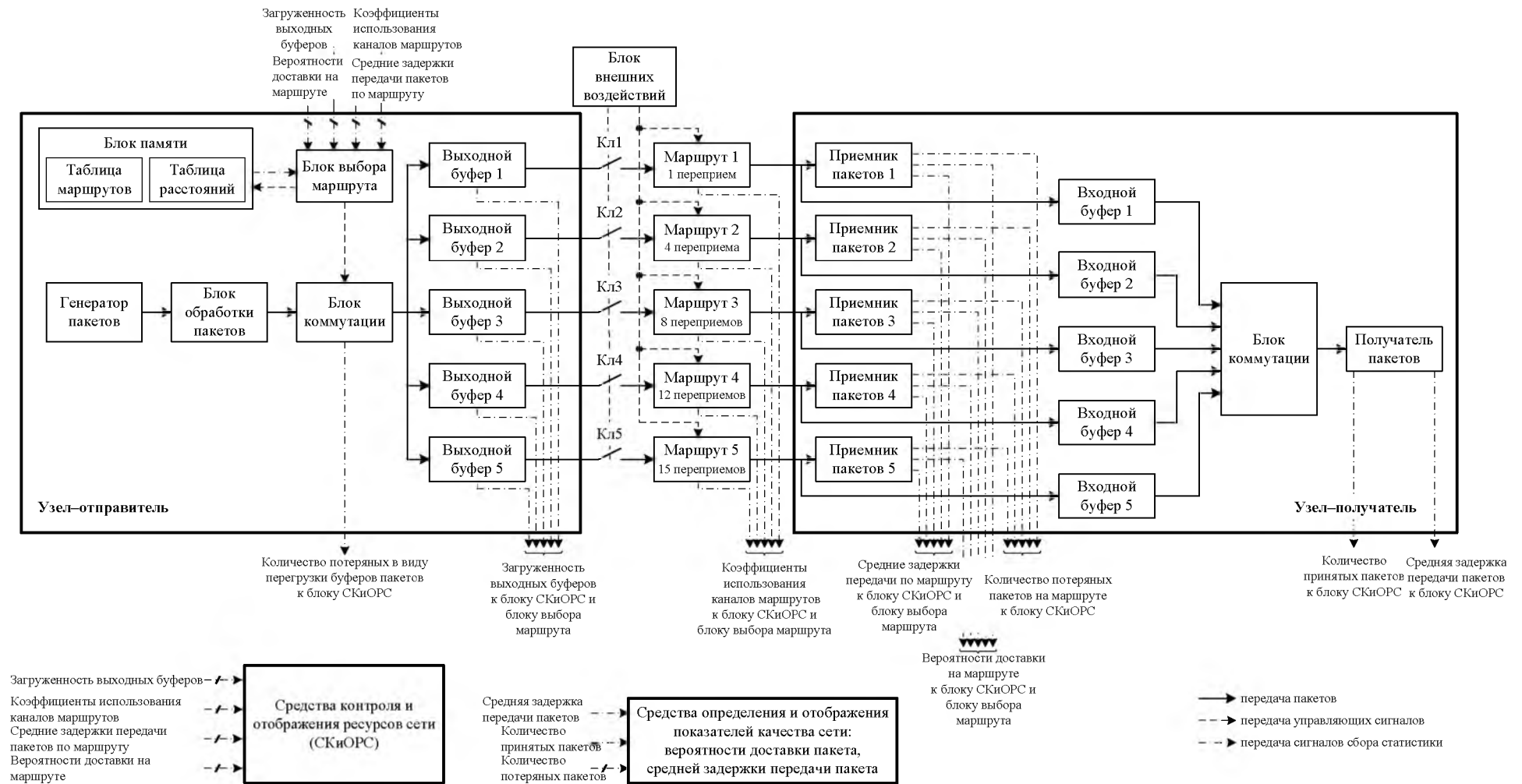


Рисунок 1 – Структурная схема имитационной модели системы передачи с коммутацией пакетов для исследования метода динамической многопараметрической маршрутизации

Таблица расстояний представляет собой матрицу-столбец из пяти элементов по количеству маршрутов, каждый из которых равен количеству скачков на соответствующем маршруте. Таблица расстояний может формироваться за счет классических протоколов маршрутизации. В предложенной модели значения матрицы расстояний не изменяются, поэтому происходит только постоянное считывание количества скачков в блок выбора маршрутов.

Таблица маршрутов представляет собой матрицу, каждая строка которой соответствует одному из пяти маршрутов. В семи столбцах содержится информация о номере маршрута, количестве переприемов на маршруте, загруженности выходного пакетного буфера маршрута, коэффициенте использования каналов маршрута, задержке передачи на маршруте, вероятности доставки на маршруте, рейтинге маршрута. Таким образом, в матрице маршрутов хранятся все возможные маршруты до узла назначения, их параметры состояния узлов и каналов связи и рейтинг каждого маршрута. На рисунке 2 приведен пример сформированной таблицы маршрутов в среде MatLab.

No route	Hop number	Buffer capacity	Utilization of route channels	Delay	Delivery probability	Rating
1	1	72	1	18.31	1	0.3959
2	4	78	0.637	34.85	1	0.3818
3	8	98	0.6073	49.37	1	0.3879
4	12	0	0	0	1	0.3841
5	15	0	0	0	1	0.3343

Рисунок 2 – Пример таблицы маршрутов в среде MatLab

Блок выбора маршрута предназначен для формирования матрицы маршрутов и выдачи для каждого передаваемого пакета номера маршрута, наиболее предпочтительного для использования. С выхода последнего канала маршрута пакет поступает на вход узла-получателя.

Узел-получатель состоит из приемников пакетов каждого маршрута, блока коммутации и приемника пакетов. Приемники пакетов каждого маршрута предназначены для сбора статистики о состоянии каналов и узлов связи на маршруте. С выхода блока поступают следующие данные: средняя задержка передачи пакета по маршруту, количество полученных пакетов на маршруте, вероятность доставки на маршруте, количество потерянных пакетов на маршруте. Блок коммутации предназначен для направления пакетов, полученных по разным маршрутам, в основной приемник пакетов узла-получателя.

Приемник пакетов выдает статистику о количестве принятых пакетов и средней задержке передачи пакетов, которая поступает на блок определения и отображения параметров качества сети.

Блок средств контроля и отображения ресурсов сети предназначен для вывода на экран временных зависимостей основных параметров состояния маршрутов.

Блок определения и отображения параметров качества работы сети на основе поступающей на его входы статистики о количестве принятых и потерянных пакетов рассчитывает вероятность доставки пакета и выводит это значение вместе со средней задержкой передачи пакета в рабочую область и на экран.

Таким образом, модель позволяет:

подключать различные системы нечеткого вывода рейтинга маршрутов при выборе выходного буфера для передачи пакета;

исследовать процедуру маршрутизации каждого передаваемого пакета при различных условиях выбора маршрута;

отслеживать в процессе моделирования статистику расхода ресурсов сети: загруженность выходных пакетных буферов в направлении каждого маршрута, коэффициент использования каналов на каждом маршруте, среднюю задержку передачи пакета на каждом маршруте, вероятность доставки пакета на каждом маршруте, количество полученных и потерянных пакетов на каждом маршруте, количество потерянных пакетов в результате перегрузки всех буферов возможных маршрутов и др.;

определять в процессе моделирования основные показатели качества работы сети: вероятность доставки пакета до узла-получателя, среднюю задержку передачи пакета до узла-получателя;

имитировать ухудшение помеховой обстановки с заданной вероятностью путем случайной потери пакетов в канале связи и изменение топологии сети путем подключения/отключения возможных маршрутов.

При разработке имитационной модели процесса маршрутизации в сети с использованием блока формирования рейтинга маршрута на основе нечеткой логики использован пакет MatLab [6]. Для оценки эффективности предложенного способа динамической многопараметрической маршрутизации разработана имитационная модель в пакете расширения Sim Events.

Моделирование проведено для сценария работы сети без ошибок в каналах связи. Рассмотрено 10 вариантов маршрутизации, при которых маршрут выбирается блоком коммутации:

с равной вероятностью;

учетом одного параметра «количество переприемов». В этом случае передача пакетов осуществляется всегда по первому маршруту;

учетом двух параметров «количество переприемов» и «загруженность выходного буфера» с двумя термами одной лингвистической переменной в системе нечеткого вывода;

учетом двух параметров «количество переприемов» и «загруженность выходного буфера» с тремя термами одной лингвистической переменной в системе нечеткого вывода;

учетом двух параметров «количество переприемов» и «загруженность выходного буфера» с пятью термами одной лингвистической переменной в системе нечеткого вывода;

учетом трех параметров «количество переприемов», «загруженность выходного буфера», «вероятность доставки на маршруте» с двумя термами одной лингвистической переменной в системе нечеткого вывода;

учетом трех параметров «количество переприемов», «загруженность выходного буфера», «вероятность доставки на маршруте» с тремя термами одной лингвистической переменной в системе нечеткого вывода;

учетом трех параметров «количество переприемов», «загруженность выходного буфера», «вероятность доставки на маршруте» с пятью термами одной лингвистической переменной в системе нечеткого вывода;

учетом пяти параметров «количество переприемов», «загруженность выходного буфера», «вероятность доставки на маршруте», «задержка передачи пакета на маршруте», «коэффициент использования каналов на маршруте» с двумя термами одной лингвистической переменной в системе нечеткого вывода;

учетом пяти параметров «количество переприемов», «загруженность выходного буфера», «вероятность доставки на маршруте», «задержка передачи пакета на маршруте», «коэффициент использования каналов на маршруте» с тремя термами одной лингвистической переменной в системе нечеткого вывода.

Параметры имитационной модели приведены в таблице. Для каждого варианта проведена серия экспериментов.

Сравнительный анализ предложенных вариантов маршрутизации проведен по основным показателям качества работы сети, таким как вероятность доставки пакета и средняя задержка передачи пакета по сети.

Результаты имитационного моделирования для сценария работы сети без ошибок в каналах связи приведены на рисунках 3 и 4.

Таблица – Перечень исходных параметров для моделирования

Название параметра имитационной модели	Значение параметра имитационной модели
Средняя длина пакета, бит	1000
Пропускная способность каналов, бит/с	1000
Емкость выходных буферов, количество пакетов	25
Емкость входных буферов, количество пакетов	1000
Время моделирования, с	300
Количество экспериментов	10
Средняя интенсивность поступления пакетов, пакетов/с	от 0,5 до 10
Вероятность потери пакета в канале связи	0

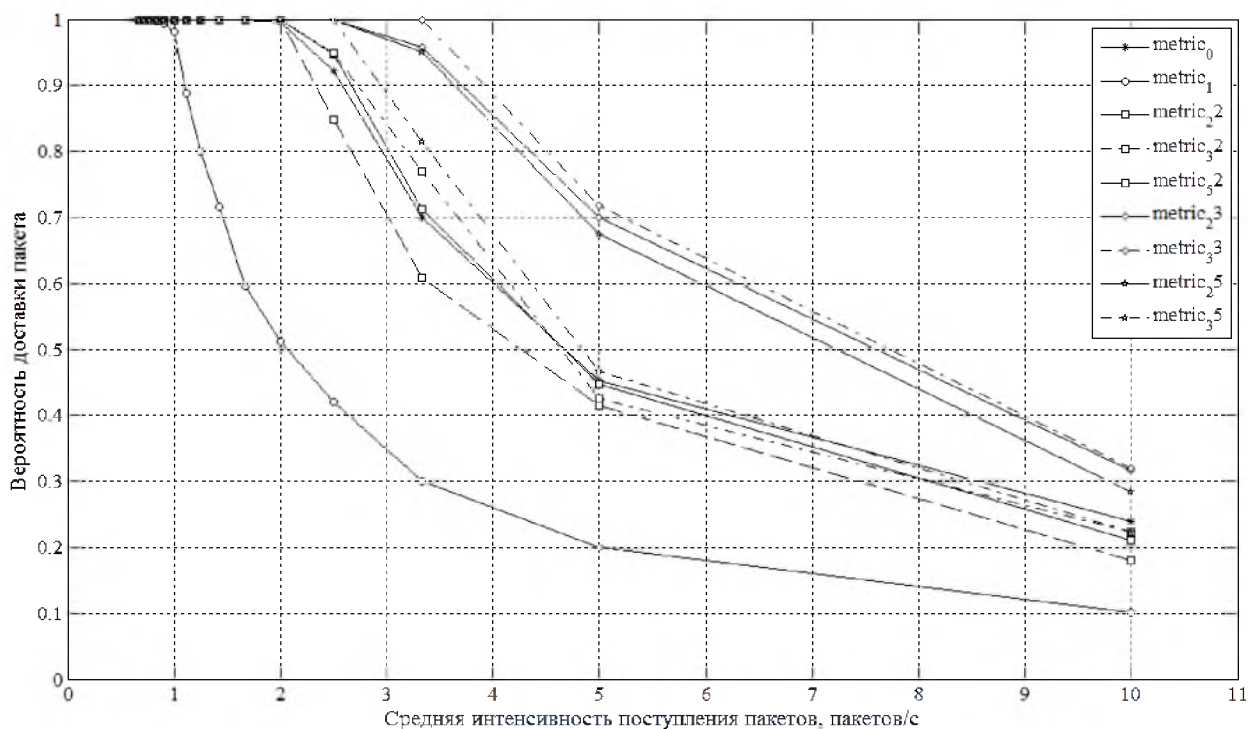


Рисунок 3 – График зависимости вероятности доставки пакетов от средней интенсивности поступления пакетов для различных систем нечеткого вывода рейтинга маршрута

Анализ полученных зависимостей показал, что учет двух и более параметров при выборе маршрута передачи пакета позволяет значительно повысить вероятность доставки пакета в сети при увеличении интенсивности поступления пакетов. Так, в случае передачи пакетов только по кратчайшему маршруту уже при средней интенсивности поступления пакетов более 1 пакета/с вероятность доставки резко снижается, так как средняя интенсивность поступления пакетов превышает среднее время обработки пакета в канале. При этом остальные доступные ресурсы сети не используются.

Учет более двух параметров позволил обеспечить надежную передачу (с вероятностью доставки, близкой к единице) при увеличении интенсивности входного потока более чем в два раза, а наилучший результат продемонстрировал вариант учета трех параметров с тремя лингвистическими переменными «metric3_3» (вероятность доставки близка единице при интенсивности входного потока 3,3 пакета/с).

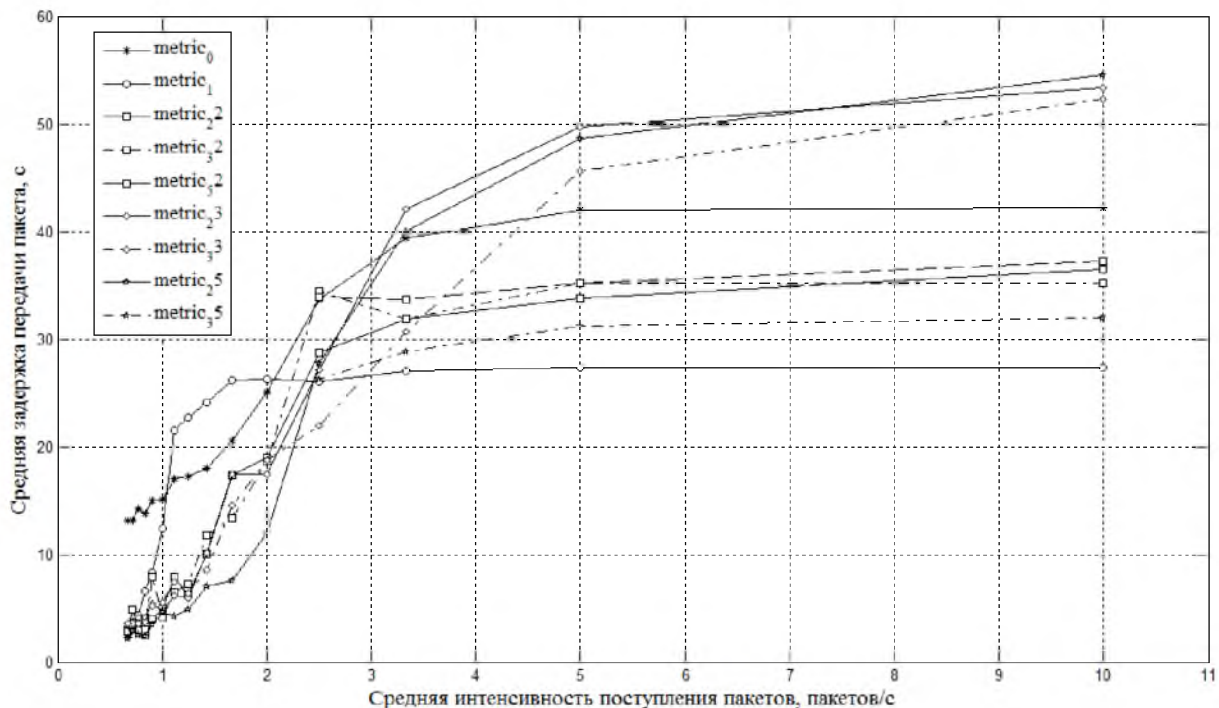


Рисунок 4 – График зависимости средней задержки передачи пакетов от средней интенсивности поступления пакетов для различных систем нечеткого вывода рейтинга маршрута

Полученные результаты показали, что наилучший результат по вероятности доставки пакетов обеспечивает вариант выбора маршрута с учетом двух или трех параметров при использовании трех термов каждой лингвистической переменной. Использование пяти параметров для сети без ошибок является избыточным.

Анализ зависимости средней задержки передачи пакета от интенсивности поступления входного потока показал, что использование нечеткой логики при формировании рейтинга маршрута с учетом более двух параметров состояния узлов и каналов связи позволяет при повышении надежности передачи также понизить среднее время передачи пакета по сети. Так, при интенсивности входного потока менее 2,5 пакетов/с при вероятности доставки, близкой к единице, средняя задержка примерно на 10 с меньше, чем при использовании маршрута в один канал связи. Увеличение интенсивности входного потока приводит к значительному увеличению среднего времени доставки пакета (примерно до 50 с).

Полученные результаты имитационного моделирования показали, что для сети с благоприятной помеховой обстановкой:

целесообразно использовать два параметра «количество переприемов» и «загруженность выходного буфера» с тремя или пятью термами каждой лингвистической переменной;

необходимо осуществлять учет загруженности буферной памяти для более рационального ее использования;

использовать динамическую многопараметрическую маршрутизацию, что позволит значительно улучшить показатели качества работы сети.

Все это обеспечит надежную передачу пакетов с вероятностью доставки, близкой к единице, при увеличении интенсивности входного трафика в 3,3 раза и повысит вероятность доставки на 10–20 % при увеличении интенсивности поступления входных пакетов более чем в 3,3 раза, а также снизит среднее время передачи пакета при достоверной доставке его по сети.

Детали реализации предложенного метода многопараметрической динамической маршрутизации определяются режимом работы сети и предъявляемыми требованиями к показателям качества обслуживания. Периодический анализ состояния возможных маршрутов позволяет адекватно реагировать системе маршрутизации на увеличение нагрузки, изменения в топологии сети и рационально расходовать ресурсы сети, обеспечивая высокие показатели качества обслуживания. Предложенный метод может быть использован как для совершенствования старых протоколов маршрутизации, так и для разработки новых самостоятельных протоколов.

Список литературы

1. Мацкевич, А. Н. Анализ алгоритмов передачи информации в сетях связи военного назначения / А. Н. Мацкевич, Е. Ю. Тихонова // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2008. – № 15. – С. 29–33.
2. Тихонова, Е. Ю. Выбор маршрута передачи данных на основе нечеткой логики / Е. Ю. Тихонова, А. Н. Мацкевич, В. В. Шаболтиев // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – № 20. – С. 77–81.
3. Мацкевич, А. Н. Протоколы маршрутизации в сети беспилотных летательных аппаратов / А. Н. Мацкевич [и др.] // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – С. 127–131.
4. Иванов, Д. В. Применение аппарата нечеткой логики для маршрутизации в беспроводных ячеистых сетях / Д. В. Иванов // Телекоммуникации. – 2009. – № 5. – С. 13–18.
5. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452 с.
6. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MatLab и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

*Сведения об авторах:

Мацкевич Артур Николаевич,
Тихонова Екатерина Юрьевна,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 01.11.2013 г.

3. ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

О ВЫБОРЕ РЕЖИМА НАГРУЖЕНИЯ ШТАБНОЙ МАШИНЫ С КУЗОВОМ-КОНТЕЙНЕРОМ

УДК 629.113.073

Д. В. Мишута, В. Г. Михайлов, В. К. Утекалко*

Рассмотрены вопросы условий эксплуатации и выбора исходных данных дорог для моделирования штабной машины, проведено моделирование распределения движения штабных машин по различным дорогам, обоснован режим нагружения машины.

Questions of service conditions and selection of input roads data for modelling of the staff machine are considered, modelling of distribution of staff machines motion on various roads is conducted, the mode of the machine loading is proved.

При проектировании штабных машин и их кузовов-контейнеров необходимо располагать данными о действующих нагрузках в дорожных условиях. Последние можно получить путем моделирования дорог и самого автомобиля. Особенностью эксплуатации штабных машин является то, что они могут использоваться вне дорожной сети: на проселочных, грунтовых, лесных дорогах, в поле, каменистых перекатах рек, в условиях природных катастроф, техногенных авариях, военных действий. Кроме того, необходимо учитывать состояние местных и проселочных дорог, которые могут находиться в разбитом состоянии длительное время, особенно после зимы. Глубина выбоин может составлять 5–30 см.

Вопросы условий движения и характеристики дорог, на которых эксплуатируются штабные машины, изучены слабо, что сдерживает проведение расчетных исследований. Для проведения последних необходимо располагать информацией о распределении движения по различным дорогам и характеристиках микропрофиля этих дорог (особенно максимальных значений неровностей). Это и обусловило необходимость проведения данного исследования.

Чтобы получить данные по распределению движения по различным дорогам для штабных машин, было решено воспользоваться программно-информационным комплексом принятия решения ГИС ВН, разработанным институтом проблем информатики НАН Беларуси для нужд Министерства обороны. Последний позволяет задать и смоделировать маршрут движения из точки А в точку Б на основе электронных топографических карт с учетом ограничений по движению и определить протяженность участков дорог различных категорий, либо вручную по электронным картам просчитать протяженность заданного маршрута для различных дорог.

В результате моделирования маршрутов и обработки данных были получены значения распределения движения штабных машин по различным дорогам в мирных условиях (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение движения штабных машин по различным дорогам

Тип дороги	Номер маршрута																Среднее значение, км
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Пробег, км																	
Общий пробег	33,2	174,1	137	136	193	129,6	149	86,1	139,1	71,5	86,5	70,5	55	65	250	330	131,6
Скоростная	16,5	—	—	—	1,78	—	—	—	—	—	—	—	15	9	150	100	18,3
Обычная асфальтовая дорога	12,2	168,6	136	136	183,2	125	79,8	65,5	134	30,3	63,3	29,3	30	41	80	200	94,6
Грунтовая	4,42	5,48	0,7	—	8,2	4,47	69,9	20,6	4,92	42,0	21,2	41,2	4,42	10	15	20	17,0
Доля в %																	
Скоростная	49,7	—	—	—	0,92	—	—	—	—	—	—	—	27,3	13,8	60	30,3	11,4

Окончание таблицы 1

Обычная асфальтовая дорога	36,8	96,84	99,3	100	94,92	96,6	53,6	76,1	96,33	42,4	73,2	41,6	54,6	63,1	32	60,6	70
Грунтовая	13,3	3,15	0,8	–	4,3	3,35	46,9	24	3,55	58,7	24,5	58,5	8,04	15,4	6	6,1	17,3

Как показывает анализ данных моделирования по распределению движения штабных машин по территории Республики Беларусь, доля скоростных, обычных асфальтовых, грунтовых дорог составляет в среднем соответственно: 11,4, 70, 17,3 %. Наибольший процент пробега (70 %) приходится на обычные асфальтовые дороги. Полученные данные, с одной стороны, отражают специфику дорожной сети Республики Беларусь, а с другой – они больше соответствуют условиям мирного времени, когда войска перемещаются в основном по дорогам общего пользования из пунктов их базирования на полигоны в процессе учений.

Для выбора наиболее нагруженного режима штабных машин и их кузовов-контейнеров необходимо также знать характеристики микропрофилей дорог, так как степень воздействия на автомобиль, его узлы, части во многом зависит от высоты (глубины) неровности дороги, частоты волны, скорости, распределения движения по различным дорогам. Микропрофиль дорог можно получить путем моделирования.

Известно, что ровность дорог характеризуется дисперсией величин высоты неровностей и ее корреляционной функцией (КФ). КФ отражает вероятностную связь между координатами микропрофиля по длине участка пути, спектральной плотностью, характеризующей частотный состав микропрофиля, и дисперсией, – разброс случайной величины относительно ее среднего значения [1]:

$$R_k(\tau) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} S_q(\omega) \cos \omega \tau d\omega;$$

$$S_k(\omega) = 2 \int_0^{\infty} R_q(l) \cos \omega l dl;$$

$$D_q = R_q(0),$$

где l – текущее значение длины пути; ω – волновая частота.

В СНГ и за рубежом наиболее часто используется микропрофиль дороги [1], представленный в виде стационарного эргодического случайного процесса с автокорреляционной функцией (АКФ) вида

$$R_k(\tau) = D_k (A_{1k}^{-\alpha_{1k}\tau} \cos \beta_k \tau + A_{2k}^{-\alpha_{2k}\tau}),$$

где α_{1k} , α_{2k} , β_k – коэффициенты, найденные для k -го вида профиля; D_k – дисперсия k -го вида профиля.

Результаты корреляционного анализа высот неровностей микропрофилей различных дорог, на которых могут эксплуатироваться штабные машины, по обобщенным нами данным работ [1–6], представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Коэффициенты аппроксимации автокорреляционной функции характеристик микропрофиля дорог по данным работ [1–6]

Дорожная поверхность	Характеристики дорог					
	D, см ²	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	β
1. Асфальтовая в хорошем состоянии	0,664	1	–	0,13	–	1,05
2. Асфальтовая изношенная	1,21	0,15	0,85	0,05	0,2	0,6
3. Щебеночная дорога	6,3	0,047	0,953	0,049	0,213	1,367
4. Поле ровное, стерня колосовых культур	10,63	0,06	0,9	0,2	0,7	1,57
5. Поле заболоченное	25,3	0,1	0,9	0,2	0,7	2,5

Таблица 3 – Коэффициенты аппроксимации автокорреляционной функции характеристик базовых дорог автополигона НИЦИАМТ

Вид дороги	$D_q, \text{см}^2$	A	β
Асфальтовая (Д) 1	6,6	0,02	0,04
Асфальтовая 2	9,8	0,32	1,53
Булыжная 1	12,7	0,11	0,07
Булыжная 2	21,1	0,17	0,18
Грунтовая 1	39,4	0,20	0,23
Грунтовая 2	52,1	0,05	0,15
Грунтовая 3	70,7	0,04	0,28
Грунтовая 4	97,6	0,12	0,31
Грунтовая 5	123,0	0,16	0,16
Грунтовая 6	140,7	0,07	0,43

Как видно из таблицы 2, наименьшие значения дисперсий ($0,664 \text{ см}^2$) имеют скоростные автомагистрали (асфальтовые дороги). Они более характерны для автобанов стран ЕС и дорог, находящихся в хорошем состоянии или только что построенных. А наибольшие значения дисперсий ($39,4\text{--}140,7 \text{ см}^2$) имеют грунтовые дороги автополигона НИЦИАМТ (таблица 3). Дороги автополигона НИЦИАМТ имеют наибольшие значения дисперсии, так как они сейчас сильно изношены. Учитывая, что при нормальном законе распределения максимальные значения примерно в три раза больше среднеквадратических отклонений [7], получим максимальные значения высот неровностей на грунтовых дорогах порядка $18,9\text{--}35,6 \text{ см}$. Эти значения неровностей ближе к возможным условиям эксплуатации штабных машин при военных действиях, когда основные дороги разбиты, покрыты разбитым кирпичом, поврежденными частями зданий и приходится пользоваться грунтовыми, а также рокадными дорогами.

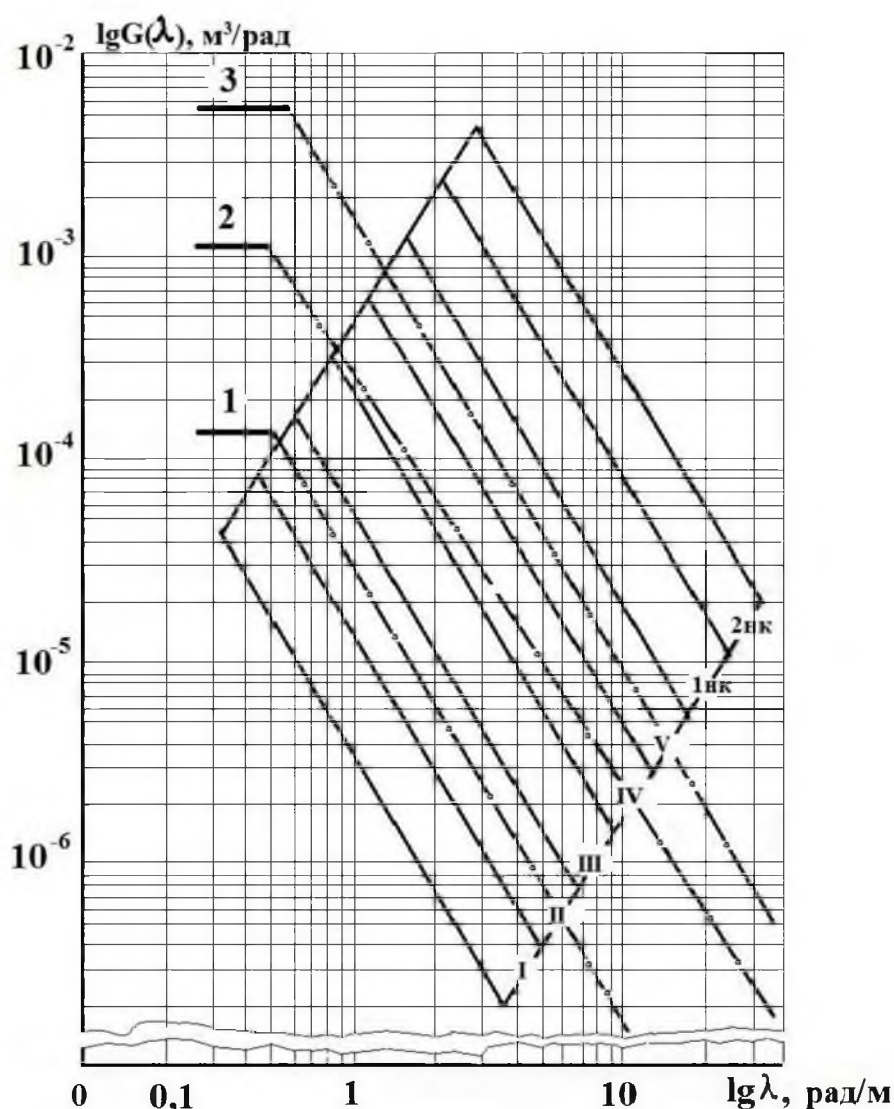
Представляют интерес данные работы [6], полученные для самосвала повышенной проходимости «Урал-5557» (6×6), предназначенного для работы в условиях бездорожья. Этот автомобиль близок к штабным машинам по условиям эксплуатации. В данной работе экспериментально были получены и аппроксимированы результаты спектральной плотности микропрофилей дорог с асфальтовым и щебеночным покрытием и рассмотрена возможность задания внешнего возмущения от неровностей дорог, по которым отсутствуют данные. Аппроксимация для асфальтобетонного покрытия имеет следующий вид:

$$G_1(\lambda) = 1,42 \cdot 10^{-4} \left[\frac{\lambda}{0,104} \right]^{-1,74} \quad \text{при } \lambda < 0,104;$$

$$G_2(\lambda) = 1,42 \cdot 10^{-4} \left[\frac{\lambda}{0,104} \right]^{-1,86} \quad \text{при } \lambda > 0,104,$$

где λ – волновая частота, G_i – значение спектральной плотности микропрофиля на частоте $\lambda = \lambda_0$ рад/м.

Далее в работе [6] была проанализирована ограниченная параллелограммом область спектральных плотностей микропрофиля, на которых возможна эксплуатация самосвала «Урал-5557» (рисунок 1).



I – скоростные автомагистрали; II – автомагистрали; III – шоссе в плохом состоянии; IV – булыжные и гравийные дороги; V – грунтовые дороги; 1нк – лесные и сильно разбитые грунтовые дороги; 2нк – местные

Рисунок 1 – Классификация типов дорог

Границы характеристики дорог для автомобиля «Урал-5557» определяются:

- минимально возможной высотой неровностей микропрофиля дороги, достижимой при существующем уровне развития строительной техники;
- высотой неровности, при которой невозможно движение транспортного средства: минимальной (~10 м) и максимальной (~100 м) протяженностью неровности (длиной волны), частота воздействия от которой при средних эксплуатационных скоростях движения на дорогах определенного типа соответствует полосе частот собственных колебаний поддресоренных и неподдресоренных масс автомобиля.

Полученный диапазон возможных значений спектральных плотностей микропрофиля в работе [6] предлагается разделить на семь категорий дорог (рисунок 1), что позволяет описать характер их воздействия на долговечность несущих конструкций автомобиля.

Границы, разделяющие дороги разных категорий, показаны на рисунке 1 штрих - пунктирными линиями.

Если теперь необходимо получить функцию спектральной плотности микропрофиля дороги, а экспериментальные данные по ней отсутствуют, достаточно задаться категорией и, варьируя значения коэффициентов, добиться того, чтобы прямая

оказалась в требуемой области диаграммы. На основании этого в работе [6] была получена функция спектральной плотности микропрофиля $G_1(\lambda)$ грунтовой дороги V категории (прямая III на рисунке 1):

$$G_1(\lambda) = 8,42 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\lambda}{0,104} \right]^{-1,8} \quad \text{при } \lambda < 0,104;$$

$$G_2(\lambda) = 8,42 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\lambda}{0,104} \right]^{-1,76} \quad \text{при } \lambda > 0,104.$$

Из соотношения максимального значения $Z_{\max}$ и дисперсии $D (Z_{\max} = 3\sqrt{D})$ вытекает, что на грунтовой дороге V категории максимальная высота неровностей может достигать $3\sqrt{8,42} = 8,7$ см. Но по экспериментальным данным соавтора данной статьи (В. Г. Михайлова), ранее работавшего на Минском автозаводе, несмотря на то, что нагруженность автомобиля в целом хорошо описывается нормальным законом распределения, на практике возможно 8–10-кратное превышение среднеквадратического значения (один-два случая на 1 км пути), то есть максимальная высота неровностей может достигать 23,2–29,7 см. Кроме того, имеются лесные и сильно разбитые грунтовые дороги.

Представляют интерес данные по распределению пробега грузовых автомобилей по разным типам дорог Российской Федерации (РФ), обобщенные нами из работ [2, 6] и сведенные в таблицы 4 и 5.

Таблица 4 – Распределение пробега грузовых автомобилей по разным видам дорог РФ, %

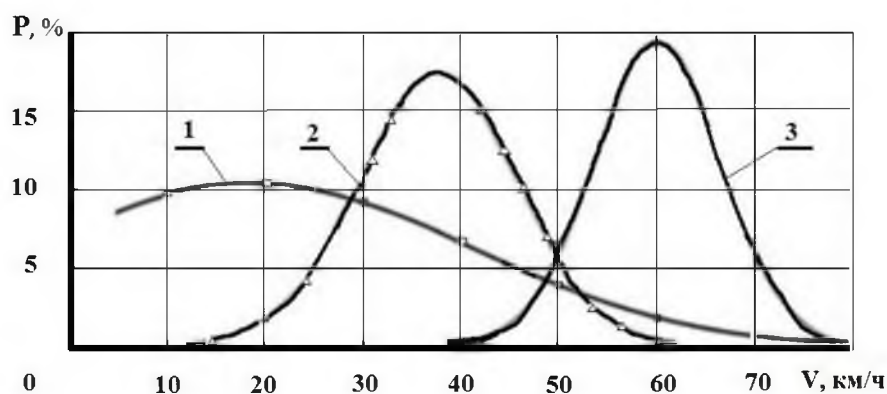
Регион	Автомобильная техника	Категория дороги			
		I	II	III	IV
Северо-запад европейской части	Общего назначения	–	48	52	–
	Повышенной проходимости	–	12,5	57,5	–
Европейская часть	Общего назначения	0,87	60,5	37,7	0,93
Восточный регион	Общего назначения	–	30	0,93	4,9

Таблица 5 – Относительное время действия процесса нагружения при заданной скорости движения

Скорость, км/ч	Дорожное покрытие		
	Асфальт	Щебенка	Грунтовка
5	–	–	0,326
10	–	–	0,182
15	–	0,047	–
20	–	0,111	0,129
25	–	–	0,098
30	–	0,193	0,076
35	–	0,239	0,058
40	–	0,209	0,043
45	0,031	0,129	0,031
50	0,114	0,055	0,022
55	0,247	0,017	0,015
60	0,300	–	0,006
65	0,209	–	0,04
70	0,081	–	–
75	0,019	–	–

В целом данные таблицы 4 по автомобилям повышенной проходимости по распределению пробега (12,5; 57,5; 30 %) имеют близкий характер к полученным нами в таблице 1 (11,4, 70, 17,3 %).

По мнению авторов, для условий военного времени, а также природных, техногенных катастроф более целесообразно ориентироваться на данные исследования [6] по автомобилю «Урал-5557». Воспользуемся полученными экспериментальными данными [6] для обобщенной качественной оценки, связывающей тип автомобильной дороги и вероятностную скорость движения (рисунок 2).



1 – грунтовка, 2 – щебенка, 3 – асфальт

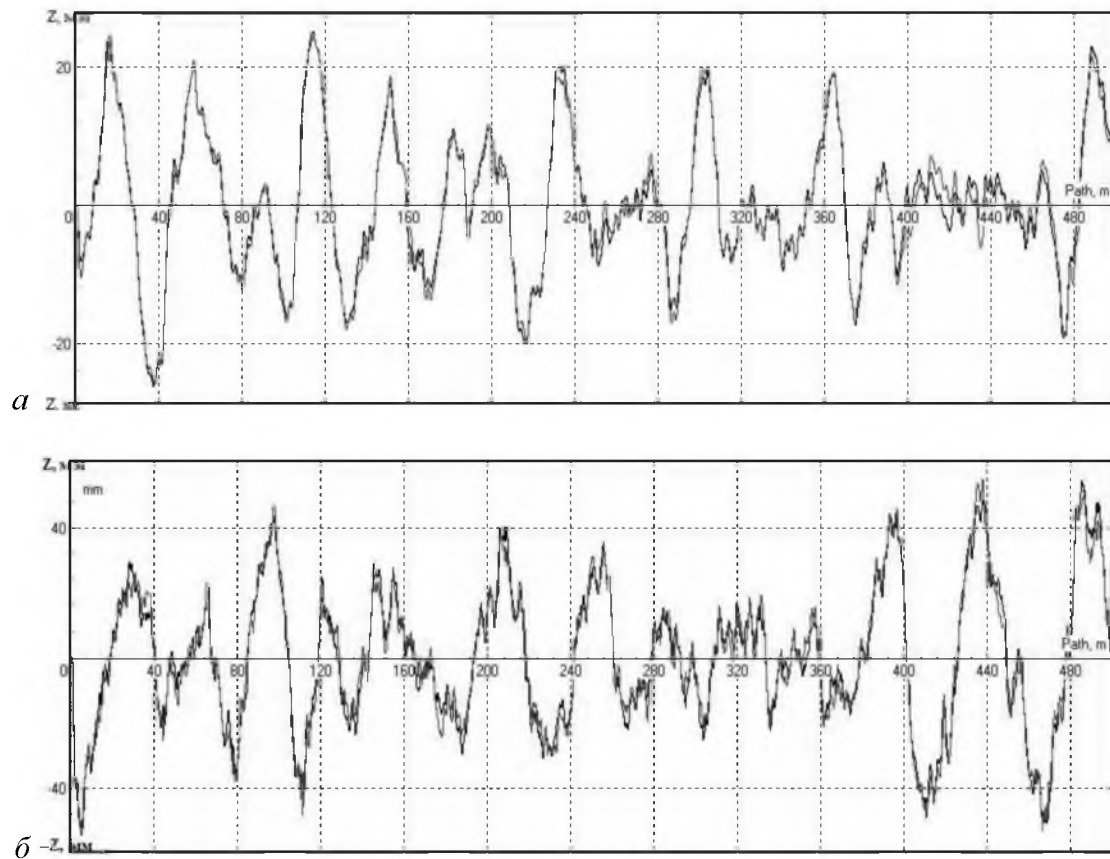
Рисунок 2 – Распределение скорости движения по различным дорогам

Полученные данные по автомобилю «Урал-5557» свидетельствуют, что изменение скоростей движения автомобиля описывается нормальным законом распределения. Существует нижняя граница скорости движения, определяемая минимальной скоростью устойчивого движения автомобиля $v_{\min} = 5$ км/ч, и верхняя граница, определяемая техническими возможностями автомобиля и дорожными условиями $v_{\max}^T = 75$ км/ч, что близко к скоростям штабной машины.

Используя эти данные и считая закон распределения мгновенных скоростей движения усеченным нормальным, можно определить математическое ожидание средней скорости автомобиля для разных типов дорог, среднее квадратическое отклонение (СКО) средней скорости и с их помощью вычислить долю ξ_i от общего пробега автомобиля с конкретной скоростью v_i . Значение ξ_i вычисляется как вероятность появления случайной величины в заданном интервале значений.

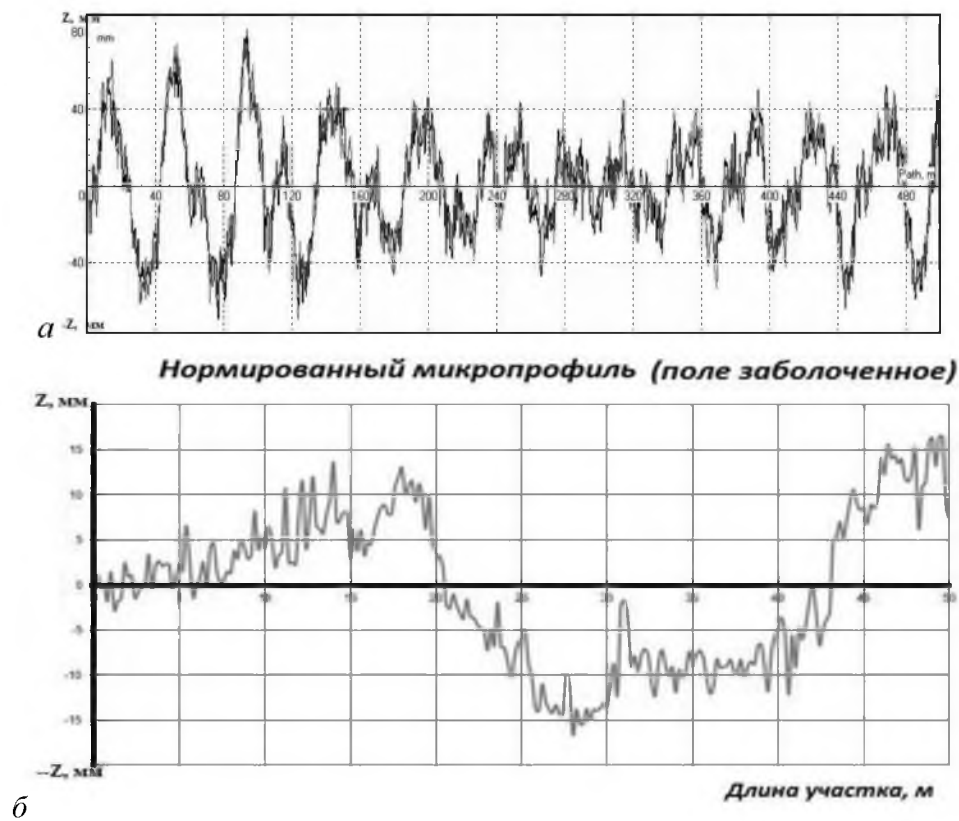
Для расчета ресурса и нагруженности требуется не относительный пробег при заданной скорости, а относительное время действия процесса нагружения ξ_i . К нему можно перейти, разделив относительный пробег ξ_i на скорость v_i и пронормировав полученные величины, как это было сделано для «Урал-5557» [6]. Из таблицы 5 видно, что наибольшее распределение времени приходится на дороги с грунтовым покрытием при скорости движения 5–15 км/ч. Приведенные здесь данные по распределению могут быть распространены и на штабные машины и использованы при расчетах плавности хода, нагруженности их подвески, рамы, мостов, трансмиссии и других агрегатов при выборе их режимов нагружения.

Чтобы оценить максимально возможную высоту неровностей воспользуемся полученными в работах [8, 9] данными по моделированию микропрофиля на основе корреляционной функции, представленными на рисунках 3, 4. Осциллограммы показывают, что возмущение в целом носит синусоидальный характер с наличием небольших высокочастотных гармоник. Низкочастотное возмущение, имеющее большую амплитуду, в основном и определяет наибольшие напряжения в кузове-контейнере, вызывающие его деформацию.



а – цементобетон, *б* – асфальтовое шоссе в удовлетворительном состоянии

Рисунок 3 – Микропрофиль цементобетонного, асфальтового шоссе в удовлетворительном состоянии



а – булыжное шоссе в удовлетворительном состоянии, *б* – поле заболоченное

Рисунок 4 – Микропрофиль булыжного шоссе и заболоченного поля

Максимальные пиковые значения неровностей дороги не превышают 22 мм на асфальтобетоне и 80 мм – на булыжном разбитом шоссе. Максимальное значение на заболоченном поле – 150 мм.

Сравнивая результаты распределения движения по дорогам I–IV категории и соответствующие им значения максимальных неровностей, можно отметить, что в мирных условиях на этих дорогах не будет столь значительных нагрузок, которые могут иметь место в случае движения по разбитым дорогам или при переезде препятствий высотой 100 (одиночных) и 250 мм (диагональных). Кроме того, надо учитывать, что в случае военных действий состояние дорог может резко ухудшиться вследствие бомбежек, авиационных обстрелов колонн из пушек и пулеметов, а также отсутствия возможностей их поддержания в нормальном состоянии.

Следует также учитывать возможность задействования военных с их техникой, в том числе использование штабных машин, для координации работ при устранении природных катастроф, техногенных аварий. В этих условиях (по аналогии с перекатами горных рек) величина неровности может быть гораздо больше (100–250 мм) [9, 10].

Кроме того, необходимо учитывать, что наибольшие напряжения в раме автомобиля, мостах, кузове-контейнере возникают от скручивающих нагрузок [11] и этот режим является определяющим для многих узлов и частей автомобиля.

Что касается кузова-контейнера, то следует принять во внимание, что по данным эксплуатации определяющим фактором является все же деформируемость от попадания в ямы, выбоины высотой до 30 см, не приводящая к повреждениям, но отрицательно сказывающаяся на заклинивании дверей. Так, имел место такой случай при перегоне четырех машин на расстояние 7 тыс. км при движении по разбитым российским дорогам. В силу чего расчет контейнера следует вести исходя из нагрузок, вызывающих напряжения кручения.

Исходя из вышеизложенного, при выборе режима нагружения кузова-контейнера штабной машины для расчетного моделирования было признано целесообразным ориентироваться на переезд одиночных и диагональных препятствий, что подтверждается результатами работы [11].

Выводы

1. Как показали проведенный анализ дорог и моделирование их микропрофиля с нормальным законом распределения, максимальное пиковое значение неровностей не превышает 22 мм на асфальтобетонном и 80 мм на булыжном разбитом шоссе. Максимальное значение на заболоченном поле – 150 мм. Однако в реальных условиях эксплуатации (на разбитых участках дорог, бездорожье) возможны максимальные пиковые значения 100–250 мм.

2. Исходя из вероятности деформируемости конструкции кузова-контейнера от кручения на больших неровностях дорог и вышеприведенной оценки возможных значений неровностей при выборе режимов нагружения штабной машины при ее моделировании, более целесообразно ориентироваться на переезд одиночных (100 мм) и диагональных (250 мм) препятствий.

Список литературы

1. Моделирование взаимодействия колесной машины с грунтом / Л. В. Барахтанов [и др.] // Журнал автомобильных инженеров. – 2011. – № 2 (67). – С. 26–28.
2. Белецкий, А. В. Моделирование профиля дорожного основания в задаче анализа динамики трансмиссии колесной машины [Электронный ресурс] / А. В. Белецкий, ГОУ ВПО «Липецкий гос. техн. ун-т». – 2013. – Режим доступа: <http://sdm.str-t.ru/insertfiles/5.pdf>. – Дата доступа: 22.05.2013.
3. Динамика системы «дорога – шина – автомобиль – водитель» / А. А. Хачатуров [и др.]. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.
4. Силаев, А. А. Спектральная теория поддрессирования транспортных машин / А. А. Силаев. – М.: Машиностроение, 1971. – 241 с.

5. Шалыгин, А. С. Прикладные методы статистического моделирования / А. С. Шалыгин, Ю. И. Палагин. – Л.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
6. Шлейхер, А. А. Расчет ресурса и запасов прочности переднего моста автомобиля «УРАЛ-5557» [Электронный ресурс] / А. А. Шлейхер, В. А. Крылов. – 2012. – Режим доступа <http://www.lab106.ru/projects/ural1/ur1.html>. – Дата доступа : 28.12.2012.
7. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: учеб. пособие / М. Я. Марусина [и др.] – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 164 с.
8. Программа «Универсальный механизм 4.0.» Гл. 12. Моделирование автомобилей [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: http://student-madi.ru/DLRs/MODEL-MS/MODEL-UM/UM/12_UM_Automotive.pdf. – Дата доступа: 25.04.2013.
9. Определение характеристик микропрофиля дорог, предназначенных для движения транспортно-технологических машин [Электронный ресурс] / В. С. Макаров [и др.]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.nttu.ru/trudy/2013/01/150-157.pdf>. Дата доступа: 28.04.2013.
10. Макаров, В. С. Математическое моделирование трасс движения транспортных средств на примере дорог типа «stone-road» / В. С. Макаров, К. О. Гончаров, В. В. Беляков; Под ред. Ю. В. Гуляева // Изв. Акад. инженер. наук РФ им. акад. А. М. Прохорова. Юбилейный том, посв. 20-летию Акад. инженер. наук РФ. / – М.; Н. Новгород: НГТУ, 2011. – С. 129–134.
11. Мишута Д. В. Расчетное исследование нагрузок и напряженного состояния кузова-контейнера штабной машины в дорожных условиях / Д. В. Мишута, В. Г. Михайлов // Сб. науч. тр. V Бел. конгр. по теорет. и приклад. механике «Механика-2011», Минск, 26–28 окт. 2011 г. / ОИМ НАН Беларуси. – Минск, 2011. – Т. 2. – С. 20–26.

*Сведения об авторах:

Мишута Дмитрий Викторович,
 Михайлов Владимир Георгиевич,
 ООО «Мидивисана»;
 Утекалко Виктор Константинович,
 УО «Военная академия Республики Беларусь».
 Статья поступила в редакцию 21.06.2013 г.

АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ ДЕКАРТОВЫХ КООРДИНАТ ИЗЛУЧАЮЩИХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЙ ПРЯМЫХ ПЕЛЕНГА

УДК 621.396.96

В. М. Морозов, С. Б. Калитин, А. Г. Боровой*

В статье рассматривается способ оценивания декартовых координат излучающих источников с использованием уравнений прямых пеленга. С использованием метода наименьших квадратов получены оптимальные оценки декартовых координат с учетом наличия случайных ошибок измерения пеленгов. При помощи имитационного математического моделирования производится сравнительная оценка точности и быстроты действия предлагаемого алгоритма и существующего.

In article the way of estimation of the Cartesian co-ordinates of radiating sources with use of the equations of straight lines directions is considered. With use of a method of the least squares optimum estimations of the Cartesian co-ordinates taking into account presence of random errors of measurement of directions are received. By means of imitating mathematical modeling the comparative estimation of accuracy and speed of offered algorithm and existing is made.

Оценивание декартовых координат излучающих источников по результатам измерения пеленговой информации является одной из основных задач воздушной радиотехнической разведки (РТР). Один из путей решения этой задачи – использование линейно-алгебраического подхода (векторно-алгебраического), который позволяет упростить вычислительные процедуры при построении рекуррентных алгоритмов оценивания, а также повысить точность оценивания.

Один из алгоритмов оценивания декартовых координат, основанных на векторно-алгебраическом подходе, – быстрый алгоритм оценки координат объектов по результатам измерений пеленгов, рассмотренный в [1]. Достоинствами алгоритма являются:

- отсутствие сложных линейно-алгебраических операций;
- возможность получать оценки рекуррентным способом;
- вычисление расстояния до цели одновременно с получением оценок координат.

К недостаткам алгоритма следует отнести рост вычислительных затрат с увеличением количества измерительных пунктов.

Рассмотрим алгоритм оценивания декартовых координат, основанный на линейно-алгебраическом подходе, в котором для составления уравнений связи используются уравнения прямых пеленга.

Уравнения прямых пеленга (в пространстве)

Обозначим точку цели Ц с радиус-вектором $c = (c_x, c_y, c_z)$ (рисунок 1). Будем считать, что пеленгатор произвольно перемещается в пространстве системы координат $Oxyz$ и его положение задается точками M_t с радиус-векторами $r_t = (r_{tx}, r_{ty}, r_{tz})$, где $t = \overline{1, L_t}$, L_t – количество точек определения пеленга (количество измерительных пунктов). Под пеленгом $p_t = (p_{tx}, p_{ty}, p_{tz})$ понимается вектор направляющих косинусов, который определяется по значениям углов, измеренным пеленгатором. Если в качестве таких углов использовать азимут и угол места, то вектор пеленга будет определяться следующим образом:

$$p_t = \cos\beta_t \cos\varepsilon_t \sin\varepsilon_t \sin\beta_t \cos\varepsilon_t,$$

где β_t, ε_t – азимут и угол места соответственно, измеренные пеленгатором.

Способ получения уравнений связи основан на свойстве векторного произведения

$$a \times b = \emptyset \forall a \parallel b, \quad (1)$$

где $\emptyset$ – нулевой вектор.

Уравнения прямых пеленга в пространстве (рисунок 1) строятся из условия параллельности векторов p_t и $(c - r_t)$, где p_t – направляющий вектор в t -м измерительном пункте; c – вектор цели; r_t – вектор t -го измерительного пункта.

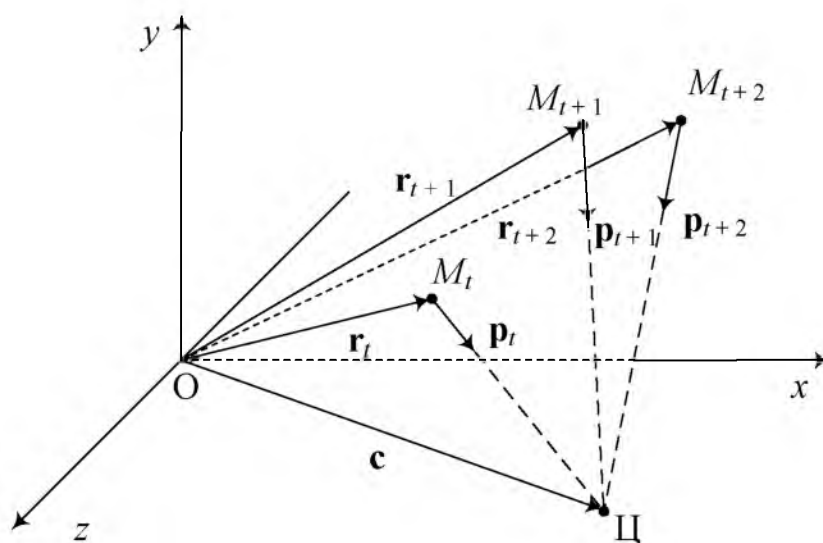


Рисунок 1 – Треугольники измерений в пространстве

Для T измерений мы имеем систему из T векторных уравнений прямых пеленга, которым соответствует система из $3T$ скалярных уравнений:

$$W(p_t) \cdot (c - r_t) = 0_{T \times 1}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (1)$$

где $W(p_t)$ – матрица ортогонализации:

$$W(p_t) = \begin{bmatrix} 0 & -p_{tz} & p_{ty} \\ p_{tz} & 0 & -p_{tx} \\ -p_{ty} & p_{tx} & 0 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Таким образом, число скалярных уравнений в системе равно числу неизвестных и минимальным объемом измерений является $T=2$.

Стоит отметить, что система уравнений прямых пеленга (1) не содержит вектор расстояний $s = \{s_t\}$ и не может быть использована для решения трилатерационных задач.

Представим систему (1) в следующем виде:

$$W(p_t) \cdot c = W(p_t) \cdot r_t, \quad t = \overline{1, T}. \quad (3)$$

Линейная система уравнений (3) является переопределенной и подвержена воздействию ошибок угловых измерений:

$$W(p_t) \cdot c = W(p_t^*) \cdot c + \Xi, \quad (4)$$

где p_t^* – истинное значение направляющего вектора;

$$\Xi = \begin{bmatrix} 0 & -\xi_z & \xi_y \\ \xi_z & 0 & -\xi_x \\ -\xi_y & \xi_x & 0 \end{bmatrix} \text{ – матрица ошибок.}$$

Решение системы уравнений прямых пеленга (3) получим методом наименьших квадратов. Введем обозначения

$$W \quad p_t = W_t, \quad U_t = \begin{bmatrix} W_1 \\ \dots \\ W_T \end{bmatrix}, \quad v_t = \begin{bmatrix} W_1 r_1 \\ \dots \\ W_T r_T \end{bmatrix}.$$

Тогда система (3) может быть преобразована к виду

$$U_t c = v_t. \quad (5)$$

Решение системы (5) получим методом наименьших квадратов [2] в виде оценки $\hat{c}$:

$$\hat{c} = (U_T^T U_T)^{-1} U_T^T v_t. \quad (6)$$

Размер матрицы $U_T^T U_T$ равен 3×3 и не изменяется с увеличением количества измерений. Выражения рекуррентного вычисления матрицы $U_T^T U_T$ и вектора $U_T^T v_t$ в (6) имеют вид:

$$\begin{aligned} U_t^O U_t &= U_{t-1}^O U_{t-1} + W_t^O W_t, \\ U_t^O v_t &= U_{t-1}^O v_{t-1} + W_t^O W_t r_t. \end{aligned}$$

При этом матрица $W_t^O W_t$ может быть представлена как

$$W_t^O W_t = \begin{bmatrix} p_{ty}^2 + p_{tz}^2 & -p_{tx} p_{ty} & -p_{tx} p_{tz} \\ -p_{tx} p_{ty} & p_{tx}^2 + p_{tz}^2 & -p_{ty} p_{tz} \\ -p_{tx} p_{tz} & -p_{ty} p_{tz} & p_{tx}^2 + p_{ty}^2 \end{bmatrix}.$$

Система уравнений прямых пеленга (3) может быть также решена *алгоритмом невязок*. Для этого введем матрицы

$$W \quad c = \begin{bmatrix} 0 & -c_z & c_y \\ c_z & 0 & -c_x \\ -c_y & c_x & 0 \end{bmatrix}, \quad W \quad r_t = \begin{bmatrix} 0 & -z_t & y_t \\ -z_t & 0 & -x_t \\ -y_t & x_t & 0 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Тогда имеют место равенства

$$p_t \times c = W \quad p_t \quad c = -W \quad c \quad p_t,$$

$$p_t \times r_t = W \quad p_t \quad r_t = -W \quad r_t \quad p_t$$

и от (3) можем перейти к матричному уравнению

$$P W \quad c - H = \emptyset_{T \times 3}, \quad (8)$$

где P – матрица размером $T \times 3$, строки которой составлены из векторов $p_t^T = [p_{tx} \quad p_{ty} \quad p_{tz}]$, $t = \overline{1, T}$;

H – матрица размером $T \times 3$, строки которой составлены из векторов $h_t^T = W \quad r_t \quad p_t^T$, $t = \overline{1, T}$.

Ввиду ошибок измерения (4) система (8) не является совместной, поэтому оценку $\hat{W} \quad c$ получим из квадратичного функционала от невязок

$$p = P\widehat{W}c - H^2.$$

Найдем производную p по $\widehat{W}c$ и приравняем ее нулю:

$$\frac{\partial p}{\partial \widehat{W}c} = P^T P \widehat{W}c - P^T H = \emptyset,$$

откуда оценка $\widehat{W}c$ равна

$$\widehat{W}c = P^T P^{-1} P^T H. \quad (9)$$

Матрица P при увеличении объема измерений расширяется только по количеству строк, поэтому матрицы $P^T P$, $P^T H$ в (9) имеют постоянный размер 3×3 . Для $t > 2$ измерений пеленга данные матрицы могут вычисляться рекуррентно:

$$\begin{aligned} P_t^T P_t &= \begin{bmatrix} p_{1x} & \cdots & p_{1x} \\ p_{1y} & \cdots & p_{1y} \\ p_{1z} & \cdots & p_{1z} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_{1x} & p_{1y} & p_{1z} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{tx} & p_{ty} & p_{tz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^t p_{ix}^2 & \sum_{i=1}^t p_{ix} p_{iy} & \sum_{i=1}^t p_{ix} p_{iz} \\ \sum_{i=1}^t p_{ix} p_{iy} & \sum_{i=1}^t p_{iy}^2 & \sum_{i=1}^t p_{iy} p_{iz} \\ \sum_{i=1}^t p_{ix} p_{iz} & \sum_{i=1}^t p_{iy} p_{iz} & \sum_{i=1}^t p_{iz}^2 \end{bmatrix} = \\ &= P_{t-1}^T P_{t-1} + \begin{bmatrix} p_{tx}^2 & p_{tx} p_{ty} & p_{tx} p_{tz} \\ p_{tx} p_{ty} & p_{ty}^2 & p_{ty} p_{tz} \\ p_{tx} p_{tz} & p_{ty} p_{tz} & p_{tz}^2 \end{bmatrix}, \\ P_t^T H_t &= \begin{bmatrix} p_{1x} & \cdots & p_{1x} \\ p_{1y} & \cdots & p_{1y} \\ p_{1z} & \cdots & p_{1z} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ h_{t1} & h_{t2} & h_{t3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^t p_{ix} h_{i1} & \sum_{i=1}^t p_{ix} h_{i2} & \sum_{i=1}^t p_{ix} h_{i3} \\ \sum_{i=1}^t p_{iy} h_{i1} & \sum_{i=1}^t p_{iy} h_{i2} & \sum_{i=1}^t p_{iy} h_{i3} \\ \sum_{i=1}^t p_{iz} h_{i1} & \sum_{i=1}^t p_{iz} h_{i2} & \sum_{i=1}^t p_{iz} h_{i3} \end{bmatrix} = \\ &= P_{t-1}^T H_{t-1} + \begin{bmatrix} p_{tx} h_{t1} & p_{tx} h_{t2} & p_{tx} h_{t3} \\ p_{ty} h_{t1} & p_{ty} h_{t2} & p_{ty} h_{t3} \\ p_{tz} h_{t1} & p_{tz} h_{t2} & p_{tz} h_{t3} \end{bmatrix}, \end{aligned}$$

где $h_{t1} \ h_{t2} \ h_{t3}^T = h_t = W^T r_t - p_t$.

Искомая оценка $\widehat{c}$ в соответствии с (7) находится из $\widehat{W}c$ с помощью простого выражения

$$\widehat{c} = \frac{1}{2} [\widehat{W}_{32} c - \widehat{W}_{23} c \quad \widehat{W}_{13} c - \widehat{W}_{31} c \quad \widehat{W}_{21} c - \widehat{W}_{12} c].$$

Алгоритм вспомогательной матрицы (6) и алгоритм невязок (9) метода прямых пеленга эквивалентны по вычислительным затратам.

Уравнения прямых пеленга (на плоскости)

Рассмотрим решение задачи на плоскости. В этом случае векторы r_t , p_t и c являются двухкомпонентными. Так как уравнения связи метода прямых пеленга основаны на свойстве векторного произведения, которое в общем случае справедливо лишь для пространства, то

они имеют смысл только для трехкомпонентных векторов. В этом случае от исходных двумерных векторов $r_t = \begin{bmatrix} x_t & y_t \end{bmatrix}^T$, $p_t = \begin{bmatrix} p_{tx} & p_{ty} \end{bmatrix}^T$, $c = \begin{bmatrix} c_x & c_y \end{bmatrix}^T$ следует перейти к трехмерным $r_{t0} = \begin{bmatrix} x_t & y_t & 0 \end{bmatrix}^T$, $p_{t0} = \begin{bmatrix} p_{tx} & p_{ty} & 0 \end{bmatrix}^T$, $c_0 = \begin{bmatrix} c_x & c_y & 0 \end{bmatrix}^T$.

Уравнение связи будет иметь вид

$$p_{t0} \times c_0 - r_{t0} = \mathcal{O}_{3 \times 1}. \quad (10)$$

Заменив в (10) по аналогии с пространственным случаем операцию векторного произведения операцией умножения матрицы ортогонализации на вектор, для T измерений получим систему уравнений прямых пеленга

$$W(p_{t0} \times c_0 - r_{t0}) = \mathcal{O}_{3T \times 1}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (11)$$

где $W(p_{t0}) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & p_{ty} \\ 0 & 0 & -p_{tx} \\ -p_{ty} & p_{tx} & 0 \end{bmatrix}$ – матрица ортогонализации вектора p_{t0} .

Решение задачи многократной пеленгации осуществляется путем расширения системы (11) на случай измерений из $T > 2$ известных измерительных пунктов.

По аналогии с пространственным случаем приведем (11) к векторно-матричному уравнению

$$U_T c_0 = v_T, \quad (12)$$

где $W(p_{t0}) = W_{t0}$, $U_T = \begin{bmatrix} W_{10} \\ \dots \\ W_{T0} \end{bmatrix}$, $v_T = \begin{bmatrix} W_{10} r_{10} \\ \dots \\ W_{T0} r_{T0} \end{bmatrix}$.

Решение системы (12) получим методом наименьших квадратов в виде оценки $\hat{c}_0$:

$$\hat{c}_0 = (U_T^T U_T)^{-1} U_T^T v_T. \quad (13)$$

Рекуррентные формулы для вычисления $U_T^T U_T$ и $U_T^T v_T$ при $t > 2$ измерений пеленга будут иметь вид:

$$U_T^T U_T = \begin{bmatrix} W_{10}^O & \dots & W_{T0}^O \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{10} \\ \dots \\ W_{T0} \end{bmatrix} = \sum_{t=1}^T W_{t0}^O W_{t0} \Rightarrow U_t^T U_t = U_{t-1}^T U_{t-1} + W_{t0}^O W_{t0},$$

$$U_T^T v_T = \begin{bmatrix} W_{10}^O & \dots & W_{T0}^O \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{10} r_{10} \\ \dots \\ W_{T0} r_{T0} \end{bmatrix} = \sum_{t=1}^T W_{t0}^O W_{t0} r_{t0} \Rightarrow U_t^T v_t = U_{t-1}^T v_{t-1} + W_{t0}^O W_{t0} r_{t0},$$

где $W_{t0}^O W_{t0} = \begin{bmatrix} p_{ty}^2 & -p_{tx} p_{ty} & 0 \\ -p_{tx} p_{ty} & p_{tx}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.

Из приведенных соотношений видно, что предлагаемый алгоритм предполагает обращение матрицы размером 3×3 и выполнение элементарных операций линейной алгебры.

В качестве примера сравним точность и быстродействие быстрого алгоритма оценки координат и предлагаемого алгоритма уравнений прямых пеленга. Графики распределения суммарных ошибок для обоих алгоритмов при одинаковых начальных условиях представлены на рисунке 2. Цифрами на графиках обозначены графики распределения для различного количества измерительных пунктов: 1 – 3 измерительных пункта, 2 – 4 измерительных пункта, 3 – 5 измерительных пунктов.

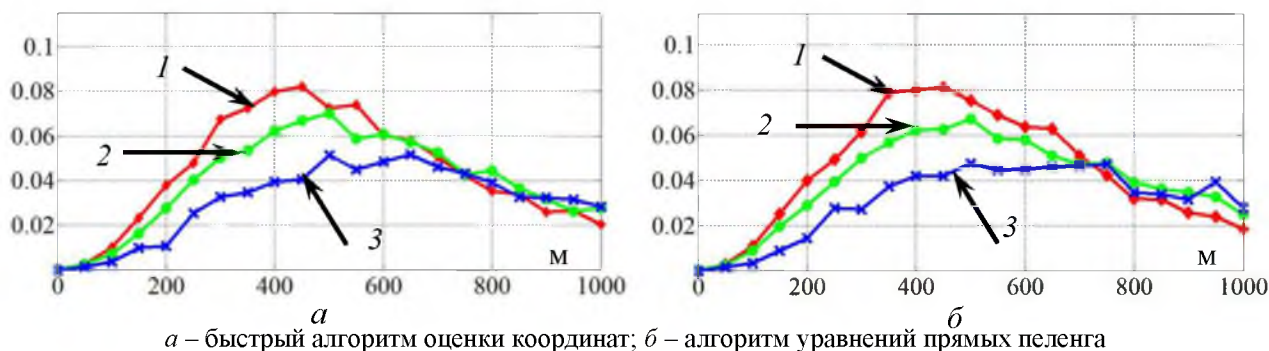


Рисунок 2 – Графики распределения суммарных ошибок

Как видно из рисунка 2, формы кривых распределения ошибок 2 алгоритмов сопоставимы, а следовательно, точность алгоритмов будет практически одинакова. В то же время производительность алгоритмов различна. В таблице представлено время (в микросекундах), затрачиваемое на формирование оценок координат при различном количестве измерительных пунктов (вычисления производились в среде Matlab на компьютере с процессором частотой 2,7 ГГц).

Таблица – Время оценки координат

Тип алгоритма	3 измерительных пункта	4 измерительных пункта	5 измерительных пунктов
Быстрый алгоритм оценки координат	41	43	47
Алгоритм уравнений прямых пеленга	16	16	17

При оценивании координат быстрым алгоритмом необходимо обращать матрицы, размерность которых пропорциональна количеству измерительных пунктов. С увеличением их количества растут вычислительные затраты. В случае с алгоритмом уравнений прямых пеленга увеличение количества измерительных пунктов ведет к незначительному увеличению вычислительных затрат.

Таким образом, предложенный алгоритм с использованием уравнений прямых пеленга обеспечивает получение оценки $\hat{c}$ вектора координат определяемого пункта, оптимальной по критерию минимума квадрата ошибки. При этом предлагаемый алгоритм имеет преимущество перед аналогичным в быстродействии около 60 % и при этом сопоставим с ним по точности.

Список литературы

1. Калитин, С. Б. Быстрый алгоритм оценки координат объектов по результатам измерений пеленгов / С. Б. Калитин, В. М. Морозов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – № 3. – С. 88–93.
2. Линник, Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Ю. В. Линник. – М.: ФИЗМАТГИЗ, 1958. – 336 с.

*Сведения об авторах:

Морозов Владимир Михайлович,
Калитин Сергей Борисович,
Боровой Александр Григорьевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 23.09.2013 г.

САМОСИНХРОНИЗАЦИЯ МАГНЕТРОНОВ

УДК 621. 396. 614

В. А. Осипов, Д. В. Заневский*

В статье произведен упрощенный анализ основных характеристик и параметров самосинхронизированных магнетронов в зависимости от мощности и фазы колебаний в цепи внешней дополнительной обратной связи. Приведены некоторые сравнительные характеристики самосинхронизированных магнетронов и магнетронов, работающих в штатном автономном режиме.

In this article simplify analysis of basic behaviors and parameters of auto synchronized magnetrons in depending on oscillations power and phase in external circuit feedback path is produced. Set out comparative behavior of auto synchronized magnetrons and normal mode worked magnetrons.

Введение

Магнетроны, как мощные СВЧ автогенераторы, продолжают привлекать разработчиков передающих устройств радиотехнических систем различного назначения. Этот интерес объясняется целым рядом достоинств магнетронов в сравнении с мощными СВЧ автогенераторами других типов. К ним можно отнести: масштабность промышленного производства, невысокую стоимость и относительную простоту приборов, простоту их эксплуатации, высокий КПД, невысокие анодные напряжения, температурную и радиационную устойчивость, долговечность (до 10 000 часов) и ряд других. Тем не менее серийные магнетроны имеют существенные недостатки, ограничивающие возможность их широкого практического применения. Существующие магнетроны могут устойчиво работать только при непрерывной генерации и в импульсном режиме. Качественная амплитудная и частотная модуляция в серийных магнетронах невозможна. Магнетроны не допускают работы при пониженных выходных мощностях, что иногда диктуется требованиями радиомаскировки радиотехнических средств. Частотная стабильность СВЧ колебаний магнетронов как непрерывной, так и импульсной генерации невелика (порядка 10^{-3}), что неизбежно ухудшает частотный спектр генерируемых колебаний. От перечисленных недостатков во многом свободны самосинхронизированные магнетроны (ССМ). Они находят практическое применение в передатчиках различных радиотехнических систем, в том числе межпланетных космических станций, авиационных комплексов, станций мобильной связи через спутники, и в ряде других случаев [1, 3]. Рекомендации, приведенные в статье, позволят с минимальными затратами времени получить качественные и некоторые количественные представления о новых возможностях магнетронов в режиме самосинхронизации. Расчетные соотношения приводятся в форме, пригодной для приближенных инженерных расчетов.

Схема магнетрона в режиме самосинхронизации

От известных схем принудительной синхронизации магнетронов внешним СВЧ сигналом [1, 2] самосинхронизированный магнетрон отличается тем, что необходимая для синхронизации мощность подводится не от постороннего источника СВЧ энергии, а с выхода самого магнетрона.

Отбор необходимой для синхронизации мощности с выхода магнетрона и передачу ее вновь в резонаторную систему можно производить несколькими способами. В соответствии с этим возможно построение нескольких вариантов схем самосинхронизации. На практике наибольшее применение нашла схема с ферритовым циркулятором, как наиболее простая. Структурная схема самосинхронизированного магнетрона с ферритовым циркулятором изображена на рисунке 1 [3].

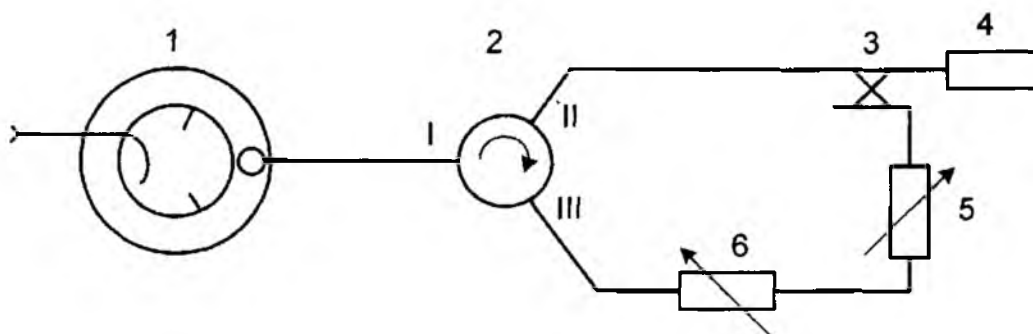


Рисунок 1 – Структурная схема самосинхронизированного магнетрона

В представленной схеме мощность синхронизирующего сигнала отбирается с выхода магнетрона 1 с помощью направленного ответвителя 3 из плеча II циркулятора 2. Направленный ответвитель 3 совместно с фазовращателем 5, аттенуатором 6 и циркулятором 2 образуют цепь внешней дополнительной обратной связи (ВДОС).

Ток синхронизации, обусловленный СВЧ мощностью в цепи обратной связи, определится соотношением

$$I_c = I'_n \alpha, \quad (1)$$

где I'_n – наведенный ток в режиме самосинхронизации;

α – общее затухание в цепи ВДОС.

Основные соотношения в самосинхронизированном магнетроне

Основные математические соотношения для синхронизированного магнетрона можно получить из векторной диаграммы токов (рисунок 2).

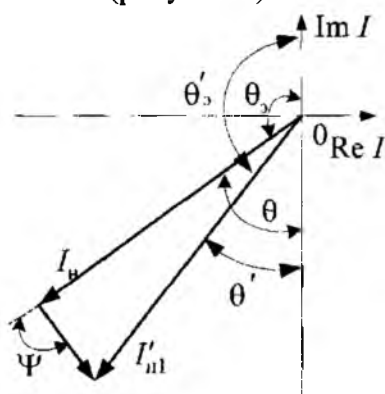


Рисунок 2 – Векторная диаграмма токов самосинхронизированного магнетрона

На векторной диаграмме фазовые углы и векторы токов, не отмеченные штрихами, относятся к автономному режиму магнетрона [4], а со штрихами – к ССМ. Наведенный ток при отсутствии сигнала самосинхронизации рассчитывается по формуле [4]:

$$I_n = \sqrt{I_t^2 + I_p^2},$$

где I_t и I_p – тангенциальная и радиальная составляющие наведенного тока:

$$I_t = \sqrt{\frac{\omega_0 B (r_a^2 - r_l^2) G_n I_0}{N \cos^2 \theta_t}},$$

где ω_0 – частота генерируемых колебаний; B – магнитная индукция; r_a – внутренний диаметр анодного блока; r_l – радиус прикатодного электронного слоя; G_n – нагруженная проводимость колебательной системы; I_0 – постоянная составляющая анодного тока; N –

количество резонаторов анодного блока (колебательной системы); θ_τ – угол между центром «спицы» и вектором тангенциальной составляющей наведенного тока;

$$I_p = \frac{0,8 S_\beta I_0}{\pi}; \quad S_\beta = \frac{\sin \beta \frac{N}{2}}{\beta \frac{N}{2}}.$$

Здесь β – половина ширины щели резонаторов в угловом измерении.

Угол рассогласования между высокочастотным напряжением на зазорах колебательной системы и наведенным током

$$\theta = \theta_\tau - \theta_\rho.$$

Тангенциальную и радиальную составляющие угла рассогласования можно определить из формул

$$\theta_\tau = \arcsin \frac{U_0 - U_{0c}}{CU}; \quad \theta_\rho = \arctg \frac{I_\rho}{I_\tau},$$

где U_0 – постоянное напряжение на анодном блоке;

$$U_{0c} = \frac{\omega_0 B}{2N} (r_a + r_l)^2 \ln \frac{r_a}{r_l} \quad - \text{ синхронное значение анодного напряжения;}$$

$U = \sqrt{\omega_0 B (r_a^2 - r_l^2) I_0 / (NG_n)}$ – амплитуда высокочастотного напряжения на щелях резонаторной системы;

$$C = \frac{(r_a - r_l) NS_\beta}{\pi r_a} \quad - \text{ конструктивный коэффициент магнетрона.}$$

При наличии сигнала самосинхронизации в резонаторной системе будет протекать ток синхронизации I_c , вследствие чего наведенный ток будет определяться вектором I'_n . Так как фазовый сдвиг тока синхронизации I_c определяется суммарным фазовым сдвигом ψ цепи внешней обратной связи, то угол рассогласования между новым значением наведенного тока I'_n и высокочастотным напряжением станет равным θ' .

Аналитические соотношения для ССМ могут быть найдены из векторной диаграммы (см. рисунок 2) с учетом выполнения баланса фаз и амплитуд.

Как следует из выражения (1), ток синхронизации много меньше наведенного тока, т. е. $I_c \ll I'_n$. Тогда в самосинхронизированном магнетроне можно считать, что $I'_n \approx I_n$, а зависимость G_n от величины тока самосинхронизации можно не учитывать.

В этом случае суммарное высокочастотное напряжение на щелях резонаторов может быть определено как

$$U' = \frac{I_n \cos \theta_3}{G_n} + \frac{I_c \cos \Phi}{G_n}, \quad (2)$$

где $\theta'_3 = \pi + \theta'$, $\theta_3 = \pi + \theta$, $\Phi = \psi + \theta$.

В выражении (2) первое слагаемое – это высокочастотное напряжение на щелях резонаторной системы в обычном автоколебательном режиме, а второе – «добавка» при наличии сигнала самосинхронизации.

Амплитудные характеристики магнетрона в режиме самосинхронизации

Выходная мощность магнетрона в автономном режиме с учетом КПД его колебательной системы η_k определяется выражением [4]:

$$P_1 = \frac{\pi f_0 B(r_a^2 - r_1^2) I_0 \eta_k}{N} \quad (3)$$

Мощность синхронизации

$$P_c = \frac{1}{2} \frac{I_c^2}{G_n} \quad (4)$$

Так как баланс амплитуд в ССМ определяется выражением

$$K_y = \frac{P_1}{P_c} = \frac{1}{\alpha^2}, \quad (5)$$

то из выражений (3), (4) и (5) можно найти ток синхронизации

$$I_c = R \sqrt{I_0} = I_n A \cos \theta, \quad (6)$$

где $R = \sqrt{\frac{\omega_0 B(r_a^2 - r_1^2) G_n \eta_k \alpha^2}{N}}$, $A = \alpha \sqrt{\eta_k}$.

Тогда суммарное высокочастотное напряжение на щелях резонаторов можно выразить через конструктивные параметры магнетрона. Из выражения (2) с учетом (6) можно получить

$$U' = U(1 + A \cos \Phi),$$

где $U = \frac{I_n \cos \theta}{G_n}$ – высокочастотное напряжение на щелях резонаторов при отсутствии сигнала синхронизации.

Выходная мощность самосинхронизированного магнетрона тогда определится как

$$P_1' = \frac{1}{2} (U')^2 G_n \eta_k = P_1 (1 + A \cos \Phi), \quad (7)$$

где $P_1 = \frac{1}{2} U^2 G_n \eta_k$ – выходная мощность магнетрона при отсутствии самосинхронизации (в автономном режиме).

Мощность, отдаваемая самосинхронизированным магнетроном в нагрузку, определится как разность мощностей

$$P_n' = P_1' - \alpha^2 P_1' = P_1 \left(\frac{U'}{U} \right)^2 (1 - \alpha^2).$$

Угол рассогласования между высокочастотным напряжением на зазорах замедляющей системы и наведенным током в режиме самосинхронизации θ' можно определить непосредственно из векторной диаграммы (см. рисунок 2):

$$\theta' = \arctg \frac{I_n \sin \theta - I_c \sin \Phi}{I_n \sin \theta + I_c \sin \Phi}, \quad (8)$$

или с учетом (7)

$$\theta' = \arctg \frac{\lg \theta - A \sin \Phi}{1 + I_c \cos \Phi}. \quad (9)$$

Из выражения (8) следует, что выходная мощность и, следовательно, мощность в нагрузке ССМ зависит как от фазового сдвига в цепи внешней обратной связи, так и от мощности синхронизирующего сигнала.

Численный анализ соотношений (8) и (9) показывает, что при некотором значении фазы сигнала в цепи обратной связи ($\theta' = 0 \dots 90^\circ$ и $280 \dots 360^\circ$) мощность колебаний ССМ возрастает в сравнении с автономным режимом до 30 %. Это возрастание мощности можно объяснить увеличением тангенциальной составляющей высокочастотного поля на зазорах замедляющей системы магнетрона, а значения фазовых сдвигов в цепи ВДОС условно можно назвать «благоприятными». При других («неблагоприятных») фазовых сдвигах в

цепи ВДОС выходная мощность самосинхронизированного магнетрона уменьшается. Перепад мощностей в нагрузке при изменении фазы Φ в цепи ВДОС определяется соотношением

$$\delta_p = \frac{P'_H(\Phi) - P'_H(\Phi_0)}{P'_H(\Phi_0)} = \frac{P'_H(\Phi)}{P'_H(\Phi_0)} - 1,$$

где $P'_H(\Phi)$ – мощность в нагрузке при произвольной фазе Φ ; $P'_H(\Phi_0)$ – мощность в нагрузке соответствующая середине диапазона перестройки Φ_0 .

Коэффициент полезного действия магнетрона в режиме самосинхронизации

Электронный КПД ССМ можно определить по формуле [4]:

$$\eta'_e = 1 - \frac{F_e(\alpha')}{F_0(\alpha')}. \quad (10)$$

Угол α' можно найти из выражения

$$\alpha' = \arctg \left(\frac{S_\beta - S_\delta \sqrt{N^3}}{8r_a^2 \rho f_0 B} - U' \cos \theta \right).$$

Входящие в выражения коэффициенты S_β и S_δ , а также функции $F_0(\alpha')$, $F_e(\alpha')$ могут быть рассчитаны по формулам, представленным в работе [4].

В области эксплуатационных режимов угол α' обычно ограничивается неравенством $10^\circ < \alpha' < 30^\circ$. Электронный КПД в самосинхронизированном режиме, как это следует из (10), является функцией α' и зависит от фазы в цепи внешней дополнительной обратной связи, однако выбором мощности в цепи обратной связи можно обеспечить минимальные вариации КПД при изменениях фазы α' . Следует заметить, что КПД ССМ в области благоприятных значений фазы в цепи обратной связи возрастает в сравнении с автономным режимом. Объясняется это следующим.

Мощность синхронизации в цепи обратной связи вновь возвращается в колебательную систему магнетрона. Эта мощность частично компенсирует потери в колебательной системе и, следовательно, изменяет ее нагруженную добротность. Нагруженная добротность колебательной системы самосинхронизированного магнетрона может быть найдена из условия баланса мощностей и равна

$$Q'_H = \frac{\omega_0 W}{P_k} = \frac{Q_H}{1 - \left(\alpha \frac{U'}{U} \right)^2},$$

где $Q_H = \frac{\omega_0 W}{P_1}$ – нагруженная добротность колебательной системы магнетрона в

автономном режиме, W – полная энергия, запасенная в колебательной системе.

Расчеты показывают, что при любом значении фазы в цепи ВДОС выражение $\left(\alpha \frac{U'}{U} \right)^2 < 1$, так как $Q'_H > Q_H$, причем при благоприятной фазе это неравенство более сильное.

Угол рассогласования θ' может быть больше или меньше угла θ в зависимости от затухания в цепи обратной связи.

Минимальное значение затухания в цепи обратной связи, при котором возможен переход угла θ' из отрицательных значений в положительные, можно найти из соотношения

$$\alpha_{\min} = \frac{\operatorname{tg} \theta}{\sqrt{\eta_k \sin \Phi}}.$$

Условия самовозбуждения самосинхронизированного магнетрона

Важными параметрами самосинхронизированного магнетрона являются минимальные значения анодного тока и анодного напряжения, при которых магнетрон начинает самовозбуждаться. В работе [4] показано, что в момент самовозбуждения магнетрона в автономном режиме угол рассогласования между сгустком электронов (спицей) и пространственной гармоникой составляет -89° , и условие самовозбуждения в обычном режиме можно записать в виде

$$\sin \theta_0 = \frac{U_{0\min} - U_{0c}}{CU_{\min}} \leq -1. \quad (11)$$

В самосинхронизированном магнетроне

$$U'_{\min} = U_{\min} (1 + A \cos \Phi_0). \quad (12)$$

Учитывая соотношение (12), неравенство (11) можно записать в виде

$$\frac{U_{0\min} - U_{0c}}{CU_{\min}} \leq -1.$$

Соотношение для минимального анодного напряжения возбуждения магнетрона в обычном режиме приведено в работе [4].

Найдя U_0 для ССМ и учитывая, что $U_{0\min} = U_{0c} - \Delta U_0$, можно получить

$$U_{\min} = \frac{\Delta U_0}{C}.$$

Аналогично можно найти формулу для минимального значения анодного тока, при котором ССМ начинает генерировать:

$$I_{0\min} = \left(\frac{\Delta U_0}{C} \right)^2 \frac{NG_n}{\omega_0 B (r_a^2 - r_1^2)}.$$

Таким образом, при благоприятных значениях фазы в цепи ВДОС самосинхронизированный магнетрон работает более устойчиво в расширенных диапазонах анодных токов и напряжений, что полностью подтверждается экспериментальными исследованиями.

Выводы

Электрические параметры и характеристики самосинхронизированного магнетрона во многом определяются мощностью и фазовым сдвигом сигнала самосинхронизации в цепи внешней обратной связи.

Выходная мощность ССМ может быть больше или меньше мощности магнетрона в автономном режиме (при паспортных значениях тока и напряжения) в зависимости от фазы сигнала самосинхронизации. При благоприятных значениях фазы мощность увеличивается на 20–30 %, а при неблагоприятных – уменьшается.

Электронный КПД при благоприятных значениях фазы возрастает в сравнении с автономным режимом на 3–4 %.

В режиме самосинхронизации при благоприятных фазовых сдвигах ССМ работает более устойчиво в расширенном диапазоне токов, что позволяет (при необходимости) снизить выходную мощность в два и более раза без существенного ухудшения спектра его сигнала. (В автономном режиме устойчивая работа магнетрона обеспечивается при вариации анодного тока $\pm 10 \dots 15$ % [2, 4].)

Список литературы

1. Каталог разработок ФГУП «НПП Исток». – М., 2011.
2. Каргин, А. Н Синхронизация СВЧ-генераторов при рассогласованной нагрузке / А. Н. Каргин // Электронная техника. Сер.1, Электроника СВЧ. – 1984. – Вып. 2.

3. Лебедев, И. В. Генераторы и усилители СВЧ / И. В. Лебедев. – М.: Радиотехника, 2005.
4. Бычков, С. И. Вопросы теории и практического применения приборов магнетронного типа / С. И. Бычков. – М.: Сов. радио, 1967.

*Сведения об авторах:

Осипов Виктор Антонович,

Заневский Дмитрий Валентинович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 11.10.2013 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОЛЬЦЕВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК, СИНТЕЗИРОВАННЫХ С УЧЕТОМ НАПРАВЛЕННЫХ СВОЙСТВ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

УДК 621.372.512

А. Г. Романович, А. А. Калинин, М. О. Бусел*

Приведены результаты сравнительного анализа диаграмм направленности чебышевских кольцевых антенных решеток, синтезированных с учетом направленных свойств излучающих элементов и без их учета. В качестве критерия эффективности использован достижимый уровень бокового излучения. Результаты получены методом математического моделирования.

This article describes the results of comparative analysis of Chebyshev patterns for circular arrays, synthesized with consideration of directional response of radiating elements and without it. The criterion of efficiency is the obtainable sidelobe level. The results were obtained with the use of mathematical modeling techniques.

В настоящее время в радиотехнических системах различного назначения активно используются конформные антенные решетки, в том числе кольцевые антенные решетки (КАР). Например, в Республике Беларусь была разработана и принята на вооружение в Вооруженных Силах маловысотная радиолокационная станция «Роса-РБ» с кольцевой фазированной антенной решеткой в ее составе. Кольцевые антенные решетки главным образом позволяют осуществлять неискаженное электрическое сканирование в круговом секторе пространства [1]. Поэтому применение таких антенн, несмотря на их более высокую стоимость по сравнению с линейными антеннами, является оправданным. Следует отметить, что КАР позволяют улучшить такие показатели радиосистем, как быстродействие, помехозащищенность, объем информации об окружающем пространстве и т. п. Это в свою очередь доказывает, что вопрос исследования таких антенн является достаточно актуальным.

Предыдущие работы авторов были посвящены разработке метода синтеза кольцевых и дуговых антенных решеток с учетом направленных свойств излучающих элементов, применению данного метода к аналоговым и цифровым антенным решеткам, а также оценке устойчивости решения задачи синтеза в условиях влияния различных дестабилизирующих факторов [2–4]. Цель настоящей статьи – показать основные достоинства синтеза антенных решеток при учете направленных свойств излучающих элементов. Данный вопрос возник в связи с тем, что в подавляющем большинстве случаев при решении задач синтеза антенных решеток представляются в виде систем изотропных излучателей.

Приведенные в настоящей работе результаты получены с использованием тонкопроволочных моделей КАР, составленных из специально подобранных трехэлементных директорных антенн. [5]. На этапе синтеза использовались диаграммы направленности (ДН) элементов КАР $F_1(\varphi)$ с учетом взаимного влияния (рисунок 1). Они были рассчитаны с помощью метода интегральных уравнений. При этом из состава антенной решетки выделялся один активный излучатель, а все остальные (пассивные) нагружались на согласованные нагрузки.

Под синтезом КАР будем понимать определение такого амплитудно-фазового распределения тока (поля) в ее раскрыве, которое бы обеспечило формирование ДН с требуемыми параметрами. В таблице представлены конструктивные параметры КАР различных волновых размеров. КАР представляет собой антенную систему, составленную из N одинаковых излучателей, равномерно распределенных по окружности радиуса R (k – волновое число).

Таблица – Исходные данные на синтез и моделирование КАР

kR	N	N_c	$2\varphi_{0,5 \text{ рав}}$, град	$2\varphi_{0,5 \text{ тд}}$, град
10	20	9	15,5	19,4
30	60	27	5,4	6,4
60	120	53	2,6	3,1
90	180	80	1,8	2,2

При формировании ДН в требуемом направлении на практике необходимо использовать лишь часть элементов N_c из состава решетки. В качестве исходных данных для синтеза КАР задаются ширина главного лепестка и уровень бокового излучения требуемой ДН (соответственно $2\varphi_{0,5 \text{ тр}}$ и $F_{б.тр}$). Для сравнения в таблице 1 приведены рассчитанные значения ширины главного лепестка ДН ($2\varphi_{0,5 \text{ рав}}$) КАР с активным сектором $2\psi_c = 160^\circ$, возбуждаемых токами с равномерным амплитудным распределением и учитывающим кривизну раскрыва фазовым распределением.

На рисунке 1 приведен вид диаграмм направленности излучающего элемента (трехэлементной директорной антенны) в составе КАР различных волновых размеров, т. е. с учетом взаимного влияния между излучателями. При этом расстояние между элементами одинаково и равно для всех КАР $0,5 \lambda$. Из рисунка 1 видно: чем больше волновые размеры КАР, тем сильнее взаимное влияние между элементами (для указанного примера наблюдается сужение ДН излучателя). Это необходимо учитывать при выборе активного сектора КАР, а именно с ростом R необходимо уменьшать $2\psi_c$.

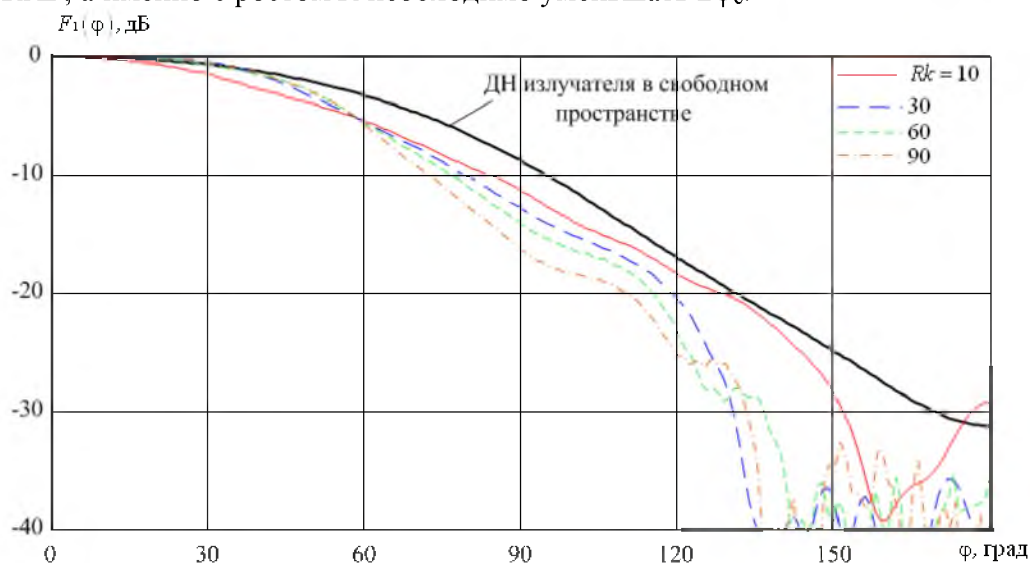


Рисунок 1 – Диаграммы направленности трехэлементной директорной антенны в составе КАР различных волновых размеров

Решение задачи синтеза КАР проводилось для двух случаев: синтез с учетом направленных свойств излучающих элементов решетки и без их учета (синтез КАР изотропных излучателей). При этом активный сектор антенной решетки возбуждался сигналами с комплексными амплитудами, рассчитанными в соответствии с предложенной авторами в работах [2–4] методикой синтеза, а пассивные элементы нагружались на согласованные нагрузки. На рисунке 2 в качестве примера показан вид тонкопроволочной модели 21-элементной КАР (или 11-элементной дуговой антенной решетки).

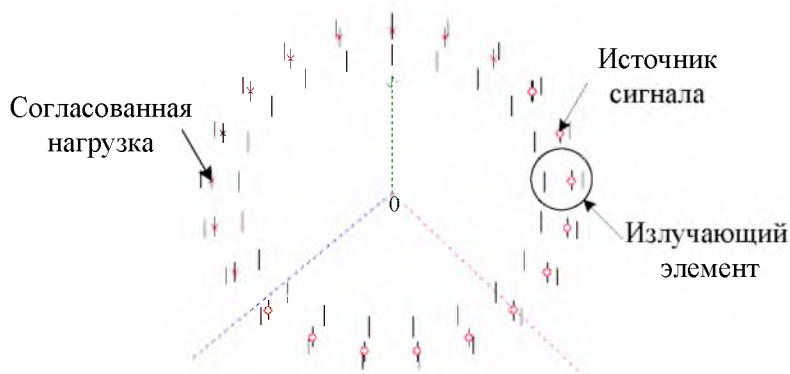


Рисунок 2 – Тонкопроволочная модель 21-элементной КАР ($kR = 30$)

На рисунках 3–6 представлены некоторые результаты численных исследований КАР заданных конструкций (см. таблицу). Они были получены с помощью метода интегральных уравнений для тонкопроволочных моделей кольцевых антенных решеток. На графиках (рисунки 3–6) приведены зависимости уровней боковых лепестков (УБЛ) (обозначенных F_6) синтезированных чебышевских КАР [2] различных волновых размеров от требуемых УБЛ (обозначенных $F_{6,тр}$), заданных на этапе решения задачи синтеза при условии, что параметры $2\varphi_{0,5тр}$ ДН неизменны. Кривые 1 характеризуют УБЛ исследуемых КАР, синтезированных без учета направленных свойств ее элементов (т. е. для случая антенных решеток, составленных из изотропных излучателей), а кривые 2 – с учетом ДН элементов КАР (см. рисунок 1).

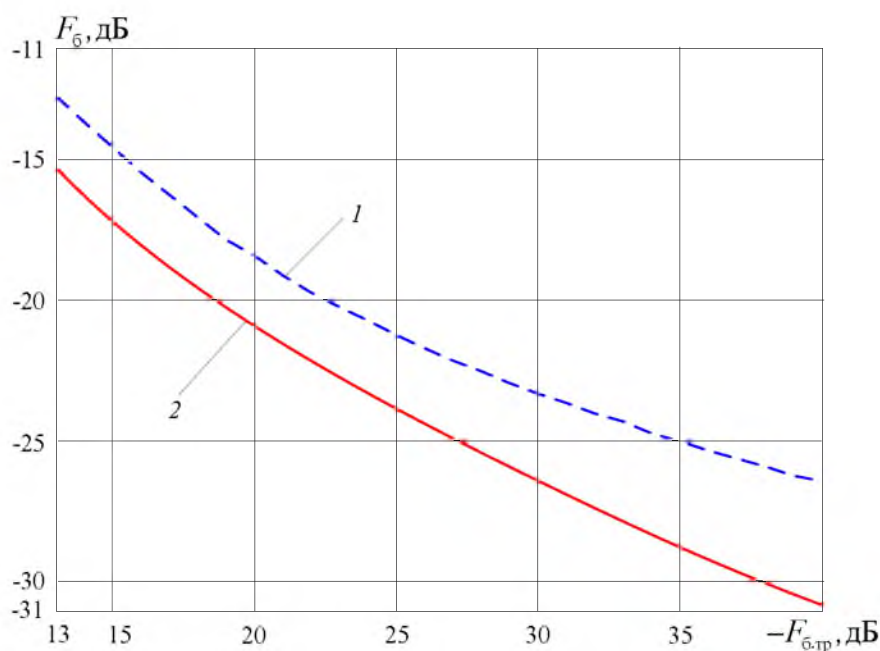


Рисунок 3 – Уровень бокового излучения 20-элементной КАР ($kR = 10$, $2\psi_c = 160^\circ$)

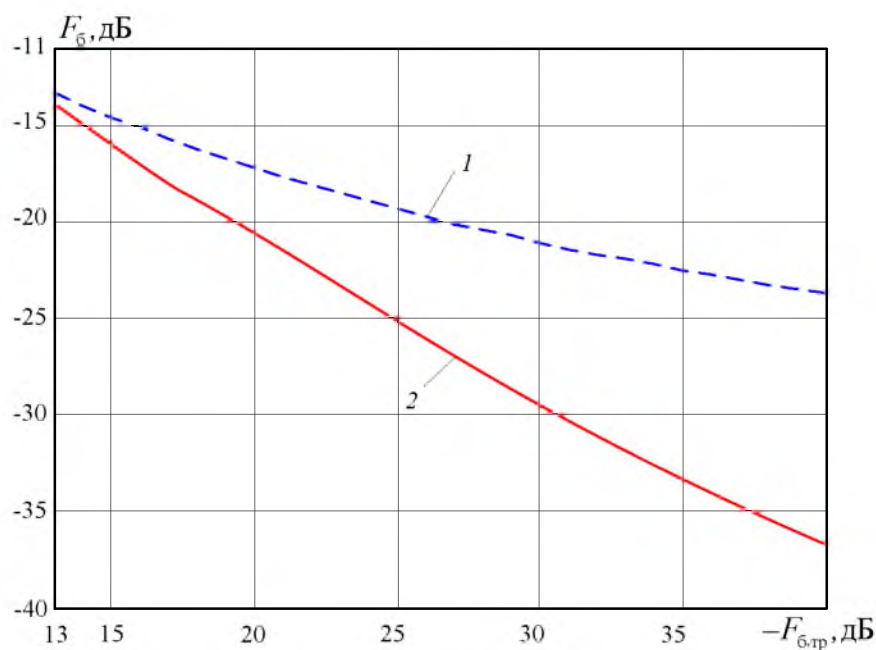


Рисунок 4 – Уровень бокового излучения 60-элементной КАР ($kR = 30$, $2\psi = 160^\circ$)

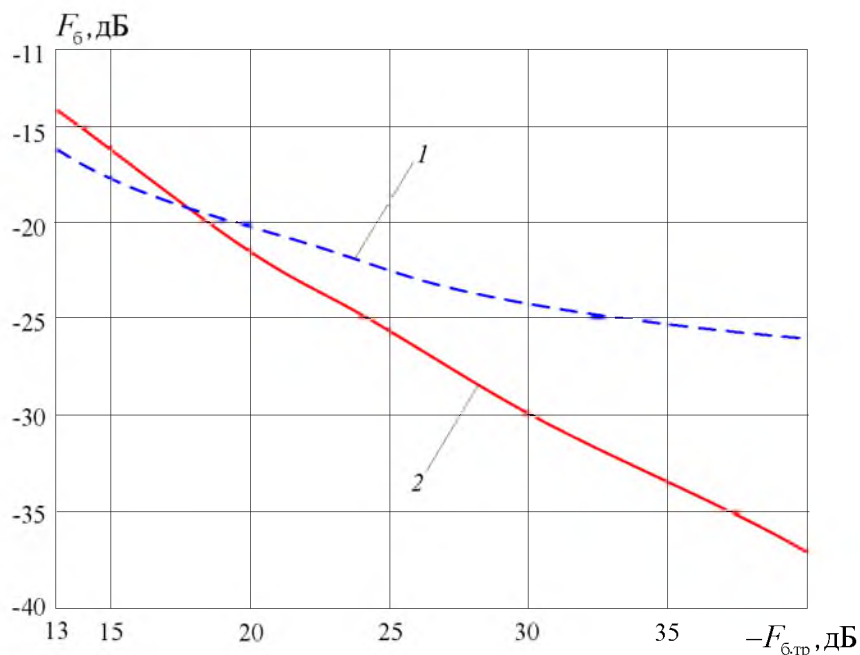


Рисунок 5 – Уровень бокового излучения 120-элементной КАР ($kR = 60$, $2\psi_c = 160^\circ$)

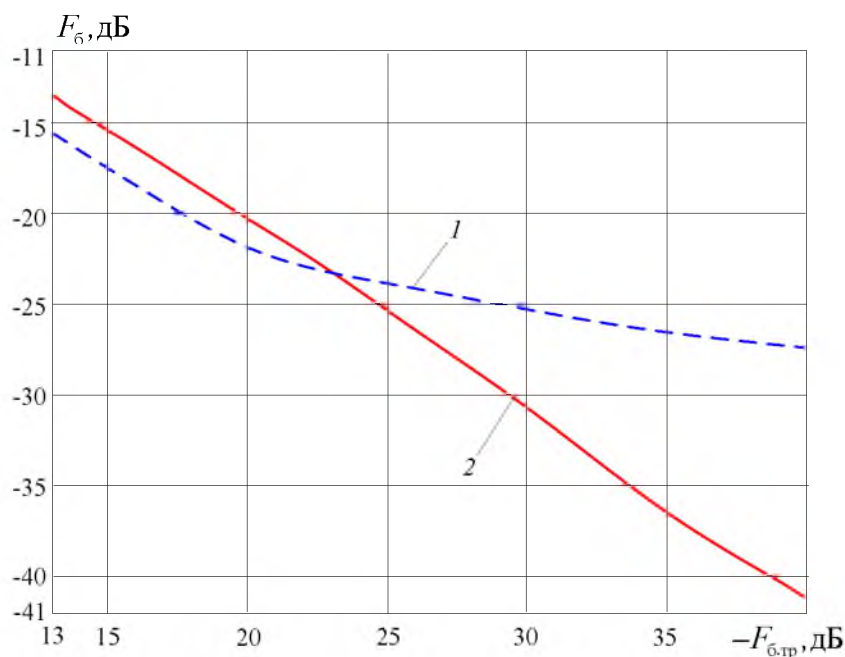


Рисунок 6 – Уровень бокового излучения 180-элементной КАР ($kR = 90$, $2\psi_c = 160^\circ$)

Из рисунков 3–6 видно, что минимально достижимый УБЛ кольцевых антенных решеток, синтезированных без учета направленных свойств элементов, в зависимости от волновых размеров ограничивается значениями $-23 \dots -27$ дБ. В свою очередь учет $F_1(\varphi)$ на этапе решения задачи синтеза таких антенн позволяет значительно лучше обеспечить требования по УБЛ. Следовательно, при прочих равных условиях учет направленных свойств элементов КАР позволяет достигать более низких значений $F_6 = -31 \dots -41$ дБ. При этом наблюдается следующая закономерность: чем больше волновые размеры КАР (больше N), тем больше этот выигрыш.

Таким образом, в статье приведены результаты численных исследований кольцевых антенных решеток различных волновых размеров, синтезированных с учетом диаграмм направленности излучающих элементов. Учет направленных свойств элементов КАР на этапе решения задачи синтеза по сравнению с синтезом КАР изотропных излучателей позволяет обеспечить более низкий уровень бокового излучения. Анализ приведенных результатов показал:

- минимально достижимый УБЛ кольцевых антенных решеток, синтезированных без учета направленных свойств элементов, ограничивается значениями от -23 до -27 дБ;
- учет диаграммы направленности элементов КАР на этапе решения задачи синтеза позволяет достигать значений параметра $F_6 = -31 \dots -41$ дБ;
- эффективность синтеза с учетом направленных свойств элементов КАР возрастает по мере увеличения волновых размеров антенной решетки за счет снижения потерь в уровне бокового излучения.

Однако снижение уровня боковых лепестков диаграммы направленности приводит к снижению плотности потока мощности в направлении максимального излучения КАР за счет уменьшения коэффициента использования площади антенны.

Следует отметить, что для сокращения вычислительных затрат при синтезе КАР в качестве $F_1(\varphi)$ могут использоваться характеристики направленности эталонных излучателей, в частности ДН излучателя Гюйгенса.

Список литературы

1. Активные фазированные антенные решетки / Д. И. Воскресенский [и др.]; под ред. Д. И. Воскресенского, А. И. Канащенкова. – М.: Радиотехника, 2004. – 488 с.
2. Романович, А. Г. Методика синтеза кольцевых антенных решеток / А. Г. Романович, А. А. Калинин // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – № 20. – С. 63–68.
3. Романович, А. Г. Результаты экспериментальных исследований цифровой кольцевой антенной решетки / А. Г. Романович, А. А. Калинин // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – № 2. – С. 80–85.
4. Романович, А. Г. Влияние неидентичностей излучающих модулей на характеристики и параметры кольцевых антенных решеток / А. Г. Романович, А. А. Калинин // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2010. – № 4. – С. 66–72.
5. Калинин, А. А. Численное моделирование кольцевой антенной решетки / А. А. Калинин, А. Г. Романович // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2009. – № 1 (22). – С. 62–67.

*Сведения об авторах:

Романович Александр Геннадьевич,
УО «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»;
Калинин Александр Александрович,
Бусел Михаил Олегович,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 17.09.2013 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ РАКЕТНО-АртиЛЛЕРИЙСКОГО ВоОруЖЕНИЯ НА ХРАНЕНИЕ

УДК 004

А. В. Ружечко*

В статье представлена структурная схема системы поддержки принятия решений. Спроектирована реляционная база данных, при помощи которой формируется матрица условий задачи размещения образцов ракетно-артиллерийского вооружения для различных исходных ситуаций. Реализация указанной системы обеспечит обоснованное принятие решений при размещении ракетно-артиллерийского вооружения на базах хранения.

The block diagram of information technology is presented in article. The relational database by means of which the conditions matrix of a rocket and artillery arms samples placement problem for various initial situations is formed is designed. Realization of the specified information technology will provide reasonable decision-making at placement of rocket and artillery arms on bases of storage.

Одним из основных требований, предъявляемых к организации хранения вооружения, является выбор оптимальных условий хранения с учетом конкретной ситуации, технических возможностей и экономической целесообразности. Обеспечение оптимальных условий хранения достигается консервацией образцов ракетно-артиллерийского вооружения (РАВ) и размещением в специально оборудованных местах хранения. Консервация РАВ может осуществляться различными методами, обладающими определенными характеристиками. Места хранения бывают следующих типов: отапливаемые и неотапливаемые хранилища, навесы и открытые площадки. Следовательно, при выборе оптимальных условий хранения необходимо учитывать:

- наличие и типы мест хранения;
- номенклатуру размещаемых систем и их количество;
- совокупность имеющихся методов консервации и их возможности;
- требования, предъявляемые к организации и результатам длительного хранения.

Наличие ряда требований руководящих документов [1, 2], различных методов консервации и разнотипных мест хранения образует множество возможных вариантов размещения образцов РАВ. Под вариантом размещения понимается количество образцов, располагаемое в каждом месте хранения с применением того или иного метода консервации. Количество возможных вариантов обусловлено размерностью задачи. Например, размещение десяти образцов РАВ различной номенклатуры в трех разнотипных местах хранения и наличие двух методов консервации образуют 60 переменных. Если эта переменная булева, то она может принимать всего лишь два значения – 0 или 1. Очевидно, что число элементов множества допустимых решений будет составлять $2^{60} \sim 10^{18}$.

Наличие ряда ограничений в практической задаче на несколько порядков уменьшит указанное число допустимых решений, но выбор одного из них, причем оптимального, должно осуществить лицо, принимающее решение (ЛПР). На практике выбор варианта размещения РАВ на хранение осуществляется на основе некоторого опыта и интуиции ЛПР, что не может гарантировать его оптимальность. В указанном примере расчет всех вариантов путем полного перебора и поиск среди них оптимального потребует значительных затрат времени. В реальных задачах переменных могут быть тысячи. Для их решения необходимо применение методов дискретного программирования, реализованных на ПЭВМ.

Решение отдельных задач, например размещения боеприпасов на базах хранения, осуществлялось при помощи мультипроцессорной системы «СКИФ» Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси. Отсутствие

суперкомпьютеров и специально подготовленного персонала на базах хранения вооружения обуславливает необходимость решения рассматриваемых задач на обычной ПЭВМ. Поэтому разработка системы поддержки принятия решений (СППР), обеспечивающей обоснование оптимального варианта размещения РАВ на хранение при различных исходных ситуациях, является актуальной и должна быть реализована на обычной ПЭВМ. Получение решения в данном случае будет происходить в результате итерационного процесса с участием:

системы поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления;

человека в качестве управляющего звена, задающего входные данные и оценивающего полученный результат [3].

В состав СППР входят три основных компонента: база данных (БД), база моделей (БМ) и программная подсистема.

База данных представляет собой совокупность специальным образом организованной информации, хранимой в памяти вычислительной системы и отображающей состояние объектов и их взаимосвязей в рассматриваемой предметной области. Данные, хранимые в базе, имеют определенную логическую структуру – модель представления данных.

За основу построения БД для СППР при размещении РАВ на хранение выбрана реляционная модель данных, так как теоретическим базисом реляционного подхода к организации БД является математический аппарат теории множеств и математической логики.

Одним из основных этапов разработки БД является ее проектирование. Оно осуществляется на логическом и физическом уровнях. В первую очередь выполняется логический проект. Физический проект является производным. Задача проектирования – выбрать подходящую логическую структуру для массива данных, которые требуется поместить в БД. Очевидно, что решение данной задачи имеет важное практическое значение.

Для создания логического проекта используется диаграмма модели «сущность-связь» (ER-диаграмма), предложенная Ченом [4]. Это метод представления логической структуры базы данных в графическом виде. Ключевыми элементами ER-диаграммы являются сущности, связи и свойства. Сущности представляют собой объект, информация о котором хранится в БД. Экземпляры сущности отличаются друг от друга и однозначно идентифицируются. В рамках разрабатываемой БД сущностями являются: номенклатура РАВ, место хранения и метод консервации (рисунок 1). Связи определены Ченом как «ассоциации, объединяющие несколько сущностей» [4]. В нашем случае связь объединяет все три сущности. При этом связи можно рассматривать как сущности особого рода.

Сущности (связи) обладают некоторыми свойствами. Сущность «номенклатура РАВ» имеет следующие свойства: код образца, индекс главного ракетно-артиллерийского управления (ГРАУ), тип шасси, комплектность и количество. Свойствами сущности «метод консервации» являются: код метода консервации, наименование и запасы материалов, т. е. максимальное количество образцов, которое можно законсервировать каждым методом. Сущность «тип места хранения» имеет свойства: код места хранения, наименование и количество. Связь между тремя указанными сущностями также является сущностью со свойствами: стоимость, ресурсоемкость, сохраняемость и время восстановления.

На ER-диаграмме модель «сущность-связь» для разрабатываемой БД (рисунок 1) сущности представлены в виде отдельных прямоугольников с указанием имени внутри их. Свойства отображаются в виде эллипсов. Каждый тип связи показан в виде ромба с именем связи внутри. Имена свойств, выделенные подчеркиванием, являются первичными ключами, которые используются для идентификации экземпляра сущности. Все связи между сущностями относятся к типу «многие ко многим» и обозначены на ER-диаграмме в виде буквы М на линиях связи.

Представление данных сводится к совокупности двумерных таблиц особого вида, известного в математике как отношение. Поэтому реляционная модель – это БД в виде множества взаимосвязанных отношений (таблиц). Для обработки данных используется аппарат теории множеств (объединение, пересечение, разность и декартово произведение). Каждая операция использует одну или несколько таблиц и в результате генерирует новую таблицу с требуемыми данными. Для осуществления указанных операций созданы языки манипулирования данными, одним из которых является структурированный язык запросов SQL.

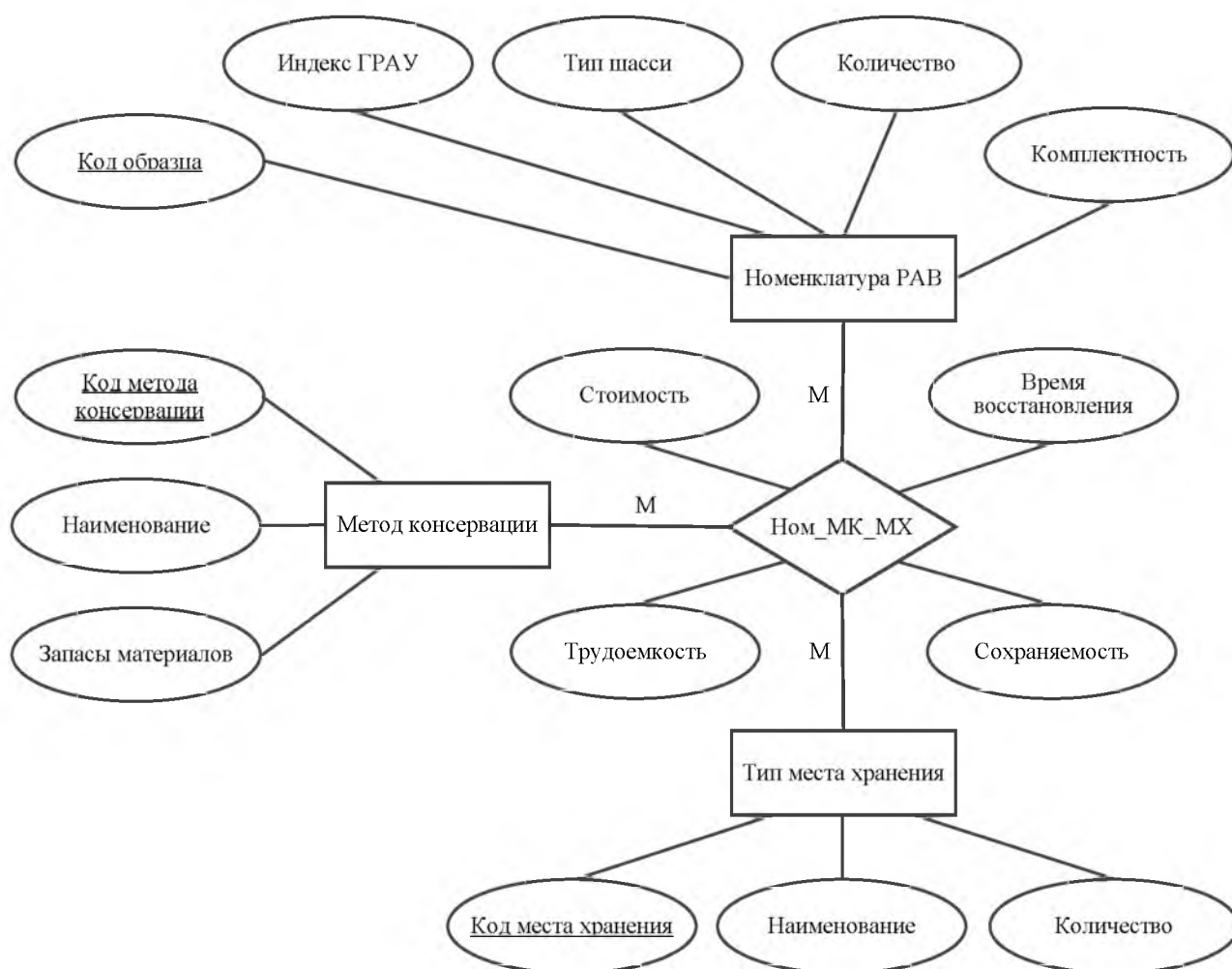


Рисунок 1 – ER-диаграмма проектируемой базы данных

На основании разработанного логического проекта БД можно выделить четыре двумерные таблицы с данными (таблицы 1–4). По правилам создания реляционной БД необходимо выполнить нормализацию таблицы, или разбиение ее на несколько частей, обладающих лучшими свойствами при обновлении, включении и удалении данных. В нашем случае следует выполнить декомпозицию только таблицы 1 для устранения транзитивных функциональных зависимостей (таблицы 5 и 6). Таким образом, таблицы 2–6 представляют собой БД в нормальной форме Бойса – Кодда [4].

Разработанный логический проект БД является основой для его физической реализации. Особенностью БД в СППР является то, что она в основном предназначена для чтения. Модификация содержимого БД, как правило, ограничивается периодическими операциями загрузки или обновления. Применение операций проекции, выборки и соединения

позволяет из БД формировать матрицы условий, соответствующие математическим моделям задачи размещения РАВ на хранение. В результате имеется возможность разработки БМ задачи размещения РАВ на хранение.

Математические модели создаются в целях описания и оптимизации некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает проведение анализа в системах поддержки принятия решений. Модели являются математической интерпретацией задачи, которая решается при помощи определенных алгоритмов и способствует нахождению информации, необходимой для принятия оптимальных решений. Совокупность математических моделей образует БМ.

Таблица 1 – Номенклатура РАВ

N#	Индекс ГРАУ	Тип шасси	Комплектность	Количество
1	1Ж3	Гусеничное	1	10
2	1В121	Гусеничное	1	8
3	1РЛ239	Гусеничное	1	0
...	...	...	...	...
z	1В17	Колесное	5	7

Таблица 2 – Тип места хранения

МХ#	Тип места хранения	Количество мест хранения
1	Отапливаемое хранилище	2
2	Неотапливаемое хранилище	14
3	Навес	0
4	Открытая площадка	19

Таблица 3 – Метод консервации

МК#	Наименование	Запасы материалов
1	Заклейка	52
2	Чехол	23
...	...	...
m	Вакуумная упаковка	10

Таблица 4 – Связь между тремя сущностями

N#	МХ#	МК#	Стоимость хранения, усл. ед.	Трудоемкость работ, чел.-ч	Сохраняемость	Время восстановления, ч
1	1	1	564	231	0,91	515,6
1	1	2	215	21	0,95	545,3
1	2	1	215	236	0,89	892,1
1	2	2	5648	2	0,92	483,0
...	...	...	...	...	...	...
z	4	2	5648	566	0,65	1115,2

Таблица 5 – Номенклатура РАВ (часть 1)

N#	Индекс ГРАУ	Количество
1	1Ж3	10
2	1В121	8
3	1РЛ239	0
...	...	...
z	1В17	7

Таблица 6 – Номенклатура РАВ (часть 2)

Индекс ГРАУ	Тип шасси	Комплектность
1Ж3	Гусеничное	1
1В121	Гусеничное	1
1РЛ239	Гусеничное	1
...	...	...
1В17	Колесное	5

Математические модели задачи размещения РАВ на хранение являются оптимизационными и детерминистскими. Комплекс математических моделей представляет совокупность модельных модулей и процедур, реализующих методы целочисленного линейного программирования. Модельные модули и процедуры могут использоваться как отдельно, так и комплексно для построения и поддержания моделей.

В качестве примера рассмотрим постановку и формализацию задачи выбора методов консервации групп образцов РАВ при размещении их на хранение. Под группой понимается совокупность образцов РАВ, относящихся к одной и той же номенклатуре.

Постановка и формализация задачи. Множество образцов РАВ состоит из m групп. Для их размещения имеется множество однотипных мест хранения. Все образцы группы консервируются одним из n имеющихся методов. При этом каждая группа образцов должна быть законсервирована только одним методом. Значения показателей сохраняемости РАВ зависят от метода консервации. Кроме того, стоимость реализации каждого метода консервации различная. Установлены ресурсные ограничения, связанные с объемом денежных средств, выделяемых на использование тех или иных методов консервации групп образцов в течение планируемого срока хранения. Требуется распределить методы консервации между группами образцов таким образом, чтобы математическое ожидание числа работоспособных образцов после снятия их с хранения было максимально возможным.

Обозначим:

$a_i, i = 1, 2, \dots, m$ – количество образцов РАВ в i -й группе;

$p_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ – вероятность сохранения работоспособности образца i -й группы при условии его консервации j -м методом;

$b_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ – стоимость консервации и хранения i -й группы образцов, законсервированных j -м методом;

$d_{ij} = \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ – булева переменная, принимающая значение 1, если i -я группа РАВ консервируется j -м методом, и 0 – в обратном случае;

R_0 – общая сумма денежных средств, выделяемая на организацию длительного хранения всех образцов РАВ.

Ограничения задачи:

1. Каждая группа образцов РАВ должна быть законсервирована только одним методом $\sum_{j=1}^n d_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, m$.

2. Общая стоимость хранения всех образцов РАВ не должна превышать имеющихся ресурсов $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} d_{ij} \leq R_0$.

Целевой функцией задачи является математическое ожидание числа работоспособных образцов после снятия их с длительного хранения $F(d_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} a_i d_{ij}$.

Математическая модель задачи

Найти $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} a_i d_{ij} \rightarrow \max$ (1)

при условиях $\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n d_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, m, \\ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} d_{ij} \leq R_0, \\ d_{ij} = \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n. \end{array} \right.$ (2)

Задача (1)–(2) относится к классу задач булева программирования [5]. Практический пример решения задачи (1)–(2) с помощью программного продукта LPSolve рассмотрен в статье [6]. Указанный продукт, разработанный Мишелем Беркеларом (Делфтский технический университет), реализует алгоритм решения задачи целочисленного линейного программирования на основе симплекс-метода и метода ветвей и границ. Выбор в пользу LPSolve версии не ниже 5.5 сделан на основании того, что с его помощью можно решать задачи с числом переменных и ограничений, превышающим десятки тысяч, в то время как Excel, также имеющий аппарат для решения задач дискретного программирования, не может одновременно обрабатывать более 200 переменных.

Для формирования БМ задачи размещения РАВ на хранение используются SQL-запросы, которые бывают статическими и динамическими. Статические SQL-запросы включаются в исходный код на этапе разработки и в процессе выполнения приложения не изменяются. Динамические, в свою очередь, формируются ЛПР в процессе работы с приложением. В разрабатываемой БМ применяются статические SQL-запросы, которые формируют матрицы условий задачи размещения РАВ на длительное хранение при различных исходных ситуациях [6–10].

Программная подсистема состоит из систем управления: базами данных, базой моделей и интерфейсом между ЛПР и ПЭВМ [3].

Системы управления базами данных – это программные средства, предназначенные для создания, наполнения, обновления и удаления баз данных.

Система управления базой моделей должна обладать следующими возможностями: создавать новые модели или изменять существующие, поддерживать и обновлять параметры моделей, манипулировать моделями.

Вычислительный процесс, осуществляемый в СППР, представлен в виде структурной схемы на рисунке 2.

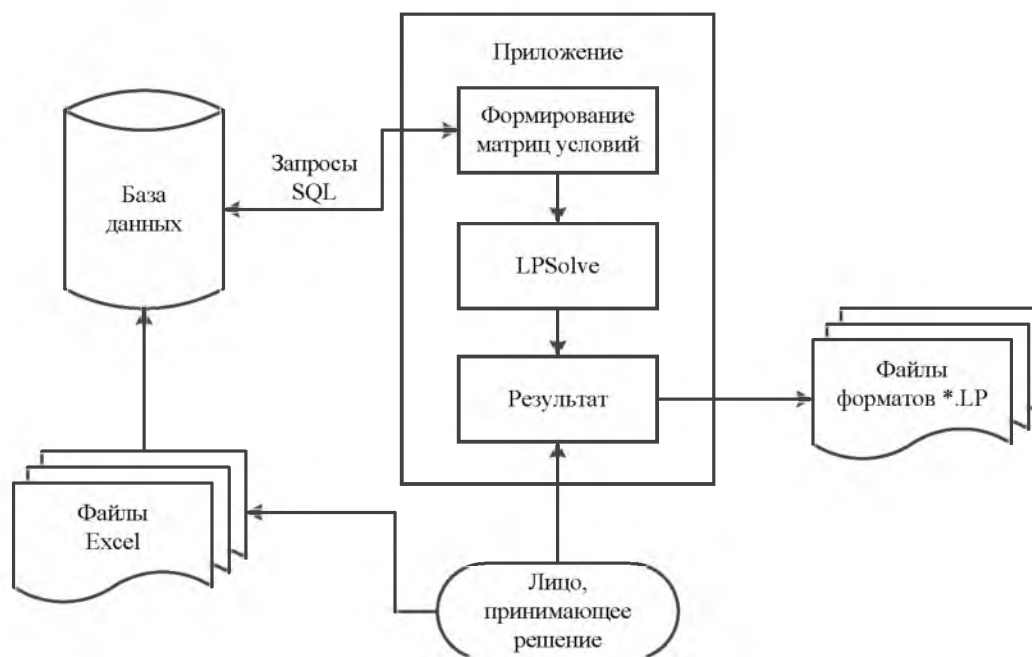


Рисунок 2 – Структурная схема вычислений в СППР

Входная информация, необходимая для решения практических задач, поступает из различных источников и является первичной. Процесс преобразования всей первичной информации к виду, используемому СППР, называется ее обработкой. Для преобразования входной информации к требуемому виду необходимо предварительно произвести соответствующие вычисления. Они выполняются по аналитическим выражениям и позволяют рассчитать:

- стоимость хранения образца РАВ за установленный период времени;
- трудозатраты при длительном хранении образца РАВ;

вероятность сохранения работоспособности образца РАВ при снятии его с хранения;
ожидаемое время восстановления образца после снятия с хранения.

Стоимость хранения образца РАВ за установленный период времени. Затраты на хранение образца РАВ без учета заработной платы обслуживающему персоналу включают стоимость консервационных и герметизирующих материалов, содержания его на длительном хранении, обслуживания МХ. Стоимость хранения образца РАВ за установленный период времени рассчитывается по формуле

$$C_{\text{хр}} = C_{\text{м}} + C_{\text{э}} + T_{\text{хр}} C_{\text{норм}},$$

где $C_{\text{м}}$ – стоимость консервационных и герметизирующих материалов, используемых при постановке и содержании образца РАВ на длительном хранении;

$C_{\text{э}}$ – стоимость расходуемой электроэнергии за период хранения;

$C_{\text{норм}}$ – нормативные затраты на техническое обслуживание и ремонт места хранения РАВ за год;

$T_{\text{хр}}$ – установленный срок хранения.

Выражения для вычисления стоимости консервационных материалов и расходуемой электроэнергии, а также затраты на обслуживание мест хранения приведены в монографии [7].

Трудозатраты при длительном хранении образца РАВ рассчитываются с помощью следующего выражения:

$$\tau_{\text{хр}} = \tau_{\text{п.х}} + \tau_{\text{ТО}},$$

где $\tau_{\text{п.х}}$ – трудоемкость работ по постановке образца на хранение (установлена нормативно-технической документацией);

$\tau_{\text{ТО}}$ – трудоемкость работ по техническому обслуживанию за период хранения образца.

Выражения для определения трудоемкости работ по постановке образцов на хранение и их техническому обслуживанию представлены в [7].

Вероятность сохранения работоспособности образца РАВ при снятии его с хранения. Для некоторого множества однотипных образцов вероятность сохранения работоспособного состояния после снятия с хранения может быть рассчитана по формуле

$$P = 1 - \frac{n_{\text{нс}}}{n},$$

где $n_{\text{нс}}$ – количество неработоспособных образцов после снятия с хранения;

n – общее количество образцов, снятых с хранения.

Ожидаемое время восстановления образца после снятия с хранения. Данный показатель является математическим ожиданием времени восстановления работоспособности образцов РАВ одной номенклатуры после снятия с хранения. Оценка среднего времени восстановления вычисляется по формуле

$$T_{\text{в}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{в}i}}{m},$$

где $t_{\text{в}i}$ – время восстановления i -го отказа;

m – количество отказов за рассматриваемый период хранения.

Для определения значений P и $T_{\text{в}}$ требуется статистическая информация об отказах за некоторый календарный срок хранения образцов РАВ одной номенклатуры, которые размещались в местах хранения одного типа и были законсервированы одним и тем же методом.

Значения перечисленных показателей рассчитываются в программе Excel. При первом использовании СППР заполнение таблицы 4 производится вычисленными значениями.

Последующие вычисления по аналитическим выражениям и обновление БД производятся по мере необходимости (изменение цен, норм времени и др.).

Для решения задачи размещения РАВ на хранение с помощью СППР выполняются следующие действия (см. рисунок 2):

осуществляется подготовка данных в виде Excel-файлов по шаблонам, и они загружаются в БД. Процесс загрузки данных автоматически выполняется с помощью компонента «Импорт-экспорт данных»;

приложение извлекает данные из БД и составляет посредством SQL-запросов матрицу условий задачи размещения РАВ на хранение в соответствии с выбранным ЛПР критерием оптимальности;

матрица условий передается программе LPSolve, которая решает задачу и сохраняет ее решение в виде таблиц формата *.LP.

Программный продукт LPSolve использовался для обоснования плана размещения РАВ на одной из баз артиллерийского вооружения. Преимущество рассчитанного варианта по сравнению с исходным выразилось в снижении ожидаемого суммарного времени восстановления неисправных образцов РАВ после снятия с хранения на 10,4 %. При этом задача насчитывала более тысячи переменных и 58 тысяч ограничений.

Выводы

Для обоснования оптимального варианта размещения РАВ на хранение целесообразно использовать разработанный научно-методический аппарат, поскольку в настоящее время решения принимаются на основе опыта и интуиции ЛПР. Для применения указанного аппарата на практике необходимо создать простую СППР, включающую БД, комплекс математических моделей и программную подсистему. Это обеспечит нахождение оптимального варианта размещения РАВ на хранение для различных исходных ситуаций.

Применение методов дискретного программирования позволяет получить оптимальный вариант размещения образцов РАВ на хранение, что подтверждается результатами решения реальных практических задач [6–10].

Достоинством разработанной СППР будет возможность ее использования на любой базе хранения и в управлении РАВ МО.

Список литературы

1. Инструкция о порядке организации хранения ракетно-артиллерийского вооружения на артиллерийских арсеналах и базах вооружения: утв. приказом заместителя Министра обороны Респ. Беларусь по вооружению № 145 от 27 дек. 2007 г. – 146 с.
2. Инструкция о порядке эксплуатации РАВ в ВС РБ: утв. приказом Министра обороны Респ. Беларусь № 11 от 11 марта 2008 г. – 266 с.
3. Майстренко, А. В. Информационные технологии в науке, образовании и инженерной практике: учеб. пособие / А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 96 с.
4. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 1328 с.
5. Сигал, И. Х. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы: учеб. пособие / И. Х. Сигал, А. П. Иванова. – М.: Физматлит, 2003. – 240 с.
6. Ружечко, А. В. Оптимизация размещения технических систем на хранение / А. В. Ружечко // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – № 1. – С. 142–148.
7. Лисейчиков, Н. И. Моделирование и обоснование решений при хранении вооружения и техники: моногр. / Н. И. Лисейчиков, Ю. В. Дубина. – Минск: НИИ ВС РБ, 2006. – 137 с.
8. Лисейчиков, Н. И. Математическая модель задачи размещения на длительное хранение парка технических систем / Н. И. Лисейчиков, А. В. Ружечко // Актуальные проблемы современности. Сер. техн. наук. – 2010. – № 12 (62). – С. 64–66.

9. Лисейчиков, Н. И. Размещение технических объектов на длительное хранение с выбором методов их консервации / Н. И. Лисейчиков, А. В. Ружечко // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2010. – № 19. – С. 37–41.

10. Ружечко, А. В. Обеспечение оптимальных значений показателей экономичности хранения артиллерийского вооружения / А. В. Ружечко // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – № 21. – С. 96–101.

*Сведения об авторе:

Ружечко Антон Владимирович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 06.08.2013 г.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ РЕМОНТА БРОНЕТАНКОВЫХ ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ ОПЕРАТИВНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ

УДК 355.42

Е. Н. Цейко, Г. А. Осипов*

В данной статье рассмотрена оценка эффективности системы ремонта бронетанковых вооружения и техники оперативного объединения по вероятности удовлетворения потребности в ремонте, продолжительности пребывания в нерабочем состоянии, а также живучести системы.

This article deals with the assessment of the armored vehicles repair system efficiency of operative association on probability satisfying need for repairs, length of time in the inoperative, and the survivability of the system.

Система ремонта бронетанковых вооружения и техники оперативного объединения представляет собой физическую систему, которая с течением времени может менять свое состояние под воздействием различных возмущений. Главным из этих возмущений является боевое воздействие противника на элементы системы ремонта бронетанковых вооружения и техники (БТВТ) оперативного объединения. Поэтому, чтобы система ремонта БТВТ оперативного объединения сохранила свою работоспособность, необходимо постоянно осуществлять мероприятия, уменьшающие влияние этих возмущений. Такие мероприятия должны осуществляться заблаговременно в мирное время и в ходе ведения боевых действий войсками оперативного объединения.

Эффективность системы ремонта БТВТ оперативного объединения – способность данной системы в условиях военного и мирного времени обеспечивать при минимальных затратах боеспособность БТВТ не ниже заданного уровня.

В настоящее время в связи с оптимизацией Вооруженных Сил Республики Беларусь совершенствуется организационно-штатная структура соединений и воинских частей, в том числе и по ремонту БТВТ.

На данном этапе развития системы технического обеспечения Вооруженных Сил необходимо исследовать и оценить эффективность создаваемой системы ремонта БТВТ оперативного объединения.

Предлагаемая методика оценки эффективности системы ремонта БТВТ оперативного объединения позволит установить, насколько она обеспечивает решение главной задачи – своевременное восстановление БТВТ и поддержание их в боеготовом состоянии. При решении этой задачи необходимо, прежде всего, выяснить: полностью ли удовлетворяется потребность войск оперативного объединения в ремонте БТВТ; как долго из-за ремонта БТВТ простаивают в нерабочем состоянии; каковы размеры затрат на осуществление ремонта БТВТ; способна ли система ремонта БТВТ оперативного объединения сохранять свою работоспособность в различных условиях военной обстановки и т. д.

Мерами эффективности системы ремонта БТВТ оперативного объединения являются критерии, позволяющие оценить, как исследуемая система удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям, то есть количественно оценить степень ее эффективности. Критерии должны: быть критичными к варьируемым параметрам системы ремонта БТВТ оперативного объединения, обеспечивать объективную количественную оценку основных ее характеристик, иметь физическое обоснование и быть достаточно простыми для проведения математических операций.

Эффективность системы ремонта БТВТ оперативного объединения может быть оценена следующими количественными критериями:

вероятность удовлетворения потребности в ремонте БТВТ;

продолжительность пребывания БТВТ в нерабочем состоянии;
живучесть системы ремонта БТВТ.

1. Вероятность удовлетворения потребности в ремонте БТВТ

Основной задачей системы ремонта БТВТ оперативного объединения является своевременное и полное восстановление вышедших из строя БТВТ (как по техническим причинам, так и от боевых повреждений). Система ремонта БТВТ оперативного объединения будет напрямую зависеть: от технической и специальной подготовки личного состава; эксплуатации БТВТ; ведения технической разведки БТВТ; эвакуации БТВТ; обеспечения бронетанковым имуществом (БТИ); защиты, охраны и обороны органов танкотехнического обеспечения (ТТО), а также от управления ТТО.

Боеготовность войск оперативного объединения будет находиться в прямой зависимости от того, насколько своевременно и полно будут проводиться техническое обслуживание и ремонт БТВТ. Неисправными (небоеготовыми) БТВТ выполнить боевую задачу нельзя.

При прочих равных возможностях боеготовность войск оперативного объединения будет тем выше, чем выше будет уровень технического состояния БТВТ. Вероятность удовлетворения потребности в ремонте БТВТ оперативного объединения является важнейшей характеристикой качества системы ремонта БТВТ оперативного объединения.

Потребность в ремонте БТВТ оперативного объединения определяется количеством БТВТ, интенсивностью эксплуатации БТВТ, величиной ремонтного цикла БТВТ и его структурой, то есть

$$N_{\text{т.р}} = f(n, \gamma, T_{\text{ц.р}}, T_{\text{п.р}}),$$

где $N_{\text{т.р}}$ – количество БТВТ, требующих ремонта;
 n – количество эксплуатируемых БТВТ;
 γ – норма наработки для одного образца БТВТ;
 $T_{\text{ц.р}}$ – длительность ремонтного цикла БТВТ;
 $T_{\text{п.р}}$ – длительность межремонтного периода.

Располагая данными, нетрудно определить среднюю потребность в ремонте БТВТ в мирное время.

В военное время основной причиной выхода БТВТ из строя является не физический износ (изменение технического состояния БТВТ в результате механического износа, старения, химического и физического воздействия окружающей среды, а также неправильных действий личного состава), а повреждения, возникающие в результате воздействия боевых средств противника.

Поток заявок на ремонт БТВТ в военное время определяется расчетом для характерной оперативно-тактической обстановки.

Зная поток заявок на ремонт БТВТ оперативного объединения, можно рассчитать вероятность удовлетворения потребности в ремонте БТВТ оперативного объединения по формуле:

$$P_p = \frac{\mu_p}{\lambda_p},$$

где P_p – вероятность удовлетворения потребности в ремонте БТВТ оперативного объединения;

μ_p – среднее число образцов БТВТ, которое может быть отремонтировано за единицу времени;

λ_p – среднее число заявок на ремонт БТВТ оперативного объединения в единицу времени (поток заявок на ремонт БТВТ оперативного объединения).

Так как при рассмотрении вопросов обороноспособности какой-либо риск недопустим, вполне оправдано требование, предъявляемое к системе ремонта БТВТ в целом, в том числе к системе ремонта БТВТ оперативного объединения, – за счет своевременного и

полного удовлетворения потребности в ремонте БТВТ обеспечить высшую боеготовность БТВТ, то есть постоянно должно соблюдаться условие:

$$P_p \geq 1.$$

Если в ходе оценки производственных возможностей ремонтных органов БТВТ оперативного объединения окажется, что требование не выполняется, то есть

$$P_p < 1,$$

то необходимо найти такие управляющие воздействия, которые бы привели систему ремонта БТВТ оперативного объединения в требуемое состояние.

Поток заявок на ремонт БТВТ оперативного объединения в мирное время значительно меньше вероятного потока заявок на ремонт БТВТ оперативного объединения в военное время.

Необходимо выбрать такой вариант системы ремонта БТВТ оперативного объединения, чтобы, с одной стороны, она была готова в ограниченные сроки при минимальных дополнительных затратах развернуться до размеров, обеспечивающих необходимую производственную мощность в военное время, с другой – чтобы затраты на содержание системы ремонта БТВТ оперативного объединения в мирное время были минимальными, но достаточными для удовлетворения текущей потребности в ремонте БТВТ оперативного объединения.

Для характеристики готовности системы ремонта БТВТ оперативного объединения может быть использован **коэффициент готовности системы ремонта БТВТ оперативного объединения**, определяемый как отношение дополнительных затрат, необходимых для развертывания системы ремонта БТВТ оперативного объединения до необходимых размеров, к стоимости имеющихся основных стационарных ремонтных фондов и технических средств подвижных ремонтных органов, то есть

$$K_{ГС} = 1 - \frac{C_{дз}}{C_{о.ф}},$$

где $K_{ГС}$ – коэффициент готовности системы ремонта БТВТ оперативного объединения;

$C_{дз}$ – дополнительные затраты, необходимые для развертывания системы ремонта БТВТ оперативного объединения до требуемых размеров в установленные сроки;

$C_{о.ф}$ – стоимость основных стационарных ремонтных фондов и технических средств подвижных ремонтных органов.

Интересы постоянной боевой готовности требуют, чтобы $K_{ГС}$ стремился к единице. Это означает, что уже в мирное время должна быть создана необходимая материально-техническая база, позволяющая только за счет отмотилизования личного состава и увеличения продолжительности рабочего времени (удлинение продолжительности рабочего дня и увеличение числа рабочих смен) на существующих производственных мощностях обеспечить полное удовлетворение потребности в ремонте БТВТ оперативного объединения.

2. Продолжительность пребывания БТВТ в нерабочем состоянии

Для оценки эффективности системы ремонта БТВТ оперативного объединения необходимо, но далеко не достаточно знать, насколько полно данная система может удовлетворять потребности войск оперативного объединения в ремонте БТВТ.

При организации ТТО чрезвычайно важно еще знать, как долго БТВТ, отправляемые в ремонт, будут находиться в нерабочем состоянии. Количественно это время заранее устанавливается для каждого образца БТВТ в зависимости от его назначения и роли при решении боевых задач (интервал времени с момента изъятия образца БТВТ из эксплуатации до момента ввода его в эксплуатацию). Продолжительность пребывания БТВТ в нерабочем состоянии складывается из времени: на подготовку БТВТ для отправки в ремонт; транспортирование (буксирование) БТВТ в ремонт; приемку БТВТ в ремонт; простаивание БТВТ до запуска в ремонт; нахождение БТВТ в ремонте (цикл ремонта); простаивание

отремонтированных БТВТ до отправки из ремонта; транспортирование БТВТ из ремонта; простаивание БТВТ в нерабочем состоянии в войсках до ввода в эксплуатацию.

Для количественной оценки эффективности системы ремонта БТВТ оперативного объединения с точки зрения продолжительности ремонта БТВТ может быть использован **коэффициент боеспособности** $K_{\text{бс}}$, который равен отношению времени, в течение которого БТВТ должны находиться в боеспособном состоянии, к общему времени исследуемого периода (например, продолжительность оборонительной операции оперативного объединения), то есть

$$K_{\text{бс}} = \frac{t_{\text{бс}}}{T},$$

где $t_{\text{бс}}$ – время, в течение которого БТВТ должны находиться в боеспособном состоянии;
 T – продолжительность исследуемого периода.

Для вычисления конкретного значения коэффициента боеспособности $K'_{\text{бс}}$, которое определяется существующей системой ремонта БТВТ оперативного объединения, может быть использована следующая формула:

$$K'_{\text{бс}} = 1 - \frac{t_{\text{с.п.р}}}{T},$$

где $t_{\text{с.п.р}}$ – средняя продолжительность ремонта БТВТ.

Значение коэффициента боеспособности позволяет вычислить коэффициент допустимого простоя $K_{\text{д.п}}$ образца БТВТ. Для этого может быть использована следующая зависимость:

$$K_{\text{д.п}} = 1 - K_{\text{бс}}.$$

Тогда допустимое время простоя образца БТВТ в нерабочем состоянии можно определить по формуле

$$t_{\text{д.п}} = (1 - K_{\text{бс}}) T,$$

где $t_{\text{д.п}}$ – допустимое время простоя образца БТВТ.

Очевидно, что для обеспечения постоянной боеготовности БТВТ необходимо, чтобы максимальная продолжительность ремонта была меньше допустимого времени простоя образца БТВТ, то есть $T_{\text{р}} \leq t_{\text{д.п}}$.

Если это условие не соблюдается, то есть продолжительность ремонта БТВТ больше предельно допустимого времени простоя $T_{\text{р}} > t_{\text{д.п}}$, а также в том случае, когда предельно допустимое время простоя равно нулю (это означает, что в течение всего исследуемого периода T образец БТВТ должен находиться в боеспособном состоянии и времени для проведения ремонта нет, то есть $K_{\text{бс}} = 1$), необходимо осуществить те или иные организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение постоянной боеспособности образца БТВТ.

Практически это означает, что необходимо либо уменьшить продолжительность ремонта образца БТВТ (это по техническим причинам не всегда возможно), либо на время проведения ремонта образца БТВТ в качестве подменного фонда подать в войска оперативного объединения исправный образец БТВТ.

Другими словами, выражения

$$\left. \begin{aligned} K_{\text{бс}} &= 1; \\ t_{\text{р}} &> t_{\text{д.п}} \end{aligned} \right\}$$

являются начальными условиями, определяющими необходимость создания в войсках оперативного объединения **подменного фонда образцов БТВТ**.

Необходимое количество подменных образцов БТВТ $N_{\text{п.о}}$ может быть определено из выражения

$$N_{\text{п.о}} = n_{\text{р}} \frac{t_{\text{р}} - t_{\text{д.п}}}{T},$$

где $n_{\text{р}}$ – количество образцов БТВТ, запланированных для ремонта в течение исследуемого периода T ;

t_p – средняя продолжительность нахождения отправленного в ремонт образца БТВТ в нерабочем состоянии;

$t_{д.п}$ – предельно допустимое время простоя образца БТВТ;

T – продолжительность исследуемого периода.

3. Живучесть системы ремонта БТВТ

Живучесть системы ремонта БТВТ – вероятность того, что в условиях боевого воздействия противника по войскам и тыловым объектам оперативного объединения система ремонта БТВТ сможет обеспечить удовлетворение потребности войск оперативного объединения в ремонте БТВТ в установленные сроки.

В условиях современной войны под воздействием противника производственные возможности системы ремонта БТВТ оперативного объединения будут изменяться в значительных пределах, однако полностью парализовать ее практически невозможно. Как правило, разрушения будут носить очаговый характер. Поэтому, чтобы система ремонта БТВТ оперативного объединения могла в установленные сроки обеспечить определенный объем ремонтных работ, необходимо постоянно осуществлять мероприятия, повышающие ее живучесть и обеспечивающие непрерывность процесса восстановления вышедшего из строя БТВТ в необходимом объеме.

При отсутствии боевого воздействия противника живучесть системы ремонта БТВТ оперативного объединения равна единице, то есть

$$P_{ж} = 1,$$

где $P_{ж}$ – вероятность живучести системы ремонта БТВТ оперативного объединения.

Под воздействием противника живучесть системы ремонта БТВТ оперативного объединения будет изменяться в пределах

$$0 \leq P_{ж} \leq 1.$$

Для количественной оценки изменения живучести системы ремонта БТВТ оперативного объединения введем понятие **коэффициента живучести системы ремонта БТВТ оперативного объединения**:

$$K_{ж} = \frac{Q_1}{Q_0},$$

где Q_1 – производственная мощность системы ремонта БТВТ оперативного объединения после воздействия противника;

Q_0 – производственная мощность системы ремонта БТВТ оперативного объединения до воздействия противника.

Чем быстрее может быть восстановлена до требуемых размеров нарушенная противником работоспособность системы ремонта БТВТ оперативного объединения, тем выше будет ее живучесть.

В качестве меры при оценке живучести системы ремонта БТВТ оперативного объединения может быть принята **интенсивность восстановления** $I_{восст}$ нарушенной работоспособности системы ремонта БТВТ оперативного объединения в целом или ее отдельных элементов.

Интенсивность восстановления системы ремонта БТВТ оперативного объединения определяется как простое отношение величины производственной мощности, подлежащей восстановлению, к суммарному времени, которое должно быть затрачено для восстановления, то есть

$$I_{восст} = \frac{\beta (1 - K_{ж}) Q_0}{\sum t_{восст}},$$

где β – коэффициент, учитывающий размеры, до которых должны быть восстановлены производственные мощности системы ремонта БТВТ оперативного объединения;

Q_0 – производственная мощность системы ремонта БТВТ оперативного объединения до воздействия противника;

$\sum t_{\text{восст}}$ – суммарное время, необходимое для восстановления производственных мощностей системы ремонта БТВТ оперативного объединения до заданных размеров.

Чем выше интенсивность восстановления, тем при прочих равных возможностях эффективнее система ремонта БТВТ оперативного командования.

После проведенного преобразования коэффициент живучести системы ремонта БТВТ оперативного объединения будет равен:

$$K_{\text{ж}} = 1 - \frac{I_{\text{восст}} \sum t_{\text{восст}}}{B Q_0}.$$

При рассмотрении живучести системы ремонта БТВТ оперативного объединения должны обязательно учитываться также затраты, связанные с обеспечением этой живучести. Однако, чтобы избежать предвзятого характера первоначальных решений, целесообразно вначале выбрать наиболее эффективную с точки зрения живучести и других характеристик систему ремонта БТВТ оперативного объединения, а затем ее оптимизировать по величине затрат, необходимых для ее осуществления. В связи с тем, что проведение практически любого мероприятия по увеличению или восстановлению живучести системы ремонта БТВТ оперативного объединения требует определенного расхода сил и средств (а они в военное время ограничены), большая часть этих мероприятий должна проводиться в мирное время.

4. Обобщенный критерий эффективности системы ремонта БТВТ

При решении практических задач, связанных с оценкой эффективности системы ремонта БТВТ оперативного объединения, определенный интерес представляет возможность использования **обобщенного критерия эффективности**, позволяющего посредством одного показателя объективно оценить эффективность системы ремонта БТВТ оперативного объединения. Обобщенный показатель должен учитывать: вероятность удовлетворения потребности в ремонте БТВТ оперативного объединения, продолжительность пребывания образца БТВТ в нерабочем состоянии, живучесть системы ремонта БТВТ оперативного объединения.

Обобщенным критерием может служить **коэффициент эффективности системы ремонта БТВТ оперативного объединения** $K_{\text{эфр}}$, определяемый из выражения

$$K_{\text{эфр}} = K_{\text{ГС}} K_{\text{бс}} K_{\text{ж}},$$

или

$$K_{\text{эфр}} = \left(1 - \frac{C_{\text{д.з}}}{C_{\text{о.ф}}} \right) \left(\frac{t_{\text{бс}}}{T} \right) \left(1 - \frac{I_{\text{восст}} \sum t_{\text{восст}}}{B Q_0} \right).$$

Таким образом, предложенная оценка эффективности системы ремонта БТВТ оперативного объединения позволяет многосторонне и по наиболее значимым предъявляемым к ней требованиям определить:

готовность системы к выполнению возложенных на нее задач по предназначению;
полноту удовлетворения потребности в ремонте БТВТ;
способность системы сохранять и восстанавливать утраченную работоспособность в различных условиях военной обстановки.

Список литературы

1. Инструкция о порядке технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники в Вооруженных Силах Республики Беларусь в мирное время, введенная в действие приказом М-ва обороны Респ. Беларусь от 25.10.2004 г. № 41.
2. Инструкция о порядке организации эксплуатации и ремонта бронетанковых вооружения и техники в Вооруженных Силах Республики Беларусь и транспортных войсках Республики Беларусь, введенная в действие приказом М-ва обороны Респ. Беларусь от 30.12.2009 г. № 39.

3. Розенберг, В. Я. Что такое теория массового обслуживания / В. Я. Розенберг, А. И. Прохоров. – М.: Сов. радио, 1962. – 168 с.
4. Пронкин, В. А. Теория массового обслуживания / В. А. Пронкин, С. А. Муханов. – М.: Сов. радио, 1972. – 254 с.
5. Чечетин, С. В. Основы сохранения и восстановления боеспособности вооружения / С. В. Чечетин, В. В. Карбоинов. – М.: Главное бронетанковое управление: Воениздат, 1976. – 376 с.
6. Нормативы по танкотехническому обеспечению войск / Воен. акад. бронетанковых войск, 38 НИИ МО, Киевского и Омского высших танковых инженерных училищ. – М.: Главное бронетанковое управление: Воениздат, 1986. – 208 с.

*Сведения об авторах:

Цейко Евгений Николаевич,

Осипов Геннадий Алексеевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 19.11.2013 г.

4. РАЗРАБОТКА, МОДЕРНИЗАЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

ДИСКРЕТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ФРЕТТИНГ-УСТАЛОСТИ

УДК 621.891

В. Е. Марчук*

Получены и проанализированы результаты испытаний на усталость и фреттинг-усталость образцов из стали 30ХГСА с различными видами нанесения дискретных покрытий: нанесение сетки лунок, ионное азотирование сетки лунок. Показано, что наилучшими характеристиками сопротивления усталости в условиях фреттинга обладает исследуемый материал с дискретным покрытием в виде сетки лунок с последующим ионным азотированием.

The results of fatigue tests and fretting fatigue specimens of steel 30KhGSA with various kinds of discrete surfaces application: application of the grid holes, ion nit riding mesh holes have been obtained and analyzed. The best characteristics in fatigue resistance terms fretting test material coated with a discrete grid holes with subsequent ion nit riding has been shown in the article.

Введение

Мировая практика эксплуатации авиационной техники (АТ), особенно последних десятилетий, поставила ряд новых проблем, среди которых одной из главных является проблема эксплуатации «стареющего» парка АТ, в первую очередь военного назначения. Значительные запасы неизрасходованных ресурсных возможностей конструкции АТ, наряду со значительным ростом цены новых самолетов, заставили по-новому взглянуть на стратегию проектирования и эксплуатации, а также на место ремонта в этой стратегии. В таких условиях гарантом сохранения парка АТ, отвечающих требованиям надежности и безопасной эксплуатации, становится совершенствование системы технического обслуживания и ремонта, повышение качества всех видов и форм ремонтно-восстановительных работ, их нормативно-технической базы ремонтных технологий, направленных на снижение затрат и приближение к мировым системам FAA и JAA. Поиск новых технических решений актуализируется значительным подорожанием запасных частей и агрегатов. Поэтому важным направлением в совершенствовании ремонта деталей АТ является научно обоснованный поиск прогрессивных малозатратных методов технического обслуживания, хранения и восстановления деталей и узлов АТ. Данная задача актуальна для стран постсоветского пространства (Украина, Беларусь, Россия).

Анализ статистических данных дефектов АТ показал, что 80–90 % деталей повреждается при их контактном взаимодействии при эксплуатации, 30–40 % предпосылок к досрочному снятию изделий с эксплуатации обусловлено недостаточной прочностью поверхности деталей, низкой износостойкостью, 60–70 % контактных повреждений вызвано несовершенством применяемых технологий обработки рабочих поверхностей деталей [1]. Поэтому в настоящее время исследования в области трибологии и механики контактного разрушения деталей и узлов техники при переменных режимах нагружения представляют актуальное направление. Они определяют значительную часть эксплуатационных отказов технических объектов различного назначения. Если изнашивание ведет к большим материальным потерям, то усталостные повреждения могут привести к внезапному разрушению ответственных узлов, механизмов и конструкций, что, кроме материального ущерба, может иметь катастрофические последствия. Так, в общей проблеме изнашивания деталей летательных аппаратов доля фреттинг-коррозии составляет до 50 %, а количество фреттинг-усталостных повреждений – 40 % от общих фреттинговых [2].

Защита сопряженных деталей от фреттинг-усталостных повреждений является сложной и важной проблемой. Сегодня применяются различные методы восстановления ресурса и повышения трибостойкости деталей узлов и соединений в условиях фреттинг-усталости: нанесение защитных структур для восстановления изношенного слоя, замена поврежденных деталей на новые и др.

Важным направлением в совершенствовании ремонта деталей АТ является научно-обоснованный поиск современных, прогрессивных малорасходных методов восстановления деталей и узлов АТ, внедрение которых предопределяет моделирование работы трибосопряжений, установление влияния внешних факторов на их работоспособность, изучение процессов, которые развиваются на поверхностях трения.

Одним из основных резервов повышения износостойкости деталей и узлов машин за последние десятилетия являются технологические методы создания дискретных контактирующих поверхностей, суть которых заключается в замене традиционного сплошного слоя поверхности на прерывистую мозаично-дискретную структуру, которая направлена на повышение их несущей способности и износостойкости.

Первые результаты исследований изнашивания дискретных поверхностей впервые были опубликованы в конце 30-х годов прошлого столетия К. Фальцем, который предложил создавать каналы подвода масла в неподвижные элементы подшипников в виде наклонных поверхностей канавок на плоской детали [3].

Ю. Г. Шнейдером разработана технология создания микроканалов вибрационным накатыванием [4]. Особенностью данной технологии является то, что формирование регулярного микрорельефа достигается путем пластической деформации жестким индентором.

В США в 1984 году был предложен метод формирования дискретной поверхности для удаления продуктов износа с электрических контактов при использовании технологии ионного травления [5, 6]. Впоследствии этот метод был заменен абразивной обработкой, в результате которой поверхность имела волнообразную форму.

В Японии разработано и активно применяется реактивное ионное травление (RIE) как метод формирования дискретной поверхности в виде микроямок. Были получены удовлетворительные результаты работы данной поверхности в водной среде в присутствии абразива SiC [7].

В Институте проблем прочности им. Г. С. Писаренко НАН Украины разработан новый принцип нанесения упрочняющих покрытий повышенной термомеханической прочности. Размеры и конфигурация отдельных участков покрытия устанавливаются, исходя из условий минимизации уровня напряженно-деформированного состояния при силовых температурных воздействиях на покрытие. Благодаря новому принципу многократно повышается предельное состояние покрытия: контактные нагрузки – в несколько раз, критические деформации растяжения основы – до двух порядков, долговечность – в несколько раз по сравнению со сплошным покрытием той же толщины, состава и твердости [8].

Активно развивается в мире метод формирования дискретных поверхностей с применением лазерных установок (LST). Большой объем научно-исследовательских работ в этом направлении проводится многими исследовательскими группами в Германии, Японии, США, Швейцарии. Данный метод является сегодня перспективным, поскольку позволяет быстро обрабатывать поверхности и контролировать форму и размер микроямок. Данные технологии нашли применение в различных трибосопряжениях, механических уплотнениях, подшипниках, работающих в условиях смазочной среды или «маслоголодания» [9].

Для повышения износостойкости деталей сегодня активно применяют механический метод формирования дискретных поверхностей, суть которого заключается в динамическом воздействии индентора на поверхность детали и создания микроуглублений (лунок) за счет поверхностно-пластического деформирования [10]. Микроуглубления улучшают смазывающие свойства поверхности, повышают сопротивление схватыванию и коррозии, сокращают период приработки. Выбор оптимального расположения микроуглублений

позволяет конструировать поверхность с высокими эксплуатационными свойствами, улучшить триботехнические характеристики, снизить напряженное состояние поверхности.

Необходимо отметить, что дискретные поверхности сегодня изучены недостаточно. Все работы носят экспериментальный характер. В большинстве из них лежит идея о том, что дискретная поверхность представляет собой микрорезервуары для повышения смазочного действия в условиях «маслоголодания» поверхности, микроловушки для абразивных частиц, которые попадают в трибосопряжения извне или в результате удаления продуктов износа контактирующих поверхностей. Как правило, оптимизация параметров дискретной поверхности не производится. Исследования дискретных поверхностей в условиях фреттинг-усталости сегодня отсутствуют. Важным моментом при формировании таких поверхностей механическим вдавливанием является, как было отмечено выше, напряженно-деформированное состояние в микроуглублениях.

Целью работы является исследование влияния дискретной поверхности на усталость и фреттинг-усталость стали 30ХГСА.

1. Методика исследований

Для исследований были выбраны дискретные поверхности, которые формировались за счет механического воздействия на поверхности при помощи индентора в виде микроуглублений, и такая же поверхность с последующим ионным азотированием. В качестве исследуемых материалов использовали сталь 30ХГСА как для образца, так и для контртела. Микроуглубления наносили на специальной установке, сконструированной на базе токарного станка [10]. Оптимальное расположение лунок на поверхности было выбрано из условий минимизации напряженно-деформированного состояния поверхности.

Образцы для исследования характеристик сопротивления усталости из стали 30ХГСА были подвергнуты типичной для авиационных деталей термообработке в следующем режиме: закалка, то есть нагрев до температуры 910 °С и охлаждение в масле, отпуск при 500 °С в течение 1 часа.

Испытания проводили на установке ВЛ-3 (на базе электродинамического вибростенда, сертификационный номер UA 6.001.H.313) в режиме резонансных колебаний при нормальных лабораторных условиях (рисунок 1). Плоские корсетного типа образцы испытывали в условиях симметричного поперечного консольного изгиба.

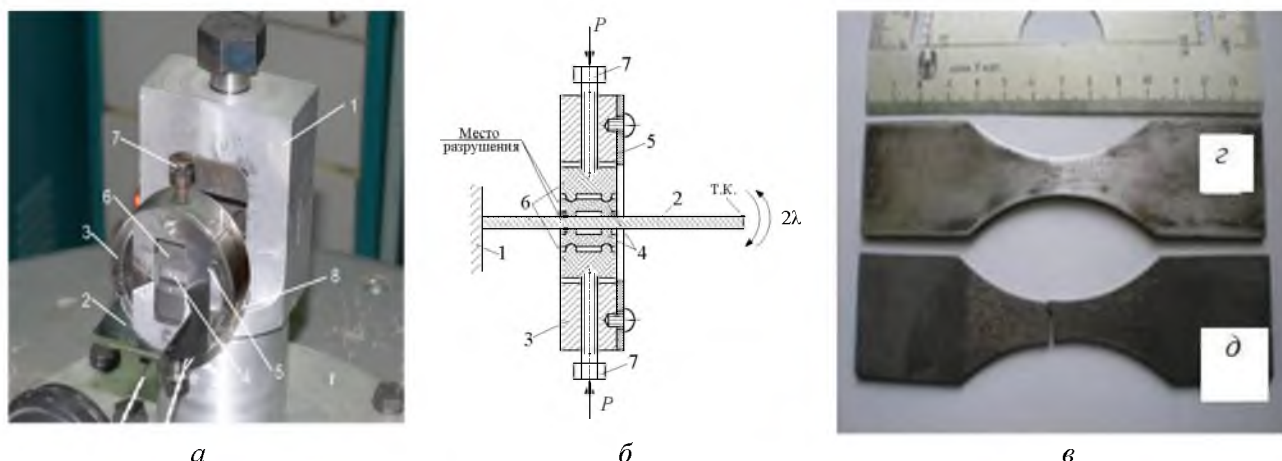


Рисунок 1 – Образец с динамометрическим кольцом для испытаний на фреттинг-усталость: *а* – общий вид; *б* – схематическое изображение (продольное сечение); *в* – общий вид исследуемых образцов (*с* – образец с покрытием в виде сетки лунок; *д* – образец с электроискровым покрытием после усталостного разрушения): 1 – зажим; 2 – образец; 3 – динамометрическое кольцо; 4 – контртела; 5 – пластина-фиксатор; 6 – вкладыши; 7 – болты; 8 – тензорезисторы 4П1-10-400

За критерий разрушения образцов принимали падение собственной частоты колебаний на 1 % по сравнению с начальным резонансным значением, что соответствовало появлению в «опасном» сечении образца поверхностной полуэллиптической макротрещины глубиной

до 0,1 мм. Частота резонансных колебаний образцов при испытаниях на усталость составляла 130 Гц, на фреттинг-усталость – 75 Гц. Следует также отметить, что номинальное контактное давление при испытаниях на фреттинг-усталость задавали на уровне 140 МПа, то есть такое, как и в работе [11].

2. Анализ результатов исследований

На рисунке 2 представлены результаты испытаний на усталость и фреттинг-усталость выше указанных партий образцов в виде кривых усталости в координатах: амплитуда напряжений σ_a – число циклов нагружения до разрушения N . Для сравнения приведены кривые усталости и фреттинг-усталости полированных образцов из стали 30ХГСА без каких-либо покрытий.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что дискретное покрытие в виде сетки лунок для данного режима его нанесения существенно понижает характеристики сопротивления усталости образцов из стали 30ХГСА по сравнению с гладкими образцами (предел выносливости уменьшился в 1,84 раза, кривые 1 и 6 на рисунке 2). Это связано с тем, что лунки являются концентраторами напряжений, и, кроме того, в процессе нанесения лунок в их окрестности на поверхности образца инициируются остаточные напряжения растяжения. Однако снижение характеристик сопротивления фреттинг-усталости образцов с лунками (кривая 2) по отношению к характеристикам их «чистой» усталости (кривая 1) существенно меньше (пределы выносливости отличаются в 1,22 раза), чем снижение таковых (кривые 7 и 6 соответственно) для гладких образцов (пределы выносливости отличаются в 1,91 раза). Это свидетельствует о некотором положительном эффекте сетки лунок по отношению к характеристикам сопротивления усталости в условиях фреттинга. Кроме этого, как видно из рисунка 2, характеристики сопротивления усталости в условиях фреттинга образцов с лунками и гладких образцов близки (пределы выносливости различаются в 1,17 раза), а в области напряжений выше пределов выносливости кривые 2 и 7 практически совпадают. Это можно объяснить на основании анализа поверхностей изломов образца. Здесь следует отметить, что после фиксации N по принятому критерию образцы продолжали нагружать до разделения их на две части в целях дальнейшего изучения поверхностей излома.

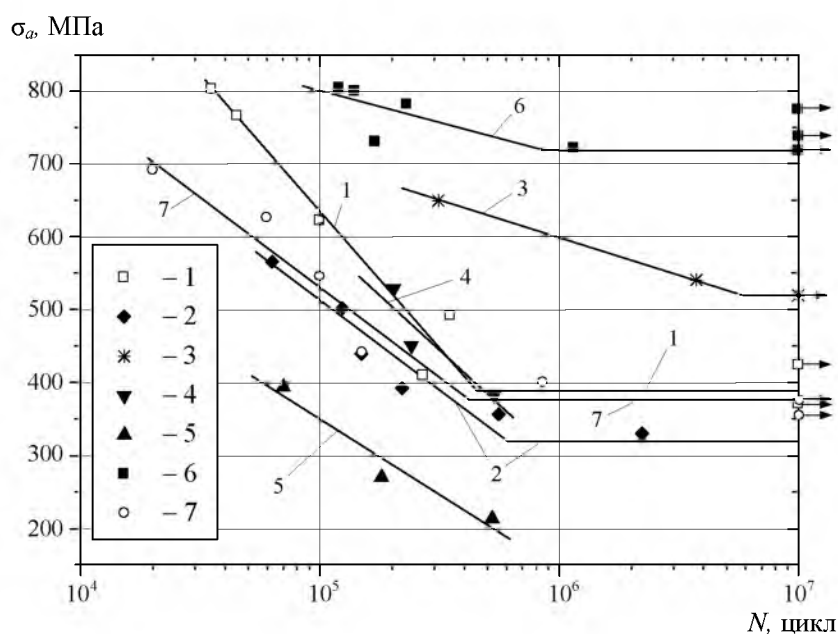


Рисунок 2 – Результаты испытаний на усталость и фреттинг-усталость образцов из стали 30ХГСА:

- 1, 3, 4, 6 – кривые «чистой» усталости; 2, 5, 7 – кривые усталости в условиях фреттинга;
 □, ♦ – образцы с лунками; * – образцы с лунками с последующим ионным азотированием;
 ▼, ▲ – образцы с электронискровым покрытием; ■, ○ – полированные образцы без покрытия

Анализ поверхностей изломов образцов с лунками показал, что в условиях фреттинга зарождение усталостных трещин происходит в одном, двух или трех очагах на поверхности «опасного» сечения и не связано с расположением лунок. Только в одном случае трещины усталости инициировались на контурах лунок, так как в этом случае край опоры контртела совпал с линией размещения лунок. Схематично это показано на рисунке 3. Однако это не повлияло на общий вид положения экспериментальных точек на кривой усталости 2, как это следует из незначительного разброса результатов. Незначительное расхождение кривых 2 и 7 при малых уровнях амплитуды нагружения, по-видимому, объясняется отличием шероховатости рабочих поверхностей образцов с лунками по сравнению с образцами исходной партии, поверхность которых полировались. Результат, проиллюстрированный на рисунке 3, свидетельствует также о том, что напряженно-деформированное состояние в зоне фреттинга определяет долговечность стали при фреттинг-усталости, а концентрация напряжений и остаточные напряжения в лунках оказывают меньшее влияние на предельное состояние материала.

Значительное снижение характеристик сопротивления усталости стали 30ХГСА в области предела выносливости при нанесении сетки лунок на поверхность образца связано с влиянием концентрации напряжений в лунках и инициированными технологией их формирования растягивающими остаточными напряжениями. Учитывая невысокие значения остаточных напряжений при оптимальном формировании дискретного покрытия, снижение предела выносливости стали 30ХГСА, оцененное по диаграмме Хей [12] через остаточные напряжения как асимметрия цикла, может составлять около 3 %.

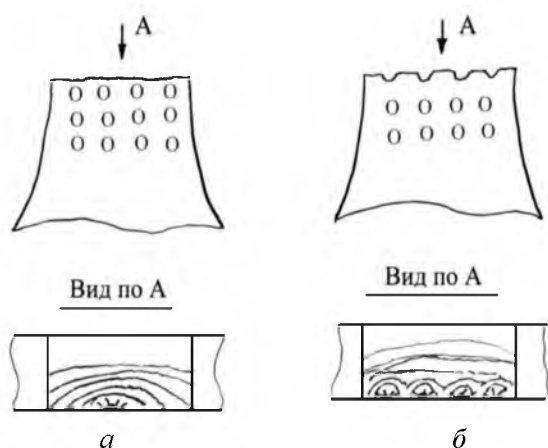


Рисунок 3 – Схематическое представление поверхности и излома образцов с лунками, разрушенных от фреттинг-усталости: а – разрушение вне лунок; б – разрушение по лункам

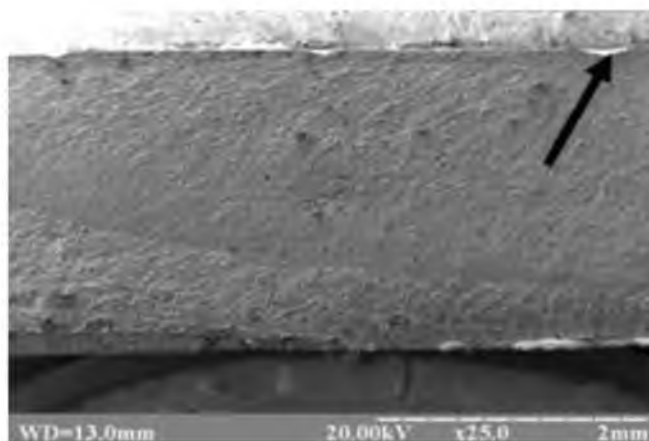


Рисунок 4 – Фрактография образца с лунками с последующим ионным азотированием (стрелкой указано место зарождения усталостной трещины)

Следовательно, основное снижение кривой усталости 1 по сравнению с кривой б на рисунке 2 связано с напряжениями от лунок как концентраторов. Действительно, если для ориентировочной оценки максимальных напряжений ($\sigma_{\max}$) взять решение Нейбера для мелкой внешней выточки [13], то

$$\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_a} = 3\sqrt{\frac{t}{2\rho}} - 1 + \frac{4}{2 + \sqrt{\frac{t}{2\rho}}},$$

где σ_a – амплитуда номинального напряжения в расчетном сечении; t – глубина мелкой внешней выточки; ρ – радиус округления выточки.

Приведенная зависимость взята для оценки напряжения ввиду того, что позволяет учесть влияние соотношения малой глубины концентратора к малому радиусу его закругления, хотя и для другой конфигурации. Из этой зависимости следует достаточно

резкое возрастание $\sigma_{\max}$ при увеличении отношения $\frac{t}{\rho}$: даже при $\frac{t}{\rho} = 1$ отношение $\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_a}$ составляет 2,6.

Таким образом, можно допустить, что, действительно, концентрация напряжений за счет лунок привела к значительному снижению предела выносливости испытанной стали. Учитывая это, а также результаты исследований, представленных кривой 3 (см. рисунок 2), можно полагать, что азотирование поверхности с лунками привело к значительному повышению характеристик сопротивления усталости исходного материала до уровня, который может быть определен через эффективный коэффициент концентрации напряжений, следующий из соотношения напряжений по кривым 6 и 1 (см. рисунок 2). Другими словами, это величина предела выносливости около 900 МПа, если считать, что концентрация напряжений от лунок после азотирования поверхности осталась на том же уровне, что и до азотирования.

Как видно из рисунка 2, существенный положительный эффект на характеристики сопротивления усталости оказывает ионное азотирование поверхностей образцов с лунками. Такой вывод был сделан на основании следующих фактов, полученных в эксперименте. При испытаниях на фреттинг-усталость трех образцов этой партии ни один из них не разрушился от фреттинга, т.е. разрушение происходило от «чистой» усталости в зоне действия максимальных напряжений по линии расположения лунок (см. рисунок 4). При этом в сечении на линии контакта с контртелом напряжение было на 20 % меньше. Несмотря на это, эти напряжения существенно выше, чем напряжения, при которых происходило разрушение от фреттинг-усталости и усталости образцов с лунками (кривые 1 и 2, см. рисунок 3). Поэтому логично заключить, что предполагаемая кривая фреттинг-усталости образцов с ионным азотированием лунок близка к кривой «чистой» усталости и характеристики сопротивления фреттинг-усталости существенно выше, чем у образцов с лунками и у исходных полированных образцов фреттинга.

Выводы

1. Краткий обзор методов повышения защитных свойств конструкционных материалов, и в частности стали 30ХГСА, которая в настоящее время используется в АТ, свидетельствует о необходимости изучения влияния дискретных покрытий на характеристики сопротивления усталости материалов в условиях фреттинга и разработки оптимальных методов нанесения таких покрытий. Эти покрытия на сегодняшний день являются достаточно перспективными для использования в условиях контакта и трения с износом.

2. Нанесение дискретного покрытия в виде сетки точечных углублений (лунок) снижает предел выносливости образцов из стали 30ХГСА в условиях «чистой» усталости в 1,84 раза по сравнению с исходным материалом без покрытия. В то же время в условиях фреттинг-усталости это снижение незначительно – в 1,17 раза.

3. Обработка точечного покрытия в виде сетки лунок ионным азотированием существенно повышает характеристики сопротивления усталости исследуемого материала в условиях фреттинга. Предел выносливости повысился в 1,4 раза. Из выполненного анализа результатов сделан вывод о значительном повышении исходного предела выносливости стали 30ХГСА за счет азотирования поверхности образцов.

Список литературы

1. Фролов, К. В. Проблемы надежности и ресурса в машиностроении / К. В. Фролов, А. П. Гусенкова. – М.: Наука, 1988. – 245 с.
2. Шевеля, В. В. Фреттинг-усталость металлов / В. В. Шевеля. – Хмельницкий: Поділля, 1998. – 299 с.
3. Фальц, К. Рациональные смазочные канавки в подшипниках / К. Фальц. – М.: Госиздат, 1929. – 61с.

4. Шнейдер, Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулируемым микрорельефом / Ю. Г. Шнейдер. – Л.: Машиностроение, 1982. – 248 с.
5. Saka, N. Boundary lubrication of undulated metal surface at elevated temperatures / N. Saka // Tribology Transactions. – 1989. – № 32. – P. 385–389.
6. Suh, N. P. Control of friction / N. P. Suh, M. Mosleh, P. S. Howard // Wear. – 1994. – № 175. – P. 151–158.
7. Wang, X. Improving The anti-seizure ability of SiC seal in water with RIE texturing / X. Wang, K. Kato // Tribology Letters. – 2003. – № 14. – P. 275–280.
8. Ляшенко, Б. А. Упрочняющие покрытия дискретной структуры / Б. А. Ляшенко, А. Я. Мовшович, А. И. Долматов // Технологические системы. – 2001. – № 4. – С. 17–25.
9. Etsion, I. State of the art in laser surface texturing / I. Etsion // 7th Biennial conference on Engineering systems design and analysis, July 19–22, 2004, Manchester, United Kingdom. – P. 1–9.
10. Пристрій для утворення на плоскій поверхні тертя рельєфу заглибин, що утримують мастильні матеріали: пат. Україна, F01L 1/20, F01L 1/46 / В. Є. Марчук, І. Ф. Шульга, О. І. Шульга, О. Є. Плюсін; НАОУ. – № 13762; заявл. 24.10.2005; опубл. 17.04.2006. // Бюл. № 4. – 2004.
11. Цибаньов, Г. В. Фретинг-втома деталей авіаційної техніки / Г. В. Цибаньов, В. Є. Марчук, О. М. Герасимчук // Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб. – 2008. – Вип. 49. – Т. 2. – С. 177–190.
12. Марчук, В. Є. Моделювання напружено-деформованого стану дискретної поверхні / В. Є. Марчук, Б. А. Ляшенко, В. І. Калініченко // Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб. – 2008. – Вип. 49. – Т. 2. – С. 25–30.
13. Нейбер, Г. Концентрация напряжений / Г. Нейбер. – М.: Гостехтеориздат, 1947. – 204 с.

*Сведения об авторе:

Марчук Владимир Ефремович,
 Национальный авиационный университет, г. Киев.
 Статья поступила в редакцию 09.09.2013 г.

БОРЬБА С ТАНКОВЫМИ, МОТОПЕХОТНЫМИ, ПЕХОТНЫМИ, ПРОТИВОТАНКОВЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПРОТИВНИКА

УДК 358.1

В. М. Михнёнок, И. К. Мурзич, С. П. Мирончук*

В статье рассматриваются особенности огневого поражения танковых, пехотных подразделений противника, раскрыты многие факторы, влияющие на эффективность ударов авиации, огня артиллерии, танков, боевых машин пехоты и других огневых средств. Использование данных рекомендаций может позволить существенно повысить результативность огневого поражения противостоящей группировки войск противника.

In article are considered particularities of the fire defeat tank, infantry of the subdivisions of the enemy, open many factors, influencing upon efficiency blow to aviations, fire to artillery, tank, combat machines of the infantry and other fire facilities. Use data recommendation can enable greatly to raise efficiency of the fire defeat withstanding groups of the troops of the enemy.

Для установления контроля над территорией противника военными специалистами объединенных вооруженных сил (ОВС) блока НАТО не отрицается необходимость применения танковых, мотопехотных, пехотных соединений (частей, подразделений). Ведение наступательных действий названными формированиями проводится при поддержке бомбардировочной и штурмовой авиации, боевых вертолетов и артиллерии.

Переход в наступление может осуществляться с ходу или из положения непосредственного соприкосновения с противником. Основным способом является наступление с ходу. Наступление из положения непосредственного соприкосновения применяется в случаях, если наступление с ходу не удалось или в ходе сближения с противником установлено, что войскам предстоит прорвать хорошо подготовленную и укрепленную оборону или перед этим велись оборонительные действия.

При наступлении с ходу и при наличии у обороняющихся полосы обеспечения (передовой полосы обороны) первыми обычно выдвигаются войска прикрытия (передовые отряды). В качестве войск прикрытия могут использоваться разведывательные батальоны соединений или батальонные тактические группы, усиленные подразделениями полевой и зенитной артиллерии, инженерных войск. В механизированной (бронетанковой) дивизии США в качестве войск прикрытия могут использоваться один-два разведывательных батальона, полученные на усиление из состава отдельного бронекавалерийского полка. За войсками прикрытия вступают в бой авангарды (передовое охранение бригад первого эшелона силой до батальона каждый) с задачей подавления очагов сопротивления и наращивания усилий для быстрого преодоления полосы обеспечения. Выдвижение главных сил дивизий на рубежи развертывания проводится в походном порядке по заранее выбранным маршрутам под прикрытием средств противовоздушной обороны и авиации.

В условиях, когда обороняющиеся ведут рассредоточенную оборону на широком фронте, батальоны первого эшелона ОВС НАТО обычно осуществляют сближение с противником и ведут фронтальное наступление, поражая противника огнем своих подразделений. Батальоны последующих эшелонов могут наращивать усилия или совершать обходной маневр для нанесения удара во фланг или тыл батальонов первого эшелона обороняющихся [1]. Затем осуществляется разгром живой силы и огневых средств в районах расположения огневых позиций артиллерии и батальонов вторых эшелонов соединений. Кроме того, возможно, что бригады первого эшелона наступающей группировки, не ввязываясь в затяжные бои, обойдут очаги (узлы) сопротивления и будут продвигаться между ними как можно быстрее в боевых, а иногда предбоевых порядках до выполнения поставленных задач [2]. Задачи по ликвидации очагов сопротивления обороняющихся в этом случае возлагаются на воинские части (подразделения) бригад второго эшелона. Необходимо отметить, что зарубежные военные специалисты не рекомендуют частям и подразделениям вступать в ближний бой при блокировании очагов сопротивления. Их ликвидация осуществляется путем нанесения огневого поражения бомбардировочной и штурмовой

авиацией, боевыми вертолетами, огнем артиллерии, танками, находящимися вне зоны досягаемости огня основных противотанковых средств войск, захватом населенных пунктов и последующей их зачисткой [3, 4].

Изложенный способ ведения боевых действий ОВС НАТО создает серьезные проблемы при поражении танковых, мотопехотных, пехотных, противотанковых подразделений противника. Для их решения необходимо принять ряд мер, касающихся прежде всего осуществления комплексного огневого поражения противника.

Для успешной борьбы с танковыми, мотопехотными, пехотными подразделениями противника в современных условиях их поражение необходимо осуществлять уже на дальних подступах к обороне, привлекая не только авиацию, ракетные войска и артиллерию (РВиА), но и общевойсковые и инженерные подразделения.

Поражение колонн противника возможно при ведении нашими войсками как оборонительных, так и наступательных действий. В обороне огонь по названным объектам может вестись при выдвижении и развертывании противника для атаки, вводе в бой вторых эшелонов, перемещении его в ходе боя. При ведении нашими войсками наступательных действий огонь по колоннам возможен в процессе выдвижения и развертывания противника для проведения контратак (контрударов), отходе, перемещении в ходе боя.

Эффективность огня артиллерии при поражении пехотных рот, выдвигающихся на автомобилях или пешими колоннами, может достигать 30 % [5]. Имея такие потери, подразделения противника могут временно лишиться боеспособности. При осуществлении повторного огневого налета по рассматриваемым объектам уровень нанесенного ущерба может составить 50 %. Отсюда следует, что пехотные роты после осуществления по ним двух и более огневых налетов могут полностью потерять свою боеспособность.

Эффективность поражения колонн бронированной техники артиллерией сравнительно невысока. При привлечении для выполнения огневой задачи двух артиллерийских дивизионов степень поражения мотопехотных (танковых) рот может достигать 7–9 %. Степень поражения колонн танков (боевых машин пехоты (БМП), бронетранспортеров (БТР)) может составить более 10 % при условии проведения по каждой из них двух-трех огневых налетов. Такой показатель эффективности стрельбы может обеспечить временное лишение боеспособности рассматриваемых объектов, поскольку военные специалисты блока НАТО считают, что при потерях 10 % и выше подразделение временно теряет боеспособность и требуется ее восстановление [6, 7]. При нанесении ударов штурмовой авиации по колоннам бронированной техники математическое ожидание числа уничтоженных отдельных объектов может достигать 50 % [8]. На восстановление боеспособности при наличии таких потерь подразделению может потребоваться от 1 до 7 суток, а иногда и более.

Учитывая рекомендации [9] и сведения о глубине колонн войсковых формирований ОВС НАТО, можно сделать вывод, что для поражения пехотных рот, выдвигающихся на автомобилях или пешими колоннами, достаточно одного артиллерийского дивизиона. Для ведения огня по колоннам мотопехотных (танковых) рот необходимо привлекать не менее двух дивизионов. В условиях, когда количество огневых средств недостаточно (например, при ведении рассредоточенной обороны) для ведения огня по колоннам, имеющим бронированную технику, возможно привлечение одного дивизиона. В этом случае эффективность стрельбы составит 4–5 %. Колонны батальонов (дивизионов) противостоящей группировки будут иметь в своем составе не менее трех ротных (батареиных) колонн. Отсюда следует, что при ведении огня по колоннам, в составе которых отсутствует бронированная техника, потребуется привлекать не менее трех артиллерийских дивизионов, а при поражении танковых (мотопехотных) батальонов, дивизионов самоходных бронированных орудий – не менее шести. Однако следует учитывать, что при поражении колонн основными целями (задачей) стрельбы артиллерии являются их задержка или воспреещение движения, а участки сосредоточенного огня готовятся в местах, которые противник при движении не может миновать и где трудно или невозможно расчлени-

колонну. Исходя из этого, можно предположить, что для решения задачи стрельбы будет достаточно привлечения двух дивизионов для ведения огня по колоннам танков (БМП, БТР, самоходных орудий) и одного дивизиона для стрельбы по пешим и автомобильным колоннам, даже если их глубина будет превышать нормы, установленные в [9]. Необходимо отметить, что следствием огневого налета по колонне может быть увеличение дистанции между машинами и скорости их движения, то есть возможен результат, противоположный целям, которые определены в [9] при поражении колонн.

Показатель эффективности огня артиллерии при стрельбе по колоннам танков, БМП, БТР имеет почти одинаковое численное значение. Однако при поражении колонн танковых рот величина снижения боевого потенциала может быть больше в два раза в сравнении с величиной снижения боевого потенциала колонн мотопехотных рот. Величина снижения боевого потенциала при поражении колонн пехотных рот в сравнении с колоннами танковых и мотопехотных рот будет выше соответственно в 2,4 и 4,7 раза. Поэтому наиболее предпочтительным в рассматриваемых условиях будет выбор для поражения артиллерией колонн пехотных рот, затем танковых и в последнюю очередь мотопехотных.

Для нанесения ударов авиации по колоннам противника назначают такое количество сил и средств, чтобы была практическая уверенность в успешном выполнении поставленной боевой задачи в данных условиях. При этом в зависимости от типа поражения может обеспечиваться вывод из строя объекта на сроки от 1 часа до 1 суток, от 1 до 7 суток и от 7 суток и более [8]. Математическое ожидание относительного ущерба при поражении танковых и мотопехотных подразделений может составить 50 %, а иногда и более. Вместе с тем необходимо учитывать, что при поражении колонн танковых подразделений величина снижения боевого потенциала в 1,8–2,9 раза выше, чем при поражении мотопехотных, поэтому в первую очередь целесообразно осуществлять удары штурмовой авиации по танковым подразделениям, а затем по мотопехотным.

При поражении колонн целесообразно широко применять огневые засады. Состав сил и средств, выделенных в засаду, может быть различен. Он должен обеспечивать возможность поражения не только бронированной и другой техники, но и живой силы противника. В огневую засаду может выделяться взвод (отделение, танк), усиленный установками противотанковых управляемых ракет (ПТУР), огнеметчиками и саперами с необходимым комплектом мин и переносным комплектом минирования [10, 11]. Кроме того, в состав засады желательно включать офицера-артиллериста – корректировщика артиллерийского огня с одним (двумя) артиллерийским разведчиком и радиотелефонистом, оснащенным средствами разведки и связи. Позиция огневой засады должна обеспечивать скрытное расположение подразделения (танка), иметь хорошие условия для наблюдения, ведения огня и пути отхода. Внезапность действий может позволить увеличить боевые возможности огневых средств, выделенных в засаду, в 1,5–2 раза. На эффективность средств, используемых в засаде, существенное влияние оказывает также дальность стрельбы. Открытие огня с предельно близкой дистанции (в упор) повышает результативность применения танков в 2–2,3 раза, установок ПТУР в 1,1–1,2, боевых машин пехоты в 1,5–2, стрелкового оружия в 2,1–3 раза. Разумно организованная система огня в сочетании с минно-взрывными заграждениями, устроенными на танкодоступных направлениях, путях возможного выдвижения или отхода противника, могут позволить нанести ему существенный ущерб.

Обычно у противника, действующего в предбоевом или походном порядке, в первую очередь уничтожаются головные и замыкающие колонну машины в целях сковывания его маневра. В огневой засаде не исключен и такой способ действий, когда колонна противника пропускается мимо позиции засады, а затем внезапно атакуется и уничтожается огнем с тыла.

Следует отметить, что силы и средства, выделенные в засаду, в первые минуты после открытия огня практически не несут потерь. Поэтому огневое воздействие на противника должно быть, по возможности, непродолжительным. После выполнения задачи и отхода

подразделений с места проведения засады остановившуюся колонну противника можно поражать огнем артиллерии как неподвижную ненаблюдаемую (наблюдаемую) цель. В этом случае при определении установок для стрельбы на основе полной подготовки степень поражения танковых мотопехотных подразделений может составить 17–24 %. При осуществлении корректирования огня артиллерии эффективность стрельбы может возрасти в 1,5–2 раза.

С развертыванием мотопехотных (танковых) рот во взводные колонны их поражение может осуществляться подвижным заградительным огнем (ПЗО). Эффективность стрельбы артиллерии при ведении ПЗО незначительна. На каждом рубеже названного вида огня численное значение показателя эффективности стрельбы в среднем достигает 1–4 %. Однако следует иметь в виду, что при ведении ПЗО расстраиваются боевые порядки атакующих бронеобъектов, замедляется темп атаки, снижается эффективность огня противника и создаются выгодные условия для ведения стрельбы противотанковых средств воинских частей (подразделений).

Результативность ПЗО при стрельбе артиллерии во многом зависит от фронта атакующих рот противника. Поэтому такой вид огня целесообразно планировать на направлениях, где фронт атакующих рот будет равен (или незначительно превысит) фронту заградительного огня. Такой фронт возможен на направлениях сосредоточения основных усилий противника или в условиях, когда местность не позволяет иметь более широкий боевой порядок. Эффективность огня на каждом рубеже ПЗО можно повысить в 1,5–2 раза при стрельбе двумя дивизионами внакладку по каждому участку ПЗО. Планировать ПЗО на направлениях наступления противника, где фронт его атакующих танковых рот может превышать фронт заградительного огня в два раза и более, нежелательно. На таких направлениях разумно планировать глубокий неподвижный заградительный огонь (НЗО). Несмотря на то что его эффективность при борьбе с бронеобъектами незначительна, такой вид огня может обеспечить высокие потери пехоты противника, атакующей вместе с танками, и не дать ей спешиться. Потери пехоты противника в зависимости от фронта атакующих подразделений на каждом рубеже глубокого НЗО могут составить 23–30 %. Таким образом, глубокий НЗО можно использовать как на главном, так и на других направлениях наступления противника. При этом в случае планирования глубокого НЗО на двух рубежах потери его пехоты могут составить от 38 до 51 %, на трех – от 50 до 75 %. Приведенные численные значения показателей эффективности позволяют утверждать, что планировать более трех рубежей глубокого НЗО нецелесообразно. В большинстве случаев для отражения атаки противника достаточно будет двух рубежей глубокого НЗО. При ведении одинарного НЗО потери пехоты противника могут быть 23–30 %.

Для нанесения ударов по наступающим танкам может привлекаться штурмовая авиация. При этом в зависимости от количества используемых сил и средств обеспечивается вывод из строя не менее 50 % бронеобъектов противника на срок от 1 часа до 1 суток или от 1 до 7 суток [8]. Высокой эффективностью по отражению атак (контратак) бронеобъектов противника обладает авиация непосредственной авиационной поддержки. Еще большее повышение результативности боевого применения названного рода авиации возможно за счет увеличения количества противотанковых управляемых ракет (ПТУР), имеющих на вооружении каждого вертолета.

После окончания ведения заградительного огня и с выходом противника на рубеж безопасного удаления от разрывов снарядов артиллерия будет вынуждена переключиться на выполнение огневых задач по объектам, находящимся в глубине. К этому времени появится возможность поражения рот бригадных резервов противника, а в отдельных случаях при наличии дальнобойных пушечных и гаубичных артиллерийских систем и рот дивизионных резервов.

В наступательном бою поражение артиллерией подразделений бригадных резервов противника в районах расположения возможно в период огневой подготовки атаки. Танковые (мотопехотные) роты дивизионных резервов будут находиться на значительном

удалении от переднего края. Их поражение станет возможным в период огневой поддержки наступающих войск после перемещения артиллерии на огневые позиции, назначенные для выполнения задач в ходе боя.

Результаты расчетов эффективности огня артиллерии показывают, что при поражении пехотных рот, находящихся в районах сосредоточения, показатель эффективности стрельбы составляет около 48 %, то есть почти достигает уровня, при котором объект считается уничтоженным. Уровень потерь танковых и мотопехотных рот может составить 24 и 17 % соответственно. Эффективность стрельбы по воинским формированиям дивизионных резервов на 2–3 % ниже, чем при стрельбе по аналогичным подразделениям бригадных резервов. Кроме того, необходимо учитывать, что танковые и мотопехотные подразделения бригад второго эшелона противника находятся на удалении более 10 км от линии боевого соприкосновения и для поражения необходимо большее количество боеприпасов [9].

Для достижения тридцатипроцентного уровня потерь танков (БМП, БТР), находящихся в районах сосредоточения, необходимо осуществить повторный огневой налет с тем же расходом боеприпасов.

Проведенный анализ эффективности огня артиллерии и количества боеприпасов, необходимого для выполнения огневых задач по рассматриваемым объектам, позволяет сделать вывод – при выборе целей для поражения в первую очередь желательно принимать к поражению пехотные роты бригадных резервов противника, затем пехотные роты дивизионных резервов. Третье, четвертое и пятое место по приоритетности выбора для поражения занимают танковые роты бригадных, дивизионных резервов и мотопехотные роты бригадных резервов соответственно. Выбор расположенных укрыто пехотных рот бригадных резервов противника, мотопехотных и пехотных рот дивизионных резервов следует осуществлять в шестую, седьмую и восьмую очередь.

При выборе рассматриваемых объектов для поражения необходимо учитывать, что танковые и мотопехотные роты состоят из ряда уязвимых элементов, поражение хотя бы одного из которых может привести к снижению боеспособности или поражению всего объекта. Основными элементами рассматриваемых объектов являются танки (БМП, БТР) и личный состав. В связи с тем, что в районах расположения живая сила противника не сможет постоянно находиться в боевой технике, можно предположить, что вывод из строя объектов может быть достигнут, если потери в личном составе будут составлять 30 или 50 %. В этом случае цель будет подавлена или уничтожена при меньшем расходе боеприпасов. Для более качественного использования фактора внезапности, увеличения потерь противника, оказания на его живую силу наиболее сильного морально-психологического воздействия возможно планирование и осуществление не одного, а нескольких огневых налетов. В этом случае в первые минуты каждой огневой задачи, выполняемой нашей артиллерией, противник будет застигнут врасплох вне укрытий, что приведет к большим потерям в его живой силе. Необходимо учитывать, что для выхода из-под огня подразделений, имеющих в своем составе бронированную технику, может потребоваться до 10 минут. Поэтому поражение воинских формирований, находящихся в районах расположения, целесообразно осуществлять в течение 5–10 минут.

К поражению мотопехотных (танковых) рот, находящихся в районах сосредоточения, при условии их расположения в соответствии с существующими нормативами в ОВС НАТО желательно привлекать не менее трех артиллерийских дивизионов. При этом в зависимости от их количественно-качественного состава продолжительность стрельбы может составить от 4 до 15 минут, а при привлечении четырех может сократиться до 3–8 минут. В случае когда поражение воинских формирований противника, находящегося в районах расположения, будет осуществляться несколькими огневыми налетами, к его поражению возможно привлечение одного дивизиона. Расход снарядов при этом не должен превышать возможностей артиллерийского подразделения.

Использование штурмовой авиации для поражения танковых, мотопехотных подразделений бригадных и дивизионных резервов противника возможно как в

оборонительном, так и в наступательном бою. Удаление рассматриваемых объектов от линии боевого соприкосновения не оказывает существенного влияния на эффективность боевого применения авиационных средств поражения. Математическое ожидание ущерба (числа пораженных объектов) может составить 50 %. При этом объекты могут быть выведены из строя на срок от 1 часа до 1 суток или от 1 до 7 суток [8]. Величина снижения боевого потенциала при нанесении ударов по танковым подразделениям, находящимся в районах сосредоточения, в 1,9–3,1 раза выше, чем по мотопехотным. Поэтому для нанесения ударов авиации необходимо в первую очередь выбирать танковые формирования. Вместе с тем следует учитывать, что на результативность нанесения ударов авиации и боевых полетов существенное влияние оказывает противодействие средств ПВО противника. Выбор варианта выполнения боевой задачи, при котором численное значение вероятности преодоления противодействия средств ПВО имеет высокое значение, может значительно увеличить эффективность применения авиации.

При блокировании опорных пунктов, очагов сопротивления живая сила противника со своими огневыми средствами может занимать на местности площадь (оборонительную позицию) различных размеров и располагаться открыто или быть укрытой.

В случае когда живая сила расположена открыто, ее поражают одним коротким огнем артиллерии, ведущимся беглым огнем. Расход снарядов, установленный в [9], обеспечивает высокую степень поражения такого объекта (в среднем около 50 %).

Укрытая живая сила и огневые средства могут располагаться в непрерывных окопах (траншеях). Система таких укрытий условно называется поспешно занятой оборонительной позицией [12, 13]. Если личный состав противника со своим вооружением занимает перекрытые полностью или частично окопы (траншеи), в системе укрытий имеются блиндажи, перекрытые убежища, то такая позиция считается заблаговременно подготовленной. Для поражения названных объектов установлен одинаковый расход снарядов. Вместе с тем степень инженерного оборудования оказывает влияние на эффективность стрельбы артиллерии. Степень поражения противника на поспешно занятой оборонительной позиции установленным количеством боеприпасов может изменяться от 20 до 30 %. В среднем эффективность стрельбы по таким объектам составляет 24 %. При выполнении огневых задач по противнику, занимающему заблаговременно подготовленную оборонительную позицию, среднее численное значение показателя эффективности стрельбы артиллерии может составлять от 12 до 18 %.

Необходимо отметить, что расход боеприпасов при поражении объектов, расположенных укрыто, больше в три раза по сравнению с расходом при стрельбе по аналогичным целям, расположенным открыто. Отсюда следует, что при выборе объектов, находящихся на оборонительных позициях, в первую очередь следует поражать группы пехоты (мотопехоты), расположенные открыто. Необходимо учитывать, что в таком состоянии объекты будут пребывать весьма непродолжительное время. Сразу после занятия позиции личный состав противника приступит к ее инженерному оборудованию. Уже через несколько десятков минут ранее открыто расположенный объект можно будет классифицировать как укрытый. Формирования противника, которые находятся на поспешно занятой оборонительной позиции, необходимо поражать во вторую очередь. Для поражения подразделений, занимающих заблаговременно подготовленные оборонительные позиции, требуется большее количество боеприпасов и эффективность стрельбы по ним ниже.

При использовании штурмовой авиации для нанесения ударов по живой силе и огневым средствам противника, занимающим заблаговременно подготовленную огневую позицию (взводный опорный пункт), ущерб может составить 50 %. Непораженная часть рассматриваемого объекта в большинстве случаев сможет достаточно быстро восстановить свою боеспособность. Поэтому своевременно использовать результаты огневого поражения не всегда будет возможно.

Огневое поражение танковых, мотопехотных, пехотных подразделений противостоящей группировки силами и средствами наших общевойсковых подразделений,

находящихся в опорных пунктах или очагах сопротивления, будет возможно при проведении противником атак. Однако наиболее вероятно, что подразделения противника будут стремиться не вступать в ближний бой и осуществлять огневое поражение, находясь вне зоны досягаемости огня обороняющихся. Уничтожение формирований противника, пытающихся осуществить (осуществляющих) блокирование опорных пунктов, очагов сопротивления, станет возможным в результате действий общевойсковых подразделений, входящих в состав маневренных (рейдовых) групп. Наиболее эффективны действия таких групп будут сразу после занятия позиции личным составом противника до того, как он успеет осуществить их инженерное оборудование. Удар необходимо наносить внезапно. Возможности по уничтожению бронеобъектов противника при упреждении противника в открытии огня могут увеличиться в 1,5–2 раза. Скорость (темп) движения атакующих подразделений должна быть достаточно высокой. Быстрое сокращение дистанции существенно повышает эффективность поражения танков и БМП противника. В наилучшей степени сила удара может проявиться при его нанесении по противнику с тыла или во фланг. В первом случае высокая эффективность поражения бронеобъектов противника будет обусловлена тем, что противнику необходимо развернуться для отражения атаки и затратить на это определенное время. Во втором случае нахождение части огневых средств на линии огня другой части своих же средств не позволит реализовать их боевые возможности в полной мере. Кроме того, в обоих случаях огонь будет открываться и затем вестись атакующими по наиболее уязвимым местам бронеобъектов противника. Согласованные по цели, месту и времени удары авиации, огонь артиллерии, заранее продуманное и разумное размещение минно-взрывных заграждений и наступательные действия общевойсковых подразделений могут позволить нанести противнику существенный ущерб.

К объектам, поражение которых может осуществляться огнем артиллерии с закрытых огневых позиций, относятся также противотанковые средства (противотанковые орудия, установки противотанковых управляемых ракет (ПТУР)). Огонь по названным объектам может вестись при размещении их в районах сосредоточения или в боевых порядках. В первом случае они представляют групповые бронированные или небронированные объекты, которые могут располагаться открыто или укрыто и поражаться в соответствии с рекомендациями по поражению объектов, находящихся в районах сосредоточения. Во втором случае противотанковые средства располагаются на значительных расстояниях друг от друга, поэтому стрельба по ним ведется, как по отдельным целям. К выполнению задач рекомендуется привлекать от одной до трех батарей. Однако установленный расход снарядов для поражения рассматриваемых объектов настолько большой, что для их уничтожения в короткие сроки желательно привлекать артиллерийский дивизион. При выполнении названной задачи шестиорудийной батареей расход на одно орудие составляет 50 снарядов.

Вместе с тем особенности боевого применения противотанковых средств, степень их защищенности, состояние укрытости и установленные нормы расхода снарядов [9] не позволяют достичь показателя эффективности, соответствующего этой задаче. Проведенные расчеты показывают, что вероятность уничтожения небронированных установок ПТУР в среднем составляет 50–60 %. Таким образом, задача стрельбы на поражение таких объектов будет заключаться в их подавлении, то есть создании таких условий, при которых они временно лишаются возможности вести огонь. Эти условия могут быть достигнуты при плотности ведения огня не ниже норм, предусмотренных при ведении последовательного сосредоточения огня. Учитывая, что рассматриваемые объекты занимают ограниченную площадь, для подавления целей рассматриваемого типа достаточно артиллерийской батареи. Следует отметить, что такой подход к поражению небронированных, бронированных, укрытых, расположенных открыто противотанковых средств обеспечивает низкий показатель эффективности стрельбы, однако позволяет создать условия, при которых объекты будут временно лишены боеспособности, кроме того, снизить количество привлекаемых огневых средств и расход боеприпасов для их поражения. Изложенный подход к огневому поражению противотанковых средств может быть использован для

ведения огня и по отдельным БМП (БТР) при необходимости создания условий, когда они должны быть временно лишены возможности выполнять задачи по своему боевому предназначению.

Необходимо учитывать, что отдельные бронированные и небронированные противотанковые средства обычно будут наблюдаться с наземных командно-наблюдательных пунктов артиллерии. В этом случае появляется возможность определения установок для стрельбы пристрелкой. Использование пристрелки позволяет сократить расход боеприпасов в несколько раз.

Осуществляя выбор противотанковых средств для поражения артиллерией, более важными следует считать установки ПТУР противника, расположенные открыто. Небронированные установки ПТУР, расположенные укрыто, необходимо выбирать во вторую очередь. Наименьшую важность из рассматриваемых объектов представляют бронированные установки ПТУР.

Необходимо отметить, что стрельба прямой наводкой по противотанковым орудиям, установкам ПТУР противника наиболее эффективна. В этом случае выполнение задачи по уничтожению названных объектов противника может быть осуществлено в короткие сроки и с минимальным расходом боеприпасов.

Одной из важнейших задач сегодня является организация разведки противника в ближайшей глубине его оперативного построения. Для своевременного обнаружения объектов в интересах их поражения авиацией и РВиА необходимо создать комплексную систему разведки, которая бы обеспечивала своевременное получение разведывательных сведений. В качестве средств разведки могут применяться скрытые видеокамеры для наблюдения, комплекты разведывательно-сигнализационной аппаратуры. К ведению разведки должны привлекаться специальные разведывательные и разведывательно-диверсионные группы, подразделения из состава засад. В названных группах должны иметься специалисты, обученные ведению артиллерийской разведки, с соответствующим комплектом приборов. Желательно, чтобы такой комплект артиллерийских приборов позволял применять управляемые артиллерийские снаряды. Такая система разведки позволит осуществлять огневое поражение выдвигающегося или находящегося в районах сосредоточения противника, начиная с максимальных дальностей стрельбы.

Ракетные удары, огонь артиллерии, дистанционное минирование местности целесообразно чередовать с ударами штурмовой и бомбардировочной авиации, а по возможности и с ударами боевых вертолетов.

Кроме того, огонь артиллерии и удары авиации нужно увязывать с системой инженерных заграждений. При заблаговременной подготовке районов инженерно-саперными подразделениями на участках возможного движения (размещения) противника целесообразно устанавливать управляемые мины и фугасы. Управление подрывами может осуществляться по данным, получаемым от видеокамер для наблюдения.

Существенный урон танковым, мотопехотным, пехотным, противотанковым подразделениям противника на подступах к обороне может быть нанесен действиями из засад. В огневую засаду может выделяться взвод (отделение, танк). В состав подразделений, осуществляющих действия из засад, целесообразно также включать специалистов, обученных ведению разведки и управлению огнем артиллерии.

Если организовать по единому плану разведку, огневое поражение противника РВиА, авиацией, общевойсковыми подразделениями в сочетании с минно-взрывными заграждениями на всех возможных маршрутах выдвижения, то подразделениям противника будет нанесен существенный ущерб еще до выхода к переднему краю наших войск.

С выходом противника к переднему краю наших войск необходимо навязать ему то, чего он избегает, — контактные действия. Сближение с противником не позволяет использовать средства дальнего огневого поражения для поддержки действий войск, что в определенной степени повышает шансы на успех обороняющейся стороны.

Таким образом, рассмотренные особенности организации и осуществления огневого поражения танковых, мотопехотных, пехотных, противотанковых формирований противника являются основой для их творческого развития при проведении дальнейших исследований в научных и учебных организациях, а также в войсках. Очень важно при выработке рекомендаций по разрешению рассматриваемого вопроса исключить шаблонность, поскольку при наличии таковой противник не замедлит принять ответные, адекватные меры.

Список литературы

1. Гнездилов, Л. Общевойсковая бригада сухопутных войск США в основных видах боя / Л. Гнездилов // Зарубеж. воен. обозрение. – 1996. – № 4. – С. 15–21.
2. Егоров, А. Бронетанковая дивизия США в наступлении / А. Егоров // Зарубеж. воен. обозрение. – 1991. – № 7. – С. 17–24.
3. Владимиров, В. Наземная операция ВС США и их союзников против Ирака / В. Владимиров // Зарубеж. воен. обозрение. – 2004. – № 1. – С. 11–19.
4. Операция «Свобода Ирака» (20 марта – 14 апр. 2003 года). – Минск: ВА РБ, 2003. – 96 с.
5. Михнёнок, В. М. Совершенствование методики оценки важности объектов противостоящей группировки: моногр. / В. М. Михнёнок, М. И. Чаура. – Минск: ВА РБ, 2011. – 114 с.
6. Сидоренко, В. А. Основы тактики и оперативного искусства в вооруженных силах иностранных государств. Ч. 1. Наступление: учеб. пособие / В. А. Сидоренко. – Минск: ВА РБ, 2011. – Ч. 1. – 247 с.
7. McQuie, R. Battle Outcomes: Casualty Rates as a Measure of Defeat / R. McQuie // Army. – 1987. – Vol. 37, № 11. – P. 30–34.
8. Михнёнок, В. М. Обоснование единых показателей и критериев эффективности огневого поражения противника / В. М. Михнёнок, И. К. Мурзич, С. П. Мирончук // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2012. – № 4 (37). – С. 90–100.
9. Руководство по управлению огнем артиллерийских подразделений. Дивизион, батарея, взвод, орудие / М-во обороны Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – 200 с.
10. Боевой устав Сухопутных войск: в 3 ч. / М-во обороны Респ. Беларусь. – Бобруйск, 2010. – Ч. 3: Взвод, отделение, танк. – 428 с.
11. Тактика. Взвод, отделение, танк. Кн. 3: учеб. для курсантов воен. учеб. заведений Респ. Беларусь и офицеров Сухопутных войск / С. М. Абрамов [и др.]. – Минск: ВА РБ, 2012. – 603 с.
12. Пособие по изучению правил стрельбы и управления огнем наземной артиллерии. Дивизион, батарея, взвод, орудие / М-во обороны СССР. – М.: Воениздат, 1976. – 375 с.
13. Пособие по изучению правил стрельбы и управления огнем артиллерии. / М-во обороны СССР. – М.: Воениздат, 1985. – Ч. 1: Дивизион, батарея, взвод, орудие. – 360 с.

* Сведения об авторах:

Михнёнок Владимир Михайлович,

Мирончук Сергей Петрович,

УО «Военная академия Республики Беларусь»;

Мурзич Игорь Константинович,

УО «Частный институт управления и предпринимательства».

Статья поступила в редакцию 14.10.2013 г.

5. ПРОБЛЕМЫ ВОЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ, ВОИНСКОГО ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ПРОТИВОБОРСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 355.4

Б. Б. Жутдиев, Д. А. Федоров*

Информация в современном мире превратилась в одно из наиболее мощных средств воздействия на психику человека, формирования общественного мнения, создания моральных и социально-психологических установок, определяющих поведение и деятельность людей в различных условиях. Управление же современными информационными технологиями значительно меняет не только виды социальных взаимоотношений, но и формы социальных конфликтов. Именно поэтому разнообразные силы уже пытаются использовать (и используют) источники информационного воздействия для манипулирования индивидуальным и массовым сознанием, инспирирования управляемых политических, социальных и экономических кризисов, а также организации экстремистской и террористической деятельности.

In the modern world information has become one of the most powerful means of influence over the man's psychic. It also influences the development of public opinion, moral and socio-psychological purposes that determine the behavior and activity of people under different circumstances and conditions. The management of modern computer technology changes not only the types of social relations but also the forms of social conflicts. That is why various forces are trying to use (and use) the sources of information to manipulate individual and mass consciousness, to inspire political, social and economic crises, and also to organize the activities of terrorism and extremism.

Рассмотрению вопросов борьбы в информационной сфере в современных условиях посвящено большое количество военно-аналитических исследований [1–15]. К настоящему времени сложилось довольно полное представление о содержании информационного противоборства, составляющими которого являются информационное обеспечение, информационное противодействие и информационная защита, а также о способах и формах его ведения. Однако несмотря на это, научно-методологическая сторона теории информационного противоборства, и в частности информационно-психологического противоборства как его вида, отечественными учеными не разработана.

Научно-технический прогресс в области информационных и телекоммуникационных технологий, стирающих национальные границы, и успехи социальной психологии в сфере изучения поведения масс вынуждают руководство ведущих мировых держав пересматривать свои военные концепции, выделяя одним из ключевых компонентов информационное противоборство, как новую самостоятельную стратегическую форму глобальной конкуренции. Распространяется практика целенаправленного информационного давления, наносящего существенный ущерб национальным интересам [16].

В настоящее время, по оценкам российских военных ученых, военно-политическое руководство США считает мировое информационное пространство *сферой своих жизненно важных интересов*, контроль над которой позволяет ему добиться глобального доминирования. Используя свое преимущество в области разработки, производства и применения программного обеспечения, средств телекоммуникации и связи, США стремятся установить контроль над международной информационной инфраструктурой. Осознавая, что информация и процессы, связанные с ее сбором, обработкой, хранением и распределением, являются основой современных военных действий, а господство в информационном

пространстве – залогом успеха в реализации перспективных задач вооруженных сил, военное руководство США поставило задачу *достижения информационного превосходства над противником как приоритетную на ближайшие 20 лет.*

Проведение мероприятий по информационному воздействию на военно-политическое руководство и общественное мнение различных стран, на мировое сообщество в целом не только расценивается сегодня руководством США как составная часть комплекса мероприятий по подготовке к операциям, боевым действиям, но и возводится в статус их основного содержания. Противоборствующие стороны в современных условиях рассматриваются не в качестве некоторой совокупности средств поражения, а в качестве мощных информационных систем, обеспечивающих функциональную интеграцию процессов разведки, поражения и маневра.

Анализ развития большинства конфликтов и «цветных революций» последнего десятилетия, в которых прямо или косвенно были задействованы вооруженные силы США, свидетельствует о том, что мир уже вступил в эпоху информационно-психологического противоборства [17–27]. При этом большинство стран оказались не готовы не только противостоять агрессии, но и выявлять факт ее наличия. Это можно объяснить тем, что оперативность и качество решений, принимаемых на всех уровнях, напрямую зависят от полноты и достоверности исходной информации, затруднение доступа к которой является главной задачей информационно-психологической войны.

В качестве основных объектов воздействия при информационном противоборстве выступают [28]: сети связи и информационно-вычислительные сети, используемые государственными организациями при выполнении своих управленческих функций; военная информационная инфраструктура, решающая задачи управления войсками; информационные и управленческие структуры транспортных и промышленных предприятий; средства массовой информации, и в первую очередь электронные.

При *информационно-психологическом* противоборстве главными объектами воздействия и защиты являются психика личного состава вооруженных сил и населения противостоящих сторон, а также системы формирования общественного мнения и принятия решений [29]. В более широком смысле к объектам информационно-психологического противоборства относятся политическое и военное руководство, система жизнеобеспечения, инфраструктура, население и вооруженные силы. Элементы системы представляют единое интегрированное киберпространство совокупности информационных сетей.

Исследование тенденций развития информационно-психологического противоборства показало, что основной *целью информационно-психологического противоборства* является смена правящего режима страны-противника (через разрушение органов государства): посредством *массированного воздействия на военно-политическое руководство противника* добиться, как минимум, увеличения времени на принятие управленческих решений и увеличения цикла боевого управления; посредством *воздействия на общественное сознание населения* – управлять людьми, заставив население страны-жертвы поддерживать агрессора, действуя вопреки своим интересам, не используя имеющиеся социально-психологические защитные механизмы.

Цели информационно-психологического противоборства достигаются решением следующих задач:

подмена у граждан традиционных нравственных ценностей и ориентиров, создание атмосферы бездуховности, разрушение национальных духовно-нравственных традиций и культивирование негативного отношения к культурному наследию противника – «прежде чем ракеты полетят на объект агрессии, в толще народа должен быть сломан мировоззренческий, идеологический стержень» [30];

манипулирование общественным сознанием и политической ориентацией социальных групп населения страны по осуществлению так называемых «демократических преобразований» в интересах создания обстановки политической напряженности и хаоса;

дезорганизация системы государственного управления, создание препятствий

функционированию государственных институтов;

дестабилизация политических отношений между партиями, объединениями в целях провокации конфликтов, нагнетания атмосферы недоверия органам государственного управления;

обострение политической борьбы, провоцирование репрессий против оппозиции – сети неправительственных организаций (так называемых «демократических сил») и отдельных «независимых» активистов;

снижение уровня информационного обеспечения органов власти и управления в целях затруднения принятия важных решений;

дезинформация населения о работе государственных органов, подрыв их авторитета, дискредитация органов управления;

провоцирование социальных, политических, национальных и религиозных столкновений;

мобилизация протестных настроений и инициирование забастовок, массовых беспорядков и других акций экономического протеста;

подрыв международного авторитета государства, его сотрудничества с другими странами;

нанесение ущерба жизненно важным интересам государства в политической, экономической, оборонной и других сферах.

При разработке содержания информационного противоборства основную роль играют политические факторы. Исходя из целей войны, которые ставят политические силы государства, выявляются задачи этого вида противоборства, определяются необходимые силы и средства, разрабатываются формы и способы их применения, а также оценивается экономическая стоимость. Осознание механизмов принятия массовых решений и учет того, что чем выше уровень рефлексий у человека, тем более он подвержен воздействию, ведет, как правило, к успехам в работе сил психологических операций.

Анализ ведения на современном этапе вооруженными силами развитых, передовых с экономической точки зрения, государств информационно-психологического противоборства позволяет выделить несколько основных тенденций, которые в ближайшее десятилетие будут определять его характер.

1. Перенос агрессии из военно-географического пространства в информационно-психологическое поле.

Смена политического режима в Тунисе и Египте была осуществлена без непосредственного боевого соприкосновения заинтересованных сторон. Революционные изменения были спровоцированы информационными атаками из социальных сетей Facebook и Twitter посредством рассылки сообщений о намечающихся митингах и протестных акциях на электронную почту и мобильные телефоны пользователей. Это позволило руководителям собирать критическую массу людей в нужное время и в нужном месте. При этом спецслужбы арабских государств были не в силах предотвратить рассылку сообщений, поскольку не имели доступа к управляющим серверам социальных сетей, находящимся на территории спецслужб США.

Наиболее активной протестной силой выступила именно консолидированная через общение в глобальной сети Интернет арабская молодежь – не имеющая работы, не видящая жизненных перспектив, но в то же время в большинстве своем получившая хорошее образование, владеющая современными информационными технологиями и иностранными языками.

Социальные сети являются все-таки не столько причиной происшедших революций, сколько новым, современным инструментом, используемым в интересах активизации протестных настроений, координации действий протестующих, информирования международной общественности о происходящих событиях. При этом главными условиями являются наличие соответствующих политических и социально-экономических причин для

развития революционной ситуации, а также предрасположенность (психологическая готовность) определенной части граждан страны к участию в протестных акциях.

Как отмечают специалисты, общение в Twitter или Facebook создает у людей *чувство сопричастности*, а выкладывание фотографий или видеороликов обеспечивает *эффект присутствия*. Благодаря этому о событиях мгновенно узнают миллионы людей за рубежом, которые могут включиться в борьбу, потребовав от своих правительств поддержать восставших. Так, во время тунисской революции социальные медиа были не только инструментом для общения и координации действий, но и способом обеспечить повстанцам международную поддержку за небольшой промежуток времени. В свою очередь, относительно дешевые и глобальные интернет-сервисы позволяют революционным настроениям стремительно перекидываться из страны в страну.

Массовые протесты в январе – марте 2011 г. в арабских странах стали свидетельством появления нового метода манипулирования сознанием людей – путем вовлечения образованного населения в социальные виртуальные сети, и показали, как можно, находясь вдалеке от эпицентра событий, мобилизовывать граждан на протестные действия.

2. Резкое возрастание роли телевизионных каналов в инициировании конфликтов.

Смонтированные и отретушированные в спецлабораториях репортажи с «места событий» о злодеяниях правительственных войск, бесчисленных жертвах среди мирного населения, оппозиции, а также о переходе членов военно-политического руководства на сторону мятежников накаляли атмосферу массового психоза и способствовали дальнейшей дестабилизации обстановки. Формировалось соответствующее мировое общественное мнение в целях обоснования санкций Совета Безопасности, оправдания военного вмешательства.

Основными способами манипулирования информацией, используемыми СМИ в интересах решения задач информационно-психологического противоборства, являются:

откровенная ложь в целях дезинформации населения своей страны и зарубежной общественности;

сокрытие критически важной информации;

погружение ценной информации в массив информационного мусора;

упрощение, утверждение и повторение (внушение);

подмена терминологии: применение понятий и терминов, смысл которых не ясен или претерпел качественные изменения, что затрудняет формирование реальной картины события;

введение табу на определенные виды информации и разделы новостей;

узнавание образа: известные политические деятели, представители шоу-бизнеса могут участвовать в заказных политических акциях, оказывая тем самым определенное влияние на мировоззрение их поклонников;

подача негативной информации, которая лучше воспринимается аудиторией по сравнению с позитивными новостями.

Немаловажное значение имеет и способ передачи материалов в эфир. Передача телевизионной «картинки» с места событий с нескольких камер позволяет формировать впечатление полноты отображения разворачивающихся событий, создавая эффект особой достоверности репортажа: происходящее почти не комментируется, отсутствуют обобщения, превалирует подробный отчет о том, что происходит в зоне видимости телекамер.

3. Усиление влияния западной идеологии на традиционные ценности общества.

В зависимости от конкретных задач воздействия на противника и национальной специфики страны приоритетным объектом агрессии становится та или иная сфера общественной жизни. Интенсивность и продолжительность воздействия обусловлены культурным, историческим, духовным уровнем развития населения, а также экономическим потенциалом государства и могут варьироваться от нескольких недель до нескольких лет.

4. Отсутствие четко выявляемых признаков разрушительного воздействия, характерных для обычной войны.

Подавляющее большинство населения страны-жертвы даже не подозревает, что оно подвергается информационно-психологическому воздействию. Это приводит, в свою очередь, к парадоксальному явлению – агрессор достигает своих военно-политических целей при активной поддержке населения страны, на которую направлено воздействие. Передача контроля над стратегически важными ресурсами государства происходит добровольно, поскольку это воспринимается не как агрессия, а как поступательное движение к демократии и свободе.

5. Необратимость последствий информационно-психологического противоборства для страны-жертвы.

В результате воздействия, направленного на ментальное пространство нации, происходит замещение традиционных базовых ценностей общества морально-психологическими установками агрессора. Побежденная нация утрачивает способность к самоидентификации и постепенно становится частью чуждой ей цивилизации.

Со всей очевидностью можно утверждать, что информационно-психологическое воздействие, способное причинить ущерб национальным интересам Республики Беларусь, будет основываться:

на зависимости Республики Беларусь от импорта информационных технологий, средств информатизации и защиты информации;

доминировании ведущих зарубежных государств в мировом информационном пространстве, монополизации ключевых сегментов информационных рынков зарубежными информационными структурами;

недостаточном развитии государственной системы регулирования процесса внедрения и использования информационных технологий;

недостаточной эффективности информационного обеспечения государственной политики;

несовершенстве системы обеспечения безопасности критически важных объектов информатизации;

развитии технологий манипулирования информацией.

Таким образом, указанные выше тенденции современного информационно-психологического противоборства в современных условиях и учет особенностей угроз национальной безопасности Республики Беларусь ввиду отсутствия методологической базы обозначают *проблемные вопросы информационно-психологического противоборства*:

выявление самого факта агрессии (латентного информационно-психологического воздействия) в масштабах не только личного состава Вооруженных Сил, но и в целом в отношении всего населения Республики Беларусь, а также динамики развития;

отсутствие в числе основных индикаторов (показателей) состояния национальной безопасности такого интегрированного критерия, как морально-психологическое состояние граждан страны (объективно отражает уровень поддержки гражданами государственной политики действующей власти), и показателей его оценки (уровень деструктивного внешнего и внутреннего информационно-психологического, религиозного и национально-этнического воздействия на граждан Республики Беларусь; степень активности оппозиционных групп и объединений; доля населения, поддерживающего оппозиционные движения; приверженность национальным и культурно-историческим традициям; степень социальной расслоенности общества и др.);

отсутствие единого для всей системы сил обеспечения национальной безопасности и государственных институтов (с учетом специфики) механизма мониторинга ситуации, реагирования (осуществление информационно-психологического противоборства) и прогнозирования тенденций развития. Степень же готовности к информационно-психологическому противоборству будет в полной мере зависеть от достигнутого уровня экономического и научно-технического развития государства.

Для белорусской военной науки и оборонного сектора экономики этот вызов времени не остался без внимания. Так, в Республике Беларусь уже опробованы в ходе мероприятий

боевой и оперативной подготовки и приняты на вооружение подвижный информационный центр ИЦ-2006 (предназначен для технического обеспечения информационной работы Вооруженных Сил в полевых условиях) и подвижный радиотелевизионный центр ПРТЦ-2007 (предназначен для технического сопровождения информационного обеспечения Вооруженных Сил в современных условиях).

Однако данных технических разработок для решения задач эффективного информационно-психологического противоборства в интересах обеспечения национальной безопасности в современных условиях недостаточно – требуется научно обоснованный подход к развитию отечественной теории информационно-психологического противоборства, для чего необходимо поставить и решить следующие взаимосвязанные научные задачи:

1. Определить цели, задачи, принципы, объекты и содержание информационно-психологического противоборства, место, роль и компетенции в нем всех государственных институтов Республики Беларусь, всех субъектов обеспечения национальной безопасности, их взаимодействие, координацию действий, оценку эффективности их деятельности.

2. Разработать основы методологии оценки предупреждения, выявления информационно-психологического воздействия противника (основные показатели) в мирное и военное время на основные объекты воздействия и нейтрализации.

3. Обосновать необходимость выделения в качестве одного из индикаторов (показателей) состояния национальной безопасности морально-психологического состояния граждан страны, основных критериев и методики его оценки.

4. Обосновать создание и развитие системы информационно-психологического противоборства совместно с Российской Федерацией как интегрированного компонента военно-технического сотрудничества, направленного на повышение оборонного потенциала Союзного государства в Восточно-Европейском регионе коллективной безопасности.

Представленные современные взгляды на сущность, формы и способы ведения информационно-психологического противоборства ведущих мировых государств, являющихся лидерами в этой области, могут быть использованы для развития необходимой отечественной методологической базы для выработки научно обоснованных рекомендаций, а в последующем и обоснованных нормативных правовых актов по организации и ведению информационно-психологического противоборства в современных условиях.

Список литературы

1. Кулешов, Ю. Е. Анализ взглядов на теорию информационного противоборства и необходимость ее развития / Ю. Е. Кулешов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2012. – № 1 (34). – С. 10–20.
2. Кулешов, Ю. Е. Подход к формализации процесса и системы информационного противоборства / Ю. Е. Кулешов, Ю. Г. Краевский // Белорус.-Рос. науч.-практ. конф. по воен.-техн. сотрудничеству 16–18 мая 2012 г.: тез. докл. – Минск, 2012.
3. Кулешов, Ю. Е. Информационное противоборство и современность / Ю. Е. Кулешов // Армия. – 2003. – № 3. – С. 45–48.
4. Гриняев, С. Н. Информационная война в ходе агрессии США, Великобритании и их союзников против Ирака / С. Н. Гриняев // Аналитический доклад. Центр стратегических оценок и прогноза. – М., 2010. – 118 с.
5. Гриняев, С. Н. Поле битвы – киберпространство: теория, приемы, средства, методы и системы ведения информационной войны / С. Н. Гриняев. – Минск: Харвест, 2004. – 448 с.
6. Рудаков, А. Б. Стратегия информационной войны / А. Б. Рудаков. – М.: АТЕНЕЙ, 2003. – 145 с.
7. Бобров, А. Информационная война: от листовки до твиттера / А. Бобров // Зарубеж. воен. обозрение. – 2013. – № 1. – С. 20–27.
8. Медин, А. Особенности применения киберсредств в межгосударственных военных

- и во внутренних конфликтах / А. Медин, С. Маринин // Зарубеж. воен. обозрение. – 2013. – № 3.
9. Маринин, С. М. Подходы военных экспертов США к разработке понятийного аппарата в сфере борьбы в киберпространстве / С. М. Маринин // Зарубеж. воен. обозрение. – 2011. – № 10. – С. 24–30.
10. Колесов, П. Ведение Соединенными Штатами информационных войн. Концепция «стратегических коммуникаций» / П. Колесов // Зарубеж. воен. обозрение. – 2010. – № 6. – С. 9–14.
11. Косачев, И. М. Основные достоинства и недостатки сетецентрического способа военных действий / И. М. Косачев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2010. – № 4 (29). – С. 4–16.
12. Кондратьев, А. Е. Общая характеристика сетевых архитектур, применяемых при реализации перспективных сетецентрических концепций ведущих зарубежных стран / А. Е. Кондратьев // Воен. мысль. – 2008. – № 5. – С. 31–36.
13. Роговский, Е. А. Американская стратегия информационного преобладания / Е. А. Роговский // Россия и Америка в XXI веке. – 2009. – № 3.
14. Информационно-ударная операция / И. Н. Чибисов [и др.] // Арм. сб. – 2011. – март. – С. 46–49.
15. Верба, В. С. Организация информационного обмена в сетецентрических боевых операциях / В. С. Верба, С. С. Поливанов // Радиотехника. – 2009. – № 8. – С. 57–62.
16. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 9 нояб. 2010 г., № 575.
17. Раскевич, Ю. Социальные сети против диктаторов: Тунис сверг правительство «цифровой революцией» / Ю. Раскевич [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kyivpost.ua/world/article/socialnye-seti-protiv-diktatorov-tunis-svergpravitelstv-o-cifrovoj-revoluciej.html>. – Дата доступа: 10.03.2013.
18. Дергачев, В. Геополитика мировой кибервойны / В. Дергачев // Вестн. аналитики. – 2011. – № 1. – С. 23–32.
19. Белянинов, К. Демократия нашлась в Google / К. Белянинов, А. Габуев // Коммерсантъ. – 2011. – 9 февр.
20. Роль социальных сетей в египетских беспорядках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rian.ru/analytics/20110201/329144526.html>. – Дата доступа: 03.03.2013.
21. Morozov, E. Smart Dictators Don't Quash the Internet / E. Morozov // The Wall Street Journal. – 2011. – Febr. 19.
22. Гавриличко, Ю. «Дни гнева» – сетевые революции нового типа / Ю. Гавриличко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rodon.org/polit-110330105644>. – Дата доступа: 31.03.2013.
23. Савкин, Н. «Великая арабская демократическая революция» / Н. Савкин // Вестн. аналитики. – 2011. – № 1. – С. 51–63.
24. Быстров, А. А. Тунис: о реальных причинах «жасминовой революции» / А. А. Быстров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iimes.ru/rus/stat/2011/13-3-1.htm>. – Дата доступа: 15.03.2013.
25. Печуров, С. Л. Арабский Восток: технология управляемого хаоса в действии / С. Л. Печуров // Независимое воен. обозрение. – 2011. – 25 марта.
26. Цветкова, Н. Американский фактор в арабских революциях: мобилизация протеста через публичную дипломатию и социальные сети. – Ч. 1 / Н. Цветкова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meast.ru/article/amerikanskiifaktor-v-arabskikh-revoluytsiyakh-mobilizatsiya-protesta-cherezpublichnuyu-dip>. – Дата доступа: 20.03.2013.
27. Цветкова, Н. Американский фактор в арабских революциях: мобилизация протеста через публичную дипломатию и социальные сети. – Ч. 2 / Н. Цветкова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meast.ru/article/amerikanskiifaktor-v-arabskikh-revoluytsiyakh-mobilizatsiya-protesta-cherezpublichnuyu-di-0>. – Дата доступа: 20.03.2013.

28. Кулешов, Ю. Е. Методический подход к оценке живучести информационных объектов в условиях информационного противоборства / Ю. Е. Кулешов, С. И. Паскробка, А. А. Родионов // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2012. – № 23.

29. Кулешов, Ю. Е. Воздействуя на умы солдат и систему управления. Методологические аспекты информационного противоборства / Ю. Е. Кулешов // Воен.-пром. комплекс. Журн. гос. Воен.-пром. комитета Респ. Беларусь. – 2012. – № 2.

30. Макаров, В. М. Деграция оппозиционного мышления. К вопросу о предназначении Вооруженных Сил / В. М. Макаров // Белорус. воен. газ. Во славу Родины. – 2013. – 10 сент.

*Сведения об авторах:

Жутдиев Баймухамед Байрамович,

Федоров Денис Александрович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 24.09.2013 г.

ДУХОВНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ РОССИИ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ЕВРАЗИЙСКОГО СОЮЗА

УДК 316.75

Н. В. Карпиленя*

Народы! Старайтесь прежде иметь
добрые нравы, нежели законы:
нравы суть самые первые законы.
Пифагор

При единении и малое растет,
при раздоре и величайшее распадается.
Гай Саллюстий Крисп

В статье на основе анализа истории духовной жизни России вскрываются противоречия развития современной человеческой цивилизации. Сформулирован личный взгляд автора на направления развития России для сохранения народов Великой России и народов Евразийского союза.

On the basis of the analysis of the history of the spiritual life of Russia deconstructs the development of modern human civilization. We formulate a personal perspective on the direction of development of the peoples of Russia to save the Great Russia and the peoples of the Eurasian Union.

1. История духовной жизни России

Сейчас, оглядываясь на жизнь русского народа после принятия им христианства, мы видим, что на протяжении всей своей истории он шел путем, на который вывел Владимир-креститель. Одно поколение сменялось другим, миллионы сменялись миллионами, молясь Христу на Кресте, принесенному на Русь князем Владимиром. Были в русской духовной истории и отступления, застои, колебания, были остановки и ожидания, как это бывает на всяком пути. Но, главное, река русской истории текла в заданном направлении, иногда быстрее, иногда медленнее. Порой едва заметно, и непонятно было, вперед ли она течет или назад [1].

Чтобы понять русскую жизнь предельно ясно, а также обосновать направления решения современных проблем нынешних государств, расположенных на территории Великой России, необходимо проанализировать всю историю Руси, России, СССР, ее духовно-политические основы государственного развития, целостности, всех трансформаций и преобразований от момента крещения и до наших дней. Надо осознать в целостности события общественно-политической и духовной жизни всех шести [1] периодов русской истории и лишь затем попытаться предвидеть дальнейший ход истории в создании Евразийского союза государств, то есть новый – седьмой период.

Первый период – период Владимира – соответствует «Таинству Святого крещения» [1], он краток, но значение его огромно в силу совершенного им в жизни русского народа переворота, вступления народа на новый путь к новой цели. Развитию русского духовно-политического мышления и национальной идеологии способствовали также распространение письменности и активная политико-правовая жизнь государства в XI–XII вв. Христианство дало прочную основу государственной власти. Выбор восточного христианства, византийского православия Древней Русью в качестве государственной религии определил особенности развития государственности и идеологии [2]. Уже в XI в. появляется осознание богоизбранности русских, уравнивавшее их с византийцами, претендовавшими на политическое господство в Восточной Европе. В XII в. начинается упадок Киевской Руси.

Второй период вырастает из первого и продолжается до установления монголо-татарского ига. Он соответствует «Таинству Миропомазания» [1]. В этот период народ исцелялся от последствий язычества и укреплялся на крестном пути. В каждой русской душе должно было совершиться чудо преобразования. На каждой душе должна была таинственным образом появиться печать Царства Небесного [1].

Третий период протекал уже во время монголо-татарского ига. Он соответствует «Таинству Святого покаяния» [1]. Накопившиеся во время вольготной жизни грехи необходимо было, словно пыль, стряхнуть с души народа жгучим ветром рабства, как Русь под монголами, так и Балканы под турками. Находясь в рабстве, народ молчит, вспоминает о прошлом и кается. Душеполезность рабства сказалась на том, что главной целью русской истории, некогда определенной святым Владимиром, раз и навсегда стало очищение души от земного и стремление к святости и Царству Небесному. С XIII в. опасным соседом южной и западной Руси становится вместе с поляками и Литва. Западные и южные русские области в XIII и XIV вв. стали достоянием литовских великих князей. Удельный период охватывает время от XIII до конца XV в., когда уже устанавливается единодержавие.

Четвертый период – с момента освобождения от монголо-татарского ига до царствования Петра I. Освобождение началось с Куликовской битвы. Этот светлый период освобождения русских можно сравнить с «Таинством брака» [1]. На Русской земле воцаряется Христос. Радость о Христе наполняет всех, от царя и патриарха до бездомного скитальца.

Во второй половине XVII в. в России произошло становление национальной модели абсолютизма – российского самодержавия как особого этапа в развитии российской государственности. Произошло окончательное закрепление царского статуса российских государей. По мере укрепления организующего центра происходит укрепление национальной идеологии, выражавшейся в религиозных реформах, по поводу которых велась ожесточенная борьба.

Пятый период – от правления Петра I до мировой войны. Он соответствует «Святому таинству Елеосвящения» [1]. В этот период интеллигенция ослаблена, в ней нет единства, происходят шатания. Она покидает Россию с ларцом русских добродетелей, а возвращается с ворохом иностранных заблуждений. В среде образованных людей идут раздоры, жестокие споры не о пустяках, а о сути, о святой программе князя Владимира. Все больше открывается духовных ран, гной от которых отравляет и городское и сельское население. Но сельская Церковь еще хранит чистоту невесты Христовой; в городе же она все больше напоминает сиделку, у которой не хватает сил на всех больных. Число отпадающих от Церкви, а значит склонившихся к царству земному напоминает эпидемию.

Наиболее радикальной переменной в этот период было изменение отношения самого царя к государству. Он впервые заявил о себе не как о хозяине вотчины под названием Россия, он считал себя на службе у Российского государства.

В эпоху Петра Великого была осуществлена одна из самых великих трансформаций истории России, а именно планомерное и радикальное включение страны в систему мировой – в тот период западноевропейской – материальной и духовной культуры. Эти преобразования затронули не только экономику, политику, военное дело, но и духовный мир человека, его национальное самосознание.

В течение веков общество и государство в России руководствовались национально-государственной идеологией, основанной на православии, патриотизме и верховенстве самодержавной власти [2]. Национальные идеологемы, трансформировавшиеся в различные периоды, были не только тесно связаны с этой идеологией, но и следовали из нее. В то же время существование различных конфессий, восточной и западной культур позволяет говорить о российской цивилизации как о евразийской. Развивался синтез элементов двух культурных миров, ставших затем основой России – многонационального и многоконфессионального государства. Отношение мусульман к роли Российского

государства в их исторической судьбе наталкивает на мысль о провиденциальном, т. е. по воле Бога, единстве судеб православных и мусульманских народов на территории России.

Характерной для этого периода является и мысль о том, что, чем сильнее социальное и государственное угнетение, тем сильнее его тяга к Богу и более стойкими являются его религиозные взгляды. Религия укрепляет и объединяет общество и государство в критические периоды развития.

В результате преобразований Петра I в качестве второго органа верховной власти был создан Святейший Синод, контролирующий деятельность церкви, это означало полное подчинение духовной власти светской. Идея «Святой Руси» заменилась идеалом «Великой России». Идеал «Великой России» составил идейный стержень царской России и сохранил свое значение вплоть до сегодняшнего дня [2].

Шестой период начинается от Первой мировой войны, точнее от мученической смерти царя Николая II, и продолжается до сегодняшних дней. Языческий «довладимирский» дух воцарился на Руси [1].

Кризис, охвативший Российскую империю в XX в., по мнению И. А. Ильина, не просто политический или экономический, это прежде всего кризис духовный [3]. Российский народ на протяжении всего исторического существования искал корни свои в Боге и в земных его проявлениях.

Посмотрим теперь на положение дел в сегодняшнем мире. Он ожесточился, огрубел. На нем кровь терроризма не только от рук отдельных групп лиц, но и от коалиций государств, заставляющих другие народы жить ими устанавливаемыми универсальными ценностями ради все тех же земных наслаждений, по типу «бери от жизни все, а завтра хоть потоп для всей земной цивилизации».

Сегодня и русский народ разделен на мучеников и мучителей. И те, и другие мучаются безгранично. И мы желаем спасения и тем, и другим. Этим подвигом мученичества народ русский готовится сказать то «новое слово», о котором писал Ф. М. Достоевский. Первым Крещением водою и Духом, под Святым Владимиром, Россия спасла христианство. Это случилось тогда, когда православная вера, которую поддерживала Византия, совсем было истощилась, но не от собственного бессилия, а от бессилия человеческого; когда, с другой стороны, политизированная вера Запада – вино, смешанное с водой, – боролась с князьями мира сего за царства земные [1]. Сегодня, когда, с одной стороны, сосуды, хранящие христианскую веру на Востоке, и особенно на Западе недостаточно крепки, чтобы помочь растерянному, ослепшему миру; когда, с другой стороны, самое закоснелое язычество по всей земле под разными именами поднимает свои уродливые головы, сегодня вновь Промысл Божий призывает Святую Владимирову Русь на помощь христианству и через него всему человечеству. Призывает на помощь таким образом, чтобы на весах христианских ценностей число тех, кто выбрал Царство Небесное, дало перевес [1].

В процессе развития общество и государство в России руководствовались национальной идеологией, основанной на православии, патриотизме и верховенстве самодержавной власти. Национальные идеи, менявшиеся в течение времени, были тесно связаны с этой идеологией и формировались на этой основе [2].

В русском народе развиты индивидуалистические начала, сильны коллективистские, общинные стремления, нашедшие выражение в христианской соборности. «Русская идея» у нас всегда была направлена не на создание правовых форм, а на воспитание такого душевного типа и такого нравственного порядка, который может не нуждаться во внешней регламентации законом, она воспитывала чувство патриотизма, общности национальной судьбы [2].

2. Краткий анализ современной духовной жизни

В настоящее время для России самой актуальной задачей является построить такую модель взаимоотношений с основными религиозными конфессиями, которая отвечала бы

российским традициям и менталитету, учитывала исторический опыт страны, традиций русской православной церкви и ислама, как основных носителей духовных начал Российского государства и национальной идеологии, как основы государственной целостности современной России. В последние два десятилетия влияние церкви, религиозных норм и ценностей на жизнь общества заметно увеличилось. Религия вновь воспринимается как важнейшая интегрирующая сила и фактор духовно-нравственного возрождения народов России и Евразийских государств.

Да и в целом, должны же, наконец, земляне осознать простую истину: не стоит тратить свою жизнь и энергию ради бессмысленных и самоубийственных действий вокруг наживы, порока, вражды друг с другом. Еще Эклезиаст совершенно обоснованно полагал, что богатство, власть, порок и т. д. – так же бессмысленны, «как погоня за ветром» [10]. Жизнь людям дается не для того, чтобы она была потрачена на совершенно пустые хлопоты и суету – «на погоню за ветром», она должна быть наполнена неким глубинным и сакральным смыслом. Каким? Пора начать заниматься теми неотложными делами, которыми следует заниматься единому космическому экипажу. Н. Ф. Федоров, особенно в своей работе «Философия общего дела», утверждает о необходимости космического управления Землей – системного, постоянного, учитывающего нравственные и духовные начала дальнейшего развития человечества [11].

На наш взгляд, крайне необходима целостная диагностика Планеты и Человечества на предмет главных угроз и опасностей, исходящих от человека – политических, экономических, социальных, духовных и т. д., угроз от разного рода «искусств красиво жить в шоколаде», особо не задумываясь о последствиях и о каких-то там потомках [10].

Самым губительным для людей на Земле фактором (он и до сих пор был такой) был только один эгоизм. «Эгоизм – это вата, заложенная в уши, чтобы не слышать людского стога». Точнее, чем сказал Г. Сенкевич об эгоизме, наверное, сказать просто нельзя. Эгоизм – главный враг человечества, поскольку он «ненавидит всеобщее, он отрывает человека от человечества, ставит его в исключительное положение; для него все чуждо, кроме своей личности» (А. И. Герцен). До сих пор человечество, особенно его развитая часть – Запад, живет именно в соответствии с философией эгоизма [10].

В последнем десятилетии XX в. мгновенная деидеологизация постсоветских обществ создала идеологический вакуум, способствовала формированию у населения ощущения дефицита ценностей и смысла в повседневных практиках, подорвала основы социокультурной преемственности. Вакуум вскоре был заполнен посредством широкого распространения стандартов вестернизированной массовой культуры, ориентирующих на потребительское поведение, индивидуализм, культ материального благополучия, что в совокупности стимулировало небывалый рост преступности, коррупции власти, правового нигилизма, других девиаций.

Сегодня у наиболее материально обеспеченной части граждан России и некоторых других стран постсоветского пространства сложилось впечатление, идущее от либеральной общественности и прозападных СМИ, что европеизация мирового сообщества неизбежна. Хотя и медленно, Россия (в том числе и по собственному ощущению) превращается в общество, где низы чувствуют себя «как бы под иноземным гнетом», а «доморощенные» прозападные либералы и олигархи относятся к собственной стране как к завоеванной ими, то есть как к «колонии» [4]. Общеизвестно, чтобы противостоять влиянию западного капитализма, его экономической и военной мощи, любая страна, как и цивилизация в целом, вынуждена развивать у себя промышленность и науку. Но осуществить это без заимствования европейского капиталистического уклада жизни невозможно [4, 8]. Также известно, что в основе европеизации лежит отношение к европейской культуре с позиций эгоцентризма, то есть восприятие ее как аналога цивилизованной культуры вообще [8]. В то же время если Россия-Евразия, другие неевропейские народы, откажутся от принципа эгоцентризма и будут относиться к достижениям западной цивилизации как к условию обогащения и развития собственной национальной культуры на фундаменте православия и

ценностей других традиционных религий, а народы «возьмут из нее только те элементы, которые им понятны и удобны, и в дальнейшем будут свободно изменять эти элементы применительно к своим национальным вкусам и потребностям, совершенно не считаясь, как оценят эти изменения народы западных стран со своей эгоцентрической точки зрения» [8], то прямого подчинения культуре западной цивилизации не произойдет. Украина, Беларусь, Россия-Евразия сегодня стали рубежом духовного противостояния гегемонизму Запада, порождая тем самым постоянную неприязнь к себе западного мира и его плохо скрываемое стремление к максимальному ослаблению наших стран.

3. Пути сохранения народов Евразийского союза

Мы верим, что скоро настанет **седьмой период** русской истории – «Святое Таинство Рукоположения» [1]. На многострадальный род Владимиров прольется благодать Духа Святаго. Народ русский с украинским, белорусским, казахстанским станет народом священным, воссияет звездой утренней среди народов, красным солнышком среди племен земных [1].

Сегодня необходимо объединение элементов православия и других, традиционных для России, Украины, Беларуси и Казахстана религиозных учений, социалистических учений о морали и нравственности, общечеловеческих ценностях о добре, совести с глубинным стремлением русского народа к построению идеала справедливого общества. Необходимо разработать и повседневно осуществлять национальную государственно-патриотическую систему воспитания для сплочения нации. Только при таких условиях нынешние власти в России, Украине, Беларуси и Казахстане могут на выборах получить поддержку народных масс.

Единственное, что на сегодня можно предложить и реализовать в качестве национальной идеи Евразийского союза – идея возрождения духовности – непреложного стратегического курса сохранения народов Евразии на фундаменте православия и других традиционных религий. По определению из толкового словаря русского языка [7], духовность – свойство души, состоящее в преобладании духовных, нравственных, интеллектуальных качеств человека над материальными. То есть создаваемая нами модель государств Евразийского союза должна вырабатывать в человеке такие внутренние духовные качества, которыми руководствуется человек, этические нормы, правила поведения, определяемые этими качествами [7], чтобы они преобладали над материальными, то есть первичными потребностями в человеке были именно духовные начала, ведущие к сердцу и от сердца человека, а не материальные, заботящиеся о нашем желудке.

При таком подходе общество постепенно должно уходить от потребительского (неимоверного и излишнего потребления, уничтожающего земные ресурсы и загрязняющего нашу общую планету Земля) к разумному и формировать при этом гармонично развитую человеческую личность. Вместе со всеми традиционными религиями (одной из форм общественного сознания как совокупности духовных представлений, основывающихся на вере в сверхъестественные силы и существа [7]) Евразийского союза мы бы постепенно формировали нового человека постиндустриального и информационного общества, эволюционно приближаясь к усовершенствованной смешанной форме демократического устройства евразийских государств. Последние 20 лет демократического развития России и других постсоветских государств выявили личностей большого масштаба мышления из числа наших граждан, имеющих шанс общего признания всеми нами как национального лидера, который способен стать как Отец в семье и при безусловной поддержке православной церкви, других традиционных религий в целом и мог бы претендовать на роль общепризнанного лидера всего нашего многонационального и многоконфессионального общества, что способствовало бы укреплению государственности наших евразийских государств, а также развитию каждой личности. После решения задачи и формирования человека на основе духовных и нравственных начал, мы успешно реализуем все проблемы экономики, армии и других сфер нашей жизни.

Следует собрать воедино разрозненные силы элит российского, белорусского, украинского, казахстанского общества для разработки, обоснования и в дальнейшем реализации «Стратегии формирования духовных ценностей евразийского общества, укрепляющей государственность евразийских государств».

Для создания Евразийского союза нужна политическая воля. Для этого необходима мощная идейная команда. Да, именно идейная и на основе духовности. Вокруг денег или личных отношений никогда не соберется сильной команды государственного масштаба.

Сегодня необходимо, во-первых, прекратить процесс разрушения, который уже явно наметился в России, но, к сожалению, еще не просматривается в Украине. Во-вторых, создать политическую команду из честных людей, не просто понимающих ситуацию, но обладающих масштабным мышлением и организаторскими талантами. На данном этапе формирования Евразийского союза государств нужны свободные, способные задать импульс и направление люди, обладающие как минимум тремя качествами – воина, ученого и организатора в одном лице.

Сегодня любой традиционной стране нужны личности типа Сергия Радонежского, Александра Невского, Дмитрия Донского, Минина и Пожарского, способные пойти напролом. Как только им начнут подражать, считайте, процесс пошел. Главное сдвинуть процесс в этом направлении. Дальше он сам дойдет до стратегического масштаба [5].

Сегодня вряд ли мы сможем быстро добиться солидаризации всего евразийского общества без внятной идеологии евразийского толка, способной концептуально гармонизировать требования стратегического централизма и укрепления культурной самобытности, исторических морально-нравственных ценностей наших поколений – патриотизма, коллективизма, справедливости, без которых невозможен прогресс и развитие демократических преобразований, строительство государств Евразийского союза.

Необходимой составляющей духовной безопасности евразийских народов, как подсистемы национальной безопасности на современном этапе развития, должно явиться гармоничное соотношение интересов государства, общества и личности, взаимная ответственность личности перед государством и государства перед личностью. Ведь именно в результате разбалансированности в духовной сфере в современном, прежде всего российском, украинском обществах: наблюдается рост взаимного отчуждения государства и личности, общества и личности, государства и негосударственных общественных структур; распространяются различные формы злоупотребления представителями власти и чиновниками различных уровней своими полномочиями и ресурсами государства; растет недоверие граждан к власти и государственным началам как таковым. Сегодня министерствам здравоохранения, культуры, образования евразийских государств (под единым управлением) необходимо разработать целостную систему формирования гармоничной личности, обладающей высокой общей, политической, правовой культурой, создать оптимальные социальные условия для развития ее способностей, полноценной самореализации, обеспечения соблюдения и защиты индивидуальных прав и свобод от всех видов насилия – нравственного, физического, политического, экономического и религиозного.

Основной путь для обеспечения стабильного и устойчивого развития многосоставного общества (каким, безусловно, является Россия-Евразия, Беларусь, Украина, Казахстан) – системный подход к включению механизмов солидаризации в области всех базовых отношений: экономических, политических, духовных. Это позволит существенно смягчить контекст нецивилизованных и конкурентных отношений в обществе. На таком фоне многие острые и контрастные проявления, включающие и терроризм, автоматически будут уходить. А для урегулирования наиболее глубоких из них появится социальная и политическая база [6].

Таким образом, нам необходимо соединить личностные интересы (с преобладающими индивидуалистическими началами) в развивающемся гражданском обществе множества индивидуалистических начал с коллективными интересами независимых, суверенных

государств, которые можно реализовать лишь при объединении нации коллективистским духом, т. е. создать «гармоническую симфонию оркестра» личностных и коллективистских ценностей. События во многих странах постсоветского периода (России, Украине) показали, что с распадом СССР был явный крен в сторону либеральных (индивидуалистических) ценностей олигархического обогащения за счет почти «бесплатной» приватизации государственной собственности; затем наступил период «отъема» этой собственности у олигархов и непомерное укрепление позиций чиновничества, которое как «раковые опухоли» продолжали «съедать» еще живой организм государства, порождая и у правых (либералов), и у левых (социалистов) законные претензии в связи с резко проявившейся коррупцией в верхних эшелонах власти. «Примирению» общества может и должна способствовать сильная президентская власть с волевым и честным Президентом, который приведет интересы личности, общества, государства в гармонию взаимоотношений, вернет к Вере в справедливость всех членов общества.

Только возможность получения бесплатного среднего образования для всех, стратегия государства на Знания, Здравоохранение, Культуру – как когда-то выбор Православия на Руси; только единое школьное воспитание, внедряющее по-настоящему нравственность, когда школы стали бы «мастерскими людей»; воспитание граждан в государстве на базовом фундаменте традиционных в стране религиозных, социалистических учений о морали и нравственности могут при всем этом плюрализме и сильной центральной президентской власти кристально честных людей, а также при условии воспитания отбором элит, у которых понятия Родина, Честь, Долг были бы на первых позициях после личного благосостояния и денег, – лишь все это, соединившись вместе, может спасти евразийские народы, на примере которых постепенно начнет прекращаться нравственная деградация и западного общества.

Совокупные знания общества окажут благоприятное влияние на научно-технологическую сферу, инновации и в целом на экономику государства. Вера, духовность, культура будут способствовать укреплению политической сферы общества, объединению нации в целом, что неминуемо скажется на укреплении суверенитета, территориальной целостности, социального сплочения государства, общества и безусловной возможности развития и повышения материального благосостояния личности.

Таким образом, **только стратегический курс государств Евразийского союза на всемерное повышение Духовности Нации, как непреложный стратегический курс сохранения народов, через повседневное формирование качеств патриотизма, коллективизма, справедливости в личности и обществе, эволюционно приведет к появлению державной политической элиты Духа Нации, а не личного обогащения индивида, которая в конкурентной политической борьбе лидеров государственного толка и масштаба мышления будет выдвигать из своих рядов самых достойных, чем ускорит осознание необходимости и единственности проведения общенародного курса суверенной, истинно народной демократии, который будет душой принят народами.**

Сегодня и в будущем произнесенная триада графа С. С. Уварова – православие, самодержавие, народность [9] – по глубокому личному убеждению может иметь смысл только как **духовность, державный авторитаризм, суверенная народная демократия**, что в первых шести периодах всей русской истории ассоциировалось в трудные времена испытаний русского народа вначале как: «За Православную веру», затем: «За Веру, Царя и Отечество». Только когда элита власти будет ассоциировать свое служение как служение Народу и Отечеству, что возможно, если она будет высокоморальна и нравственна, только тогда народ будет ощущать свою личную причастность и ответственность за судьбу государства, а значит и будет готов защищать суверенитет страны и ее целостность. Только при таком условии может существовать настоящая демократия, быть сильным и процветающим государство, гармонично развиваться и свободно ощущать себя личность. Именно духовное возрождение государства-нации может привести к суверенной народной демократии, возглавляемой национальным лидером, исполняющим свой конституционный долг не ради личной наживы и блага своего окружения, а ради блага каждой личности, всего

общества, государства в целом, что приведет к тому, что две силы – и правительственная с законодательной, и народная – не будут сторониться одна другой в чувствах взаимного недоверия и недопонимания, когда все они сегодня терпят роковое недоразумение, в том числе и из-за малого процента участия на выборах всех уровней. Когда элита во власть будет выдвигаться из народа, что возможно и достижимо лишь на фундаменте общей духовности, можно будет постепенно сглаживать противоречия между властью и народом и строить желаемое будущее.

Список литературы

1. Святитель Николай Сербский. Мысли о добре и зле. – М.: Изд-во Московского подворья Свято-Троицкой Сергиевой лавры, 2001.
2. Вольтер, О. А. Духовно-политические основы государственной целостности России: автореф. ... д-ра полит. наук / О. А. Вольтер. – Ростов н/Д, 2010.
3. Ильин, И. А. О русской идее / И. А. Ильин // Русская идея. – М., 1992.
4. Буйло, Б. И. Россия и ее место в мире в концепции евразийцев. Философская инноватика и современная геополитика: сб. науч. тр. / Б. И. Буйло. – Ростов н/Д: СКАГС, 2010. – 381 с.
5. Проект Россия. – М.: Эксмо, 2009. – 384 с.
6. Старостин, А. М. Философские инновации: концепция и основные сферы проявлений: моногр. / А. М. Старостин. – Ростов н/Д: СКАГС, 2009. – 564 с.
7. Ожегов, С. И., Шведова, Н. Ю. Толковый словарь русского языка: 8000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова; Российская АН; Российский фонд культуры. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: АЗЪ, 1995. – 928 с.
8. Трубецкой, Н. С. Европа и Человечество. Наследие Чингисхана / Н. С. Трубецкой. – М: Аграф, 1999. – 86 с.
9. Платонов, С. Ф. Полный курс лекций по русской истории / С. Ф. Платонов. – СПб.: Литера, 1999. – 800 с.
10. Батурин, В. К. О предмете и сущности философии геополитики. Философская инноватика и современная геополитика: сб. науч. тр. / В. К. Батурин. – Ростов н/Д: СКАГС, 2010. – 381 с.
11. Федоров, В. Ф. Философия общего дела / В. Ф. Федоров. – Новосибирск, 1993.

*Сведения об авторах:

Карпилёна Николай Васильевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 26.07.2013 г.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МОДЕЛЕЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ

УДК 355.23

М. К. Кутьин*

В статье анализируется методика рейтинговой оценки труда профессорско-преподавательского состава, применяемая в учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь». В основу анализа положена проверка адекватности используемых моделей труда профессорско-преподавательского состава. По результатам проведенного анализа формулируются предложения по ее совершенствованию.

This article analyzes the methods of job evaluation ratings of faculty, which is applied in the educational establishment «The Military Academy of the Republic of Belarus». The analysis is based on the adequacy of models of work faculty. In the result of the analysis made proposals to improve the methodology.

Сегодня практически во всех сферах деятельности практикуется использование зависимости материального поощрения работников от результатов труда. С этой целью разрабатываются механизмы стимулирования, которые имеют особенности, определяемые спецификой труда работников, целями стимулирования и другими факторами. В основу системы стимулирования в производственной сфере, как правило, закладывается количество произведенной или реализованной продукции. Сложнее реализуется система стимулирования в непроизводственных сферах, где результаты деятельности невозможно измерить количественной мерой. К таким сферам можно отнести здравоохранение, обеспечение правопорядка и другие. Особое место в этом ряду занимает система образования.

Конечным результатом труда профессорско-преподавательского состава (ППС) в высшем учебном заведении, других учреждениях образования является квалификация выпускников. В рамках отдельных дисциплин конечным результатом деятельности ППС являются знания и умения обучающихся по данной дисциплине. Прямую зависимость между квалификацией выпускников или знаниями обучающихся по отдельным дисциплинам с эффективностью деятельности ППС установить практически невозможно. Это связано с тем, что на конечный результат влияет совокупность факторов, не связанных с деятельностью ППС, основными из которых являются:

- первичная базовая подготовка обучающихся;
- отношение обучающихся к образовательному процессу;
- состояние учебно-материальной базы учреждения образования;
- качество учебных планов.

В связи с этим в основу системы стимулирования труда ППС закладываются количественные показатели, формируемые из большого числа косвенных локальных показателей. Наиболее широко используемым показателем количественной оценки труда ППС является рейтинг.

В учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь» рейтинговая оценка труда ППС применяется на протяжении более пяти лет. Однако разработанная для оценки рейтинга ППС методика использовалась главным образом для определения лучших преподавателей и не учитывалась для материального стимулирования ППС. Можно предположить, что именно поэтому действующая методика не подвергалась серьезной экспертизе. Приказом начальника учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» от 8 июля 2013 года № 600 введена зависимость материального стимулирования ППС от рейтинга. Естественно, что это пробудило повышенный интерес значительной части ППС к действующей методике определения рейтинга, началась стихийная, кулуарная

экспертиза методики. Понимая, что без серьезной экспертизы очень сложно получить совершенную методику по такому вопросу, как оценка рейтинга ППС, автор поставил перед собой цель проанализировать методику и сформулировать предложения по ее улучшению.

Особенностью применяемой методики является расчет индивидуального рейтинга преподавателя в виде относительного показателя, который характеризует степень соответствия его деятельности принятой модели деятельности преподавателя данной категории и определяется по формуле [1]:

$$R_{m\xi}^{\Pi} = (B_{m\xi} / B_{\text{мод}\xi}) \cdot 100,$$

где $B_{m\xi}$ – индивидуальный балл, соответствующий деятельности m -го преподавателя ξ -й категории;

$B_{\text{мод}\xi}$ – балл, соответствующий модели деятельности преподавателя ξ -й категории.

Значение индивидуального балла $B_{m\xi}$, соответствующего деятельности m -го преподавателя ξ -й категории, определяется суммой произведений локальных показателей p_i на соответствующие им веса α_i [1]:

$$B_{m\xi} = \sum_i p_i \alpha_i.$$

Значение балла, соответствующего модели деятельности, $B_{\text{мод}\xi}$ определяется суммой произведений значений локальных показателей p_{0i} , формирующих модель деятельности ППС ξ -й категории, на соответствующие им веса α_i :

$$B_{\text{мод}\xi} = \sum_i^{\text{мод}} p_{0i} \alpha_i.$$

Совокупность локальных показателей p_i включает в себя совокупность локальных показателей p_{0i} , формирующих модель. Под категориями преподавателей понимаются «профессор», «доцент», «старший преподаватель» и «преподаватель».

Таким образом, под моделью деятельности преподавателя подразумевается совокупность локальных показателей по различным видам деятельности, которые должны быть реализованы преподавателем. Модель деятельности является ключевым понятием в применяемой методике. Известно, что основным требованием к разрабатываемым моделям в любой области знаний является требование адекватности модели, а в данном случае – адекватности реальной деятельности преподавателя. Реализация данного требования обеспечивает объективность рейтинговой оценки. В связи с этим целесообразно проанализировать применяемые модели различных категорий преподавателей.

Структура моделей всех категорий преподавателей одинакова и включает локальные показатели профессиональной квалификации (ПК) и профессиональной деятельности (ПД) преподавателей. Необходимость наличия этих двух составляющих в модели не вызывает сомнения. Количественные параметры моделей ПК и ПД, выраженные в баллах и процентах, приведены в таблице 1. Важным фактором для обеспечения адекватности моделей является правильное соотношение между «весом» ПК и «весом» ПД в составе модели деятельности ППС. Объективно определить правильное соотношение между «весами» этих компонентов достаточно сложно и в данном случае целесообразно прибегнуть к методу экспертных оценок. В связи с этим делать суждение о правильном выборе соотношения между двумя составляющими будет неправомерно. Вместе с тем, как видно из таблицы 1, указанное соотношение для различных категорий ППС изменяется без всякой логической связи. Так, в процентном отношении «вес» ПК преподавателя в модели выше «веса» профессора, «вес» ПК старшего преподавателя ниже «веса» профессора, а самый низкий «вес» у доцента. Здесь нарушена логика и отсутствует закономерность. Очевидно, что по этой позиции в действующей методике требуется корректировка.

Таблица 1 – Количественные параметры моделей ПК и ПД ППС

Слагаемые модели деятельности ППС	Категория ППС			
	профессор, баллы / %	доцент, баллы / %	старший преподаватель, баллы / %	преподаватель, баллы / %
Профессиональная квалификация	33,6/27	23,5/23	16,6/25	14,8/30
Профессиональная деятельность	89,3/73	79,1/77	49,1/75	35,1/70
Итого баллов	122,9	102,6	65,7	49,9

Локальные показатели моделей ПК ППС, выраженные в баллах и процентах, приведены в таблице 2. На взгляд автора, локальные показатели, используемые в данном разделе модели, должны характеризовать квалификацию ППС. В связи с этим такой показатель, как «участие в работе специализированных советов», должен быть отнесен к показателям ПД, причем он не должен включаться в показатели, формирующие модель. Это обусловлено тем, что априори известно, что все начальники кафедр, их заместители, профессора и доценты не могут одновременно быть членами советов – численный состав всех советов меньше общей численности преподавателей указанных категорий, к тому же состав советов формируется административным путем, а не по желанию преподавателей.

Таблица 2 – Локальные показатели моделей ПК ППС

Локальный показатель	Наименование локальных показателей профессиональной квалификации ППС	Категория ППС			
		профессор	доцент	старший преподаватель	преподаватель
p_{01}	Наличие ученой степени «кандидат наук»	8	–	–	–
p_{04}	Наличие ученого звания «доцент»	6	6	–	–
p_{07}	Уровень профессиональной подготовки	6	6	6	4,8
p_{08}	Наличие педагогической квалификации «преподаватель высшей школы» или ученого звания	4	4	4	4
p_{09}	Участие в работе специализированных советов	3,6	1,5	0,6	–
p_{010}	Прохождение повышения квалификации	6	6	6	6
Итого баллов		33,6	23,5	16,6	14,8

В таблице 2 обращает на себя внимание «весовая» диспропорция локальных показателей. Неужели кто-то может согласиться с тем, что двухнедельное повышение квалификации в виде прослушивания 70-часового учебного курса равнозначно получению ученого звания «доцент», а, как видно из таблицы, в обоих случаях начисляется по 6 баллов.

Вызывает сомнение целесообразность присутствия в модели ПК субъективного показателя «уровень профессиональной подготовки», который формируется начальником кафедры на основании сложившегося мнения.

По мнению автора, ПК должна дополнительно характеризоваться такими локальными показателями, как «наличие магистерской степени», «наличие второго высшего образования по профилю деятельности, в том числе окончание командно-штабного факультета Военной академии и факультета генерального штаба», «обучение в адъюнктуре», «обучение в докторантуре». Часть из этих показателей могут использоваться как показатели, формирующие модель преподавателя и старшего преподавателя.

Количественные параметры моделей ПД ППС по видам деятельности, выраженные в баллах и процентах от итоговой суммы баллов, приведены в таблице 3. Основными видами ПД всех категорий преподавателей являются учебная (УР), учебно-методическая (УМР), научная (НР) и воспитательная работа.

Таблица 3 – Количественные параметры моделей профессиональной деятельности ППС

Виды профессиональной деятельности ППС	Категория ППС			
	профессор, баллы / %	доцент, баллы / %	старший преподаватель, баллы / %	преподаватель, баллы / %
Учебная работа	15,1/17	15,1/19	14,6/29	14,1/40
Учебно-методическая работа	15,3/17	15,3/20	15,3/31	7,5/21
Научная работа	49,9/56	39,7/50	11,0/22	4,5/13
Воспитательная работа	9/10	9/11	9/18	9/26
Итого баллов	89,3	79,1	49,9	35,1

Для обеспечения адекватности модели преподавателя в первую очередь необходимо обеспечить правильное «весовое» соотношение между видами ПД. Возникает вопрос: что необходимо положить в основу определения этого соотношения? Очевидно, что с этой целью необходимо использовать нормативные документы, регламентирующие деятельность ППС. Одним из основных документов, регламентирующих деятельность ППС, является постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 9 июня 2008 г. № 50 «Об организации планирования и ведения учета труда профессорско-преподавательского состава в военных учебных заведениях и на военных кафедрах гражданских учреждений, обеспечивающих получение высшего образования» (далее – Постановление). Постановление содержит расчетные нормы годового бюджета рабочего времени, расчетные нормы годовой учебной нагрузки и нормы времени для расчета нагрузки ППС. В соответствии с данным Постановлением несложно задаться ориентировочным распределением соотношения между видами деятельности ППС.

Проведем рассуждения на примере преподавательского состава из числа гражданского персонала применительно к военно-техническим дисциплинам при проведении занятий с курсантами. Годовой бюджет рабочего времени гражданского персонала установлен в объеме 1584 часов. Бюджет на УР определяется установленной в Постановлении расчетной нормой учебной нагрузки и в рассматриваемом случае составляет 720 часов. Отсюда следует, что учебная работа как вид деятельности в модели преподавателя независимо от категории должна составлять 46 %. В применяемой методике, как видно из таблицы 3, доля данного вида деятельности составляет от 17 % для профессора до 40 % для преподавателя, что в существенной мере не соответствует нормам Постановления. Естественно, что такая диспропорция нарушает адекватность применяемых моделей.

Время, отводимое на УМР, также можно ориентировочно определить, опираясь на Постановление, так как все виды методической работы регламентированы по времени. Отправной точкой при этом может являться объем аудиторных занятий, так как на каждый час занятий предусматривается как минимум до одного часа подготовки к занятию. Постановлением предусмотрен объем занятий по расписанию не менее 40 % от расчетной нормы нагрузки для профессора и доцента и не менее 50 % – для старшего преподавателя и преподавателя. Реально этот показатель составляет 70–80 %. В связи с этим только на подготовку к занятиям у преподавателей уходит 300–360 часов и более. В совокупности с другими составляющими время на методическую работу может составлять 400–500 и более часов. Может ли этот показатель отличаться для разных категорий ППС? Может, но не обязательно. Действительно, профессора и доценты больше времени тратят на разработку

лекций, новых лабораторных работ, других дидактических материалов, а преподаватели существенно больше тратят времени на подготовку к занятиям. Поэтому не будет большой ошибкой задаваться одинаковым объемом УМР для всех категорий ППС. Не проводя детального обоснования объема УМР, можно манипулировать цифрами 400–500 часов, что составляет 25–32 % от общего бюджета учебного времени. Точнее эту цифру можно определить на основе кафедральных планов распределения учебной, научной и методической работы. Как видно из таблицы 3, «вес» УМР в применяемых моделях ПД ППС несколько занижен. Кроме того, «вес» УМР в модели ПД ППС существенно и без всякой закономерности отличается для различных категорий ППС. Этот показатель возрастает с 17 % для профессора до 31 % для старшего преподавателя и падает до 21 % для преподавателя.

Как видно из вышеприведенных рассуждений, время на учебную и учебно-методическую работу должно составлять 71–78 % от бюджета времени. Соответственно на научную и воспитательную работу остается 22–29 % бюджета годовой нагрузки. В то же время в действующих моделях, как видно из таблицы 3, «вес» данного показателя составляет от 39 % для преподавателя до 66 % для профессора, то есть опять наблюдается диспропорция. Учитывая, что нормами времени для расчета нагрузки ППС не предусмотрено ни одного специального мероприятия по воспитательной работе и эта работа, как правило, реализуется в рамках проводимых занятий, «вес» воспитательной работы в модели ПД целесообразно определить для всех категорий ППС в размере 5 % (в действующих моделях 10–26 %). В связи с этим «вес» НР для всех категорий ППС составит 17–24 %.

Сводные данные с предлагаемым соотношением между учебной, учебно-методической, научной и воспитательной работой в модели ПД ППС приведены в таблице 4. Из вышеприведенных рассуждений и таблицы 4 видно, что в модели ПД ППС всех категорий предлагается закладывать одинаковое соотношение между видами деятельности.

Таблица 4 – Предлагаемое соотношение между видами ПД ППС

Виды профессиональной деятельности ППС	Категория ППС			
	профессор, %	доцент, %	старший преподаватель, %	преподаватель, %
Учебная работа	46	46	46	46
Учебно-методическая работа	25–32	25–32	25–32	25–32
Научная работа	17–24	17–24	17–24	17–24
Воспитательная работа	5	5	5	5
Итого	100	100	100	100

Обратимся к анализу состава локальных показателей по видам деятельности. Состав локальных показателей моделей УР приведен в таблице 5. Как видно из данной таблицы, модели УР формируются всего тремя локальными показателями, одинаковыми для всех категорий ППС. Учитывая, что УР является основным видом деятельности, а также ввиду того, что реальное содержание УР для разных категорий ППС различно, модели этого вида деятельности должны быть существенно развернуты и отличаться для различных категорий ППС. В пользу данного утверждения говорит и тот факт, что раздел учебной работы норм времени для расчета нагрузки ППС, приведенный в Постановлении, включает 40 мероприятий, в то время как разделы методической и научной работы – соответственно 34 и 15 мероприятий. Как следствие, весовые коэффициенты локальных показателей должны быть скорректированы. Основным локальным показателем должен остаться показатель, характеризующий выполнение учебной нагрузки, причем он должен в этом разделе иметь

максимальный «вес». Наряду с локальными показателями, соответствующими перечню мероприятий УР, предусмотренных Постановлением, целесообразно предусмотреть такие бонусные показатели, как «преподавание двух и более дисциплин», «проведение практических занятий на ВВТ» и другие.

Таблица 5 – Локальные показатели моделей учебной работы ППС

Локальный показатель	Наименование локальных показателей учебной работы ППС	Категория ППС			
		профессор	доцент	старший преподаватель	преподаватель
p_{011}	Качество проведения учебных занятий	4,5	4,5	4,0	3,5
p_{012}	Выполнение учебной нагрузки	7,6	7,6	7,6	7,6
p_{013}	Качество подготовки обучающихся данным преподавателем по преподаваемым им дисциплинам	3	3	3	3
Итого		15,1	15,1	14,6	14,1

Состав локальных показателей моделей УМР приведен в таблице 6. Из таблицы видно, что модели УМР формируются четырьмя локальными показателями, одинаковыми для категорий «профессор», «доцент» и «старший преподаватель». Модель для преподавателя формируется двумя локальными показателями. Реальное содержание УМР существенно разнообразнее, а следовательно, модели этого вида деятельности также должны быть более развернутыми. В частности, необходимо учесть такие трудоемкие виды деятельности, как разработка и модернизация лабораторных работ. В данную модель должны быть включены подготовка материалов к научно-методическим конференциям и семинарам и участие в их работе. На взгляд автора, требуется корректировка весовых коэффициентов локальных показателей.

Состав локальных показателей моделей НР приведен в таблице 7. Анализ содержания таблицы позволяет сформулировать следующие предложения.

Во-первых, целесообразно скорректировать совокупность локальных показателей, формирующих модели всех категорий ППС. В частности, показатель p_{024} необходимо переместить в раздел УР, так как в Постановлении консультирование докторантов, руководство адъюнктами и магистрантами определены как учебная работа с временной тарификацией. В модели преподавателей и старших преподавателей должны быть введены локальные показатели, учитывающие соискательство ученой степени и выполнение плана диссертационных исследований.

Во-вторых, локальный показатель p_{024} не должен входить в показатели, формирующие модели категорий «профессор» и «доцент», а должны быть просто рейтинговыми локальными показателями. Это обусловливается тем, что общее количество преподавателей данных категорий существенно больше, чем докторантов, адъюнктов и магистрантов, которыми необходимо руководить. В связи с этим данные показатели априори становятся невыполнимыми значительной частью ППС.

В-третьих, наличие в моделях категорий «профессор» и «доцент» одновременно локальных показателей p_{025} , p_{026} и p_{027} по меньшей мере неправомерно. Как известно, учебное пособие – это учебное издание, частично замещающее или дополняющее учебник. Поэтому издавать по одной дисциплине одновременно учебник и учебное пособие нецелесообразно. Показатель p_{027} целесообразно исключить из локальных показателей модели и рассматривать как рейтинговый.

Таблица 6 – Локальные показатели моделей учебно-методической работы ППС

Локальный показатель	Наименование локальных показателей учебно-методической работы ППС	Категория ППС			
		профессор	доцент	старший преподаватель	преподаватель
p_{018}	Издание учебно-методических пособий (пособий), учет за три года	3,9	3,9	3,9	–
p_{019}	Обеспеченность учебных дисциплин УМК	6,0	6,0	6,0	6,0
p_{020}	Разработка с внедрением новых образовательных технологий, инновационных методов преподавания, утвержденных на НМС	3,9	3,9	3,9	–
p_{021}	Разработка и издание заданий и методических рекомендаций к лабораторным занятиям, ПЗ, КП, ДП	1,5	1,5	1,5	1,5
Итого		15,3	15,3	15,3	7,5

Таблица 7 – Локальные показатели моделей научной работы ППС

Локальный показатель	Наименование локальных показателей научной работы ППС	Категория ППС			
		профессор	доцент	старший преподаватель	преподаватель
p_{022}	Научное руководство НИР	7,6	–	–	–
p_{023}	Участие в НИР в качестве исполнителя	–	3,0	3,0	3,0
p_{024}	Научное консультирование докторанта, руководство работой адъюнктов, магистрантов	11,2	5,6	–	–
p_{025}	Издание учебников (учет за 7 лет)	6,6	6,6	–	–
p_{026}	Издание учебных пособий (учет за 5 лет)	5,0	5,0	5,0	–
p_{027}	Издание монографий (учет за 7 лет)	6,6	6,6	–	–
p_{029}	Участие в подготовке научных работников высшей квалификации (экспертные заключения по диссертациям, отзывы на авторефераты, рецензии магистерских диссертаций)	4,9	4,9	–	–
p_{030}	Публикация статей (в зарубежных изданиях и изданиях, включенных в перечень ВАК, в иных научных изданиях)	4,0	4,0	2,0	1,0
p_{032}	Доклады на научных конференциях	4,0	4,0	1,0	0,5
Итого		49,9	39,7	11,0	4,5

В-четвертых, в состав рейтинговых локальных показателей следует ввести для всех категорий ППС такой показатель, как «участие в учениях». Это обусловлено тем, что для преподавателей участие в учениях разных уровней, как правило, является внеплановой и достаточно трудоемкой нагрузкой, к тому же участие в учениях входит в перечень мероприятий научной работы Постановления.

В-пятых, как уже отмечалось выше, «вес» моделей научной работы в модели ПД ППС

должен быть существенно скорректирован, а, кроме того, должна быть уменьшена диспропорция «весов» моделей научной работы различных категорий ППС.

Таким образом, на основе проведенного анализа можно сформулировать следующие выводы и предложения:

1. Модели, применяемые в методике рейтинговой оценки, требуют корректировки. Совершенствование моделей должно быть направлено на приведение в соответствие «весов» моделей учебной, учебно-методической и научной деятельности с реальными временными затратами ППС на данные виды деятельности.

2. В целях совершенствования применяемых моделей целесообразно в основу их формирования положить нормы учета труда ППС, предусмотренные Постановлением Министерства обороны Республики Беларусь от 9 июня 2008 г. № 50 «Об организации планирования и ведения учета труда профессорско-преподавательского состава в военных учебных заведениях и на военных кафедрах гражданских учреждений, обеспечивающих получение высшего образования». Ориентировочное соотношение «весов» моделей видов деятельности ППС приведено в таблице 4.

3. В целях приведения локальных показателей, формирующих модели деятельности ППС, в соответствие с Постановлением целесообразно произвести корректировку показателей, в том числе путем увеличения их количества для модели учебной работы, перераспределения между видами деятельности, а также частичного изъятия показателей, носящих субъективный характер.

4. В связи с тем, что методика рейтинговой оценки является элементом системы управления качеством образования, необходимо доработать методику таким образом, чтобы основными выходными параметрами мониторинга являлись рекомендации каждому преподавателю по направлениям усиления деятельности.

Список литературы

1. Мониторинг деятельности профессорско-преподавательского состава и кафедр: положение утв. и введ. в действие решением ректората, протокол от 24.06.2013 г. № 11.

2. Об организации планирования и ведения учета труда профессорско-преподавательского состава в военных учебных заведениях и на военных кафедрах гражданских учреждений, обеспечивающих получение высшего образования: постановление М-ва обороны Респ. Беларусь от 9 июня 2008 г. № 50.

* Сведения об авторе:

Кутын Михаил Константинович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 15.10.2013 г.

**Требования к статьям, представляемым для опубликования
в военном научно-теоретическом журнале
«Вестник Военной академии Республики Беларусь»**

Представляемые в редакцию материалы должны быть актуальными по содержанию, раскрывать проблемы военной теории и практики и предлагать пути их решения.

При подготовке материала во избежание повторений полезно ознакомиться с публикациями за предшествующие несколько лет. Основное внимание необходимо уделить актуальным вопросам военного искусства, модернизации, эксплуатации и боевого применения вооружения и военной техники, морально-психологического и боевого обеспечения воинской деятельности.

Статья должна содержать элементы новизны и глубокого анализа; суждения автора должны быть обоснованными, а выводы, сделанные им в завершение, – доказательными. Точность расчетов, практическая направленность, оригинальность предложенных решений – вот те критерии, руководствуясь которыми редакция будет рассматривать возможность публикации той или иной статьи. Схемы, рисунки, диаграммы должны по существу дополнять излагаемый материал.

Автор несет ответственность за точность цитируемого текста и ссылки на источник, а также за то, что в материалах нет данных, не подлежащих открытой публикации.

Текст статьи (в рукописном и электронном вариантах), выписка из протокола заседания кафедры (подразделения) с рекомендацией к опубликованию и экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати направляются в секретариат редколлегии.

Требования к оформлению статей:

объем – от 5 до 8 страниц формата А4;

поля – 2 см;

текстовый редактор Word for Windows версии 6.0 или выше;

высота символов – 12 pt, межстрочное расстояние – 1 интервал, шрифт – Times New Roman Cyr.

Текст статьи должны предварять: название (по центру, полужирный шрифт, прописные буквы); УДК (ниже заглавия слева); инициалы и фамилия автора (ниже заглавия справа); аннотация на русском и английском языках (курсив, до 100 слов).