

ISSN 2224-1159

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

# ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 2 (47) 23 июня 2015 г.



ВОЕННЫЙ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

# ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 2 (47) 23 июня 2015 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 о государственной  
регистрации издателя,  
изготовителя,  
распространителя печатных  
изданий

№ 1/224 от 19.03.2014.

№ 2/81 от 19.03.2014.

**Набор и верстка:**

Демидова А. К.

**Дизайн обложки:**

Мацкевич А. Н.

**Печать:**

ЛП № 02330/76

от 27.03.2014 г.

Подписано в печать 23.06.15 г.

Формат 60×84/8. Бумага писчая.

Гарнитура «Таймс». Печать  
ризография. Усл. печ. л. 25,58.

Тираж 100 экз. Зак. 271

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.**, доктор военных наук, доцент;

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

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

**Лапука О. Г.**, доктор технических наук, профессор;

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

**Нишнева Н. Н.**, доктор педагогических наук,  
профессор;

**Кириллов В. И.**, доктор технических наук,  
профессор;

**Павлович В. С.**, доктор физико-математических  
наук, профессор;

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

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

**1. Основы военной науки и военного строительства**

Аношкин И. М. Разработка авиационного высокоточного оружия малого калибра с многорежимными головками самонаведения за рубежом.....	4
Артюшенко Н. Н., Верлуп С. В. Совершенствование организационно-правовых аспектов функционирования белорусской железной дороги в интересах повышения коллективной безопасности государств – участников ОДКБ .....	24
Банников В. Ю., Цыганков В. Н. Повышение качества подготовки водителей механических транспортных средств за счет совершенствования их отбора и системы обучения.....	32
Головин М. Б., Избаш М. Ю. Возможный подход к оценке эффективности боевого применения ракетного формирования, вооруженного дальнобойными реактивными системами залпового огня крупного калибра.....	39
Карпилена Н. В. Базовое условие достижения целей «сетцентрической войны» и «цветной революции» в геополитической борьбе – психологический надлом подчиняемой нации.....	46
Кругликов В. В., Хвисевич А. В., Денисенко И. Г. «Эффект бабочки» и его роль в военных противостояниях.....	68
Утекалко В. К., Крючков А. Н., Булойчик В. М., Бирзгал В. В. Геоинформационные системы и технологии как информационная составляющая национальной безопасности Республики Беларусь.....	73

**2. Системный анализ и информационные технологии в военном деле**

Бекиш А. Р., Кругликов С. В. Вариант построения имитационной модели групповой деятельности операторов автоматизированных систем управления тактического звена.....	79
Бобков Ю. Ю., Шаляпин И. Ф., Юрцев О. А. Численное и экспериментальное моделирование полосковых плоских антенных решеток с последовательными схемами питания.....	88

**3. Общетеоретические вопросы разработки и совершенствования вооружения и военной техники**

Боровой А. Г., Калитин С. Б., Морозов Д. В. Синтез алгоритма оценки пеленга источника радиоизлучения многолучевым измерительным пеленгатором с беспойсковым круговым обзором в одной плоскости.....	96
Заневский Д. В., Гладейчук В. В., Бычков А. В. Сравнительная оценка энергетических затрат и пропускной способности космической радиолонии в диапазонах 10–18 и 18–30 ГГц.....	102
Калитин С. Б. Обобщенное решение задачи определения координат объекта в суммарно-дальномерной радиотехнической системе.....	107
Лапука О. Г., Ростов А. А. Математическая формализация процедуры дискретной конечномерной фильтрации сепарабельных двумерных сигналов.....	116
Ларкин А. В., Комяк А. В., Мацкевич А. Н. Планирование отбраковочных испытаний радиоэлектронных средств на этапе производства.....	123
Малкин В. А., Лемба А. Методика аналитической оценки оптимальных параметров и эффективности мерцающей помехи.....	128
Солонар А. С., Хмарский П. А. Синтез устройства межобзорной селекции движущихся целей для радиолокаторов кругового обзора, учитывающего распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения ..	134
Чумаков С. А., Малашин А. Н., Суходолов Ю. В. Обеспечение качества электрической энергии в системах электроснабжения автономных объектов.....	151

#### **4. Разработка, модернизация и эксплуатация вооружения и военной техники**

Косицын А. В., Кислый И. И. Вибродиагностика повреждаемости диска ротора газотурбинного двигателя вследствие перегрева.....	161
---	-----

#### **5. Проблемы военной педагогики, воинского обучения и воспитания**

Белько В. М., Алтыев Р. Е. Состояние и направления совершенствования научно-методического обеспечения профессиональной подготовки будущих офицеров зрв в высшей военной школе Туркменистана.....	168
Гомель Н. И., Эршов Ш. А. Система воспитания военнослужащих Туркменистана.....	175
Зенков В. Е. Подготовка летных кадров для военно-воздушных сил Красной армии в годы Великой Отечественной войны.....	181
Коклевский А. В. Опыт разработки и применения электронного учебно-методического комплекса дисциплины в процессе подготовки офицеров запаса в классическом университете.....	186
Ольшевский В. Г., Екадумова И. И., Киселев А. А., Сивицкий В. Н. Нарращивание и развитие социально-гуманитарных знаний в интересах обеспечения национальной безопасности: итоги международной научно-практической конференции.....	194
Тарашкевич Е. И., Ротенко Л. А. Иностраный язык для военно-специальных целей: внедрение европейских квалификационных стандартов в военной академии Республики Беларусь.....	212

#### **6. Наши юбиляры**

Наталья Николаевна Нижнева.....	218
---------------------------------	-----

# 1. ОСНОВЫ ВОЕННОЙ НАУКИ И ВОЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

---

## РАЗРАБОТКА АВИАЦИОННОГО ВЫСОКОТОЧНОГО ОРУЖИЯ МАЛОГО КАЛИБРА С МНОГОРЕЖИМНЫМИ ГОЛОВКАМИ САМОНАВЕДЕНИЯ ЗА РУБЕЖОМ

УДК 623.46, 621.37.39

И. М. Аношкин \*

*В статье рассмотрены назначение, требования, принципы построения, тактико-технические характеристики, достоинства и недостатки нового зарубежного авиационного высокоточного оружия малого калибра класса «воздух – поверхность» с многорежимными головками самонаведения, а также особенности его разработки и боевого применения.*

*In article are considered appointment, requirements, construction principles, tactical-technical characteristics, merits and demerits of the new foreign aviation high-precision weapon of small calibre «air – surface» class with multimode seekers, and also feature of its developments and fighting application.*

Авиационное высокоточное оружие (ВТО) за несколько последних десятилетий сформировалось в самостоятельный вид вооружения, который бурно развивается в мире на основе использования новых высоких технологий. По взглядам военного руководства ведущих зарубежных стран, боевая авиация должна быть способна обеспечить одновременное поражение множества стационарных и мобильных целей за счет принятия на вооружение авиационных высокоточных средств поражения (ВТСП) малого калибра (до 120 кг). К такому оружию относятся малогабаритные крылатые ракеты, авиационные управляемые ракеты (УР) класса «воздух – поверхность» и управляемые авиабомбы (УАБ) малого диаметра (Small Diameter Bomb).

К данным ВТСП предъявляются высокие требования по всепогодности и круглосуточности применения, надежности функционирования и точности поражения различных целей в условиях противодействия со стороны противника. Наилучшим образом эти требования реализуются в многорежимных или комплексированных головках самонаведения (ГСН), основанных на объединении в общем конструктивном модуле различных комбинаций датчиков: радиолокационных, лазерных, телевизионных, инфракрасных (ИК) или тепловизионных. Подобные датчики совместно с бортовой аппаратурой глобальной космической радионавигационной системы (КРНС) «Навстар» (GPS – Global Position System) для коррекции траектории полета являются ключевыми элементами систем наведения высокоточных ракет или авиабомб, определяющими их высокую точность (при среднеквадратичном отклонении от центра цели не более 1 м) и эффективность применения систем вооружения в целом.

С учетом достигнутого прогресса в различных областях материаловедения и современных технологий электроники и фотоники определились *доминирующие тенденции в развитии ВТСП с многорежимными ГСН*, к которым, в частности, можно отнести следующие:

универсализация и многовариантность боевого применения ВТСП, оснащенных подобными ГСН и комбинированными системами наведения, обусловленные расширением их возможностей;

модульный принцип построения и унификация конструктивно-схемных решений на всех уровнях (функциональная, аппаратурная, конструктивно-технологическая, элементная), позволяющие удешевить отдельные образцы ВТО при их массовом серийном производстве;

резкий рост уровня «автономного интеллекта» радиоэлектронного оборудования таких ГСН, связанный с появлением новых поколений высокопроизводительных многоядерных процессоров с малым энергопотреблением.

В качестве образцов подобного оружия рассмотрим универсальные управляемые ракеты класса «воздух – поверхность» JAGM, «Бримстоун» (Brimstone), а также управляемые авиабомбы малого калибра GBU-53/B, их характеристики, возможности, принципы построения и особенности боевого применения. Основные тактико-технические характеристики (ТТХ) указанных образцов ВТСП представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Основные ТТХ высокоточных УР и УАБ с многорежимными ГСН

Наименование характеристики	Значение характеристики		
	УР «Бримстоун»	УР JAGM	УАБ GBU-53/B
Страна-изготовитель	Великобритания	США	США
Масса, кг	49	50,8	93
Длина, см	178	177,8	176
Диаметр, см	17,8	17,8	18
Размах крыльев, см	32,5	32,5	168
Средняя скорость полета	1,2–1,3 М	1,2–1,5 М	Дозвуковая
Система наведения	Комбинированная: инерциальная с радиокоррекцией, полуактивная лазерная, активная радиолокационная миллиметрового диапазона длин волн (частота – 94 ГГц)	Комб.: (GPS + инерциальная), двухсторонний канал передачи данных коррекции траектории полета и передачи видеoinформации (Link-16), трехрежимная неохлаждаемая ГСН (тепловизионная, полуактивная лазерная, активная радиолокационная – 94 ГГц)	Комб.: (GPS + инерциальная), двухсторонний канал передачи данных коррекции траектории полета и передачи видеoinформации (Link-16), трехрежимная неохлаждаемая ГСН (тепловизионная, полуактивная лазерная, активная радиолокационная – 94 ГГц)
Боевая часть	Тандемная кумулятивная (масса БЧ – 6,2 кг)	Многоцелевая тандемная в различном снаряжении (кумулятивная, проникающая, фугасная, осколочно-фугасная)	Многоцелевая в различном снаряжении (кумулятивная, фугасная, осколочно-фугасная, осколочная)
Дальность автономного применения (сброса), км	До 24 (до 60 у «Бримстоун-2»)	До 30 (в перспективе – до 45)	До 100

Следует отметить, что многорежимные ГСН данных образцов авиационного ВТО практически унифицированы, а использование миллиметрового диапазона (рабочая частота – 94 ГГц, длина волны – 3,2 мм) позволяет снизить их массогабаритные характеристики и технологически объединить их оптическую и антенную радиолокационную системы в общей конструкции. Наиболее предпочтительными с точки зрения снижения затухания электромагнитных волн при их распространении в атмосфере и технологичности изготовления ГСН ракет-перехватчиков являются так называемые «окна прозрачности» вблизи частот 35 или 94 ГГц [2] (рисунок 1). Кроме того, рабочая частота (94 ГГц) выбрана из условий обеспечения высокой разрешающей способности ГСН по угловым координатам и надежной работы в условиях дождя, снегопада, тумана, пыли или дыма, когда тепловизионный и полуактивный лазерный каналы практически неработоспособны.

Высокоточная двухрежимная управляемая ракета «Бримстоун» (**Brimstone Dual-Mode**) разработки межгосударственного концерна MBDA Missile Systems была принята на вооружение ВВС Великобритании в 2005 г. и является современным оружием, которое предусматривается использовать в современных сетцентрических боевых операциях ОВС НАТО на региональных театрах военных действий (ТВД). Эта ракета, внешний вид и компоновочная схема которой представлены на рисунке 2, также может запускаться с других носителей различных видов базирования [1, 4, 7, 8]. При ее разработке сотрудники

европейского отделения концерна MBDA учли опыт создания ракет других классов, в том числе противотанковых, противокорабельных и зенитных. За основу для проекта «Бримстоун» была взята американская противотанковая ракета (ПТУР) AGM-114R «Хеллфайр» (Hellfire).

При создании многоцелевой управляемой ракеты «Бримстоун» к ней предъявлялись следующие *оперативно-тактические требования*:

- автономность боевого применения с реализацией принципа «выстрелил и забыл»;
- поражение множества целей при групповом пуске УР за один боевой заход самолета-носителя;
- разнообразие типов поражаемых целей;
- всепогодность боевого применения в любое время суток;
- модульный принцип построения УР и способность к дальнейшей модернизации;
- простота эксплуатации и технического обслуживания, минимум привлекаемого персонала.

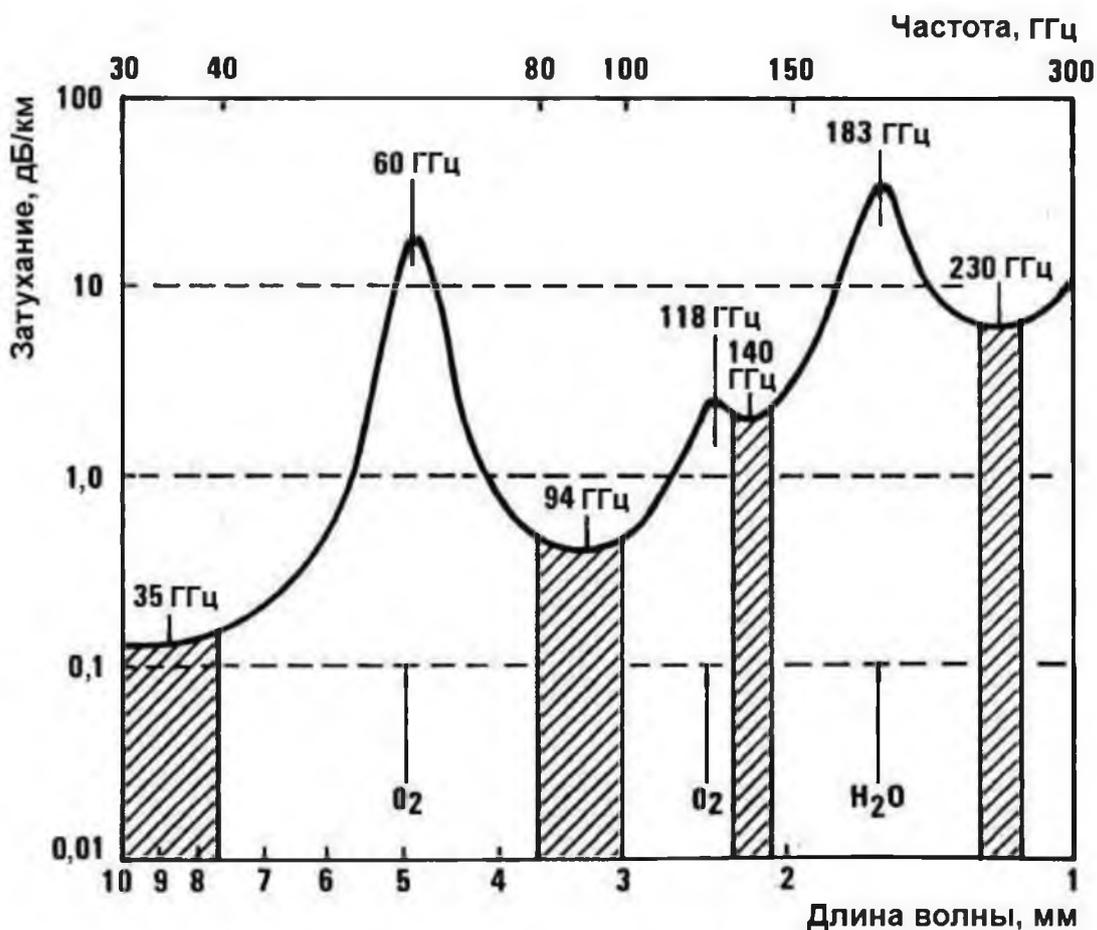


Рисунок 1. – Зависимость затухания электромагнитных волн в атмосфере в миллиметровом диапазоне длин волн

На ранних стадиях разработки УР «Бримстоун» рассматривалась в качестве модернизированного варианта ракеты «Хеллфайр», разработанного с учетом производства в странах Европы. Тем не менее проработка повышенных требований к проекту и необходимость обновления различных компонентов боеприпаса привели к тому, что научно-технический проект «Бримстоун» стал самостоятельным. У ПТУР AGM-114, ранее считавшейся базовой, были заимствованы только общие черты технического облика некоторых систем (автопилот, боевое снаряжение двигательная установка).

Управляемая ракета «Бримстоун» (рисунок 2) выполнена по нормальной аэродинамической схеме и предназначена для поражения различной бронетехники, радиолокционных станций (РЛС) и пусковых установок (ПУ) систем ПВО, транспортных

средств, скоростных бронекатеров и других точечных защищенных наземных и надводных целей. В ракете используется тандемная кумулятивная боевая часть (БЧ) с ударным взрывателем массой 6,2 кг и массой первичного (переднего) заряда взрывчатого вещества 300 г, обеспечивающая бронепробиваемость 1200–1300 мм. В качестве двигательной установки используется твердотопливный ракетный двигатель (РДТТ) со стартовым ускорителем, что обеспечивает при времени работы двигателя около 2,5 с сверхзвуковую среднюю скорость полета ракеты. На боковой поверхности УР «Бримстоун» расположены две группы X-образных стабилизаторов, в средней и хвостовой частях корпуса. Хвостовые стабилизаторы оборудованы рулями и легким электрическим силовым приводом для управления полетом ракеты. Себестоимость одной УР «Бримстоун» при серийном производстве составляет около 100 тыс. фунтов стерлингов.



**Рисунок 2. – Внешний вид и компоновочная схема управляемой ракеты класса «воздух – поверхность» «Бримстоун» с комбинированной системой наведения**

Высокие боевые возможности двухрежимной УР «Бримстоун», которые делают ее привлекательной с точки зрения универсальности, обеспечиваются за счет возможности автономного боевого применения по принципу «выстрелил и забыл». Комплексирование систем управления и введение в ГСН дополнительного активного радиолокационного канала устранило многие ограничения в контуре управления ракетой, присущие ракетам с чисто командным управлением или полуактивным лазерным наведением с внешним подсветом цели.

Для наведения УР используется комбинированная система, объединяющая в себе инерциальную аппаратуру с радиокоррекцией, оптоэлектронную и активную радиолокационную ГСН. Для ее наведения на среднем участке траектории полета наряду с блоком инерциального управления (Inertial Measuring Unit) используется цифровой автопилот. Кроме того, возможно внешнее целеуказание для полуактивной оптоэлектронной ГСН с помощью лазерного оборудования типа Litening Laser Designator Pod. Передача данных между УР «Бримстоун» и самолетом-носителем (пусковой платформой) осуществляется по средствам цифровой УКВ тактической сети обмена (передачи) данных (СПД) типа Link-16 (TADIL – Tactical Digital Information Link) с использованием протокола, отвечающего требованиям военного стандарта MIL-STD 1760.

При создании ракеты «Бримстоун» за основу была взята активная ГСН миллиметрового диапазона длин волн, разработанная ранее специалистами фирмы Magconi Electronic Systems для американской ПТУР «Хеллфайр» [1, 6]. Радиолокационная ГСН, конструктивно-схемные решения которой представлены на рисунке 3, характеризуется высокими помехозащищенностью, разрешающей способностью и точностью благодаря узкой ( $\approx 1$  град) диаграмме направленности излучения антенны. Дальность захвата цели радиолокационной ГСН составляет 12–16 км. Из-за близости к оптическому диапазону в ее конструкции вместо традиционных волноводов широко используются тракты, изготовленные с применением композиционных и полимерных материалов. Приемопередающее устройство ГСН, размещаемое за антенной системой, изготавливается на полупроводниковых арсенид-галлиевых монокристаллических интегральных схемах.

В ГСН установлена антенна Кассегрена с одним подвижным зеркалом, которое одновременно является и зеркалом оптического тракта. Головка самонаведения осуществляет обнаружение, распознавание и классификацию цели с использованием встроенного алгоритма обработки принятых сигналов по их радиоизображению. Во время наведения на конечном участке ГСН определяет оптимальную точку прицеливания. Модуль наведения состоит из цифрового автопилота и инерциальной системы, с помощью которых осуществляется наведение на среднем участке полета.

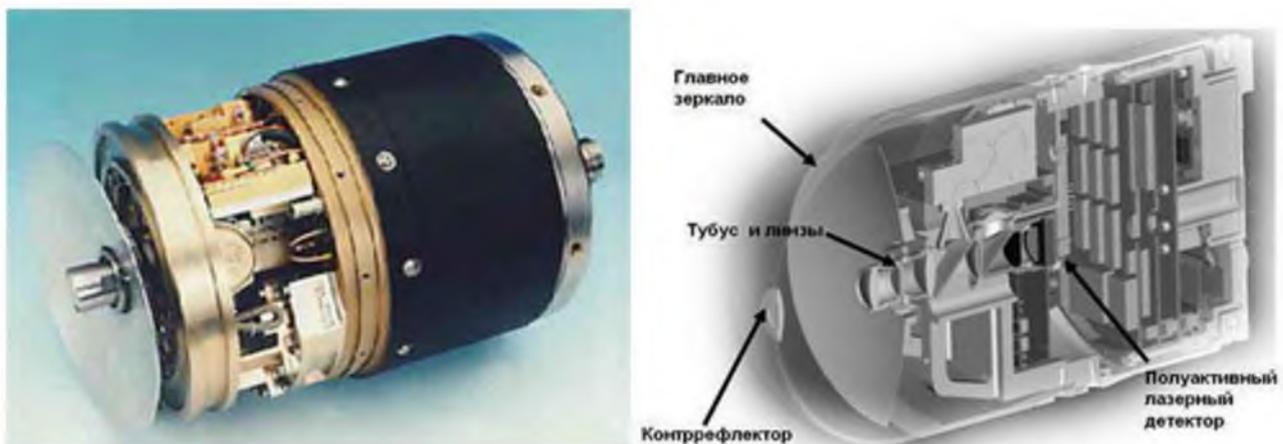
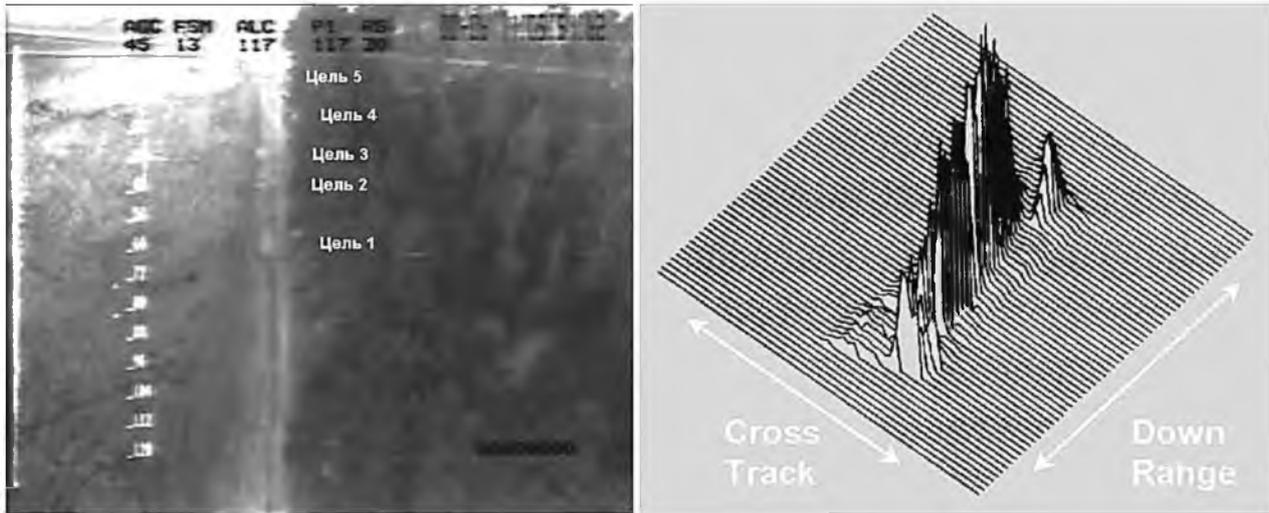


Рисунок 3. – Внешний вид и разрез двухрежимной ГСН ракеты «Бримстоун»

Использование верхней части миллиметрового диапазона длин волн, близкого к оптическому спектру, позволяет ГСН получать радиолокационное изображение с высокой разрешающей способностью (рисунок 4) и классифицировать цели с применением специальных высокопроизводительных алгоритмов по их радиолокационным портретам в реальном масштабе времени. Например, при реализации данных алгоритмов можно выбирать приоритетные цели (танки, боевые бронированные машины, самоходные артиллерийские установки РЛС и ПУ ЗРК и пр.) и игнорировать обычные грузовики и другие гражданские объекты, а также ложные цели и различные ловушки. Это повышает

вероятность того, что будут уничтожены те цели, которые представляют наибольшую угрозу, и что ракеты не будут потрачены напрасно [3, 6].

Как активная система, радиолокационная ГСН потенциально уязвима для средств постановки радиопомех, но в УР «Бримстоун» из-за малой излучаемой мощности, выбранного частотного диапазона и высокой технологичности изготовления она имеет очень низкий уровень излучений по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны. Все это обеспечивает ее высокие функциональные возможности в условиях возможного радиопротиводействия со стороны противника. Кроме того, короткое время работы стартового ускорителя и низкодымное ракетное топливо маршевого РДТТ снижает заметность УР в видимом и ИК диапазонах.



**Рисунок 4. – Видеоизображение колонны атакуемой бронетехники противника и ее цифровое радиолокационное изображение, получаемое с помощью ГСН миллиметрового диапазона длин волн**

Ракета «Бримстоун» имеет два режима наведения. При непосредственном (прямом) режиме летчик вводит в бортовой компьютер ракеты данные об обнаруженной им цели, и после пуска она летит к цели и поражает ее без дальнейшего участия пилота. В косвенном режиме процесс атаки цели планируется заранее. Перед полетом определяется район поиска цели, ее тип, а также точка начала ее поиска. Эти данные вводятся в бортовой компьютер ракеты перед самым пуском. После пуска УР выполняет полет на фиксированной высоте, величина которой задана. Поскольку в таком случае захват цели осуществляется после пуска, чтобы избежать поражения своих войск, ГСН ракеты не работает. По достижении заданного района включается ГСН и осуществляется поиск цели. Если та не обнаружена и УР вышла за пределы заданного района, то она самоликвидируется.

У ракеты «Бримстоун» нет четко определенных пределов верхней и нижней границы зоны пуска по высоте, так как это, по заявлениям разработчиков, «вперед стреляющее оружие», которое может быть запущено «столь же низко, как летает муха» (so low as the fly flies). Тем не менее они рекомендовали использовать следующий *типовой алгоритм наведения данной УР* (рисунок 5) [3, 7]:

высота пуска в пределах 45–14 000 м с выходом на средние или большие высоты и последующим крутым пикированием в сторону цели под углом  $\approx 60$  град;

переход в горизонтальный полет до достижения оптимальной высоты (около 150 м) для работы ГСН в режиме поиска и захвата цели;

пикирование на цель сверху под углом  $\approx 60$  град при ее атаке для эффективного поражения реактивной броневой защиты бронетехники.

Ракеты «Бримстоун» разработаны для использования против многих целей при одновременном или быстром последовательном пуске с интервалом 0,5 с нескольких УР с единого носителя в направлении цели (так называемый прямой режим или Direct Mode) и

его последующем отвороте и уходе в безопасную зону. При этом предварительная точка прицеливания для инерциальной системы наведения каждой ракеты выбирается индивидуально по определенному правилу (рисунок 6) – от края к центру групповой цели. Смысл этого заключается в том, чтобы в максимальной степени охватить все цели в определенной области, а конкретная цель после ее обнаружения и селекции захватывается активной радиолокационной ГСН каждой УР «Бримстоун» индивидуально.

Запуск всех или отдельной ракеты «Бримстоун» может быть произведен и в непрямом (Indirect Mode) режиме пуска, когда местоположение цели известно, но она находится вне поля зрения самолета-носителя, когда он в целях безопасности и скрытности осуществляет полет на малых высотах в складках ландшафта местности. При этом предварительные данные о цели вводятся в бортовую систему ракеты и могут корректироваться в процессе ее наведения по радиоканалу передачи данных. В случае внезапного обнаружения новых целей или для вынужденной самообороны они могут быть обстреляны как в прямом, так и в непрямом режимах.

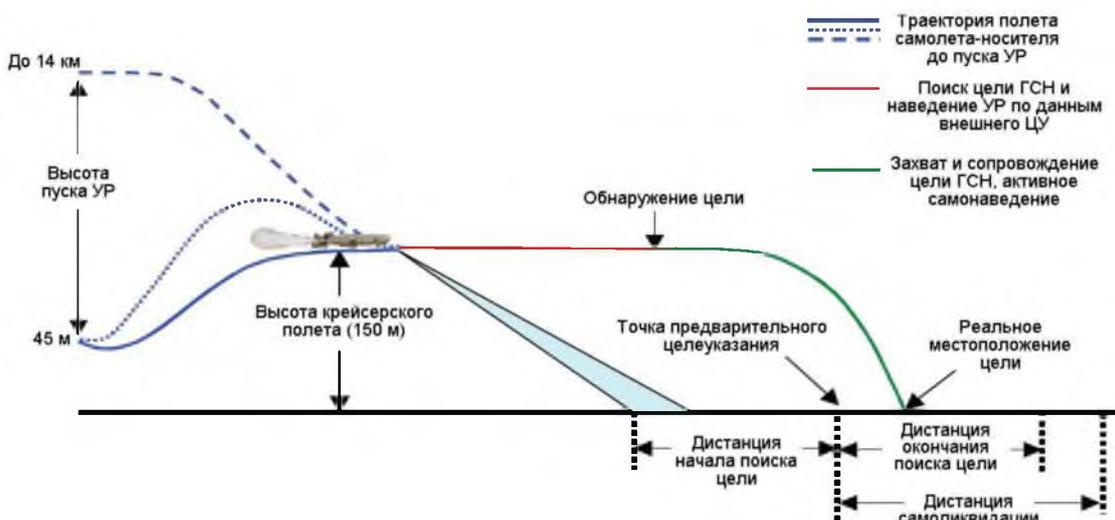


Рисунок 5. – Схема боевого применения высокоточной управляемой ракеты «Бримстоун»

Эта ракета устойчива к зонам затемнения, ложным целям и различным помехам на поле боя, таким как дым, пыль, вспышки разрывов и др. Она содержит алгоритмы распознавания основных целей. При необходимости поражения других объектов могут быть разработаны новые алгоритмы распознавания целей, и бортовое оборудование ГСН УР может быть легко перепрограммировано.

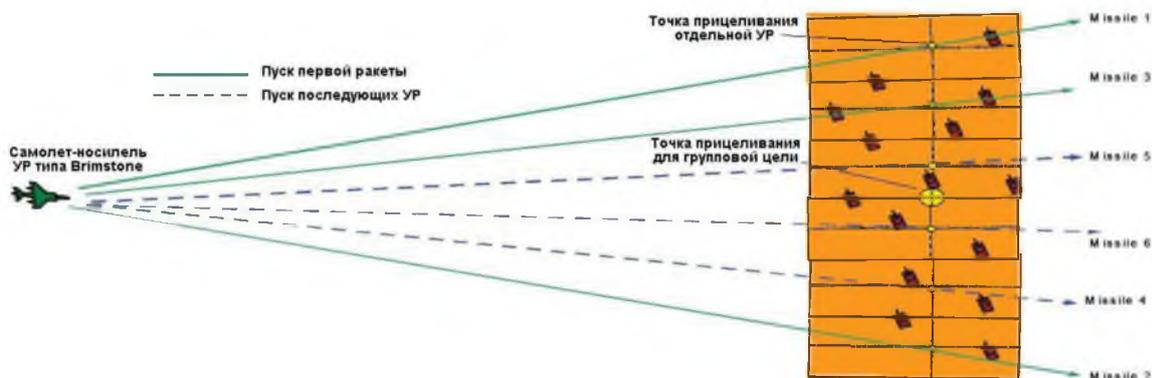


Рисунок 6. – Порядок запуска УР «Бримстоун» при обстреле площадной групповой цели

Основным носителем УР «Бримстоун» является ударный самолет тактической авиации «Торнадо» в двух вариантах: истребитель-бомбардировщик (Tornado GR.4) и разведчик-перехватчик (Tornado GR.4A). При этом на одном носителе может размещаться до 12 подобных ракет на четырех подвесках, хотя обычно боевая нагрузка самолетов Tornado

GR.4 состоит из трех или шести таких УР в сочетании с боеприпасами иных типов. Кроме того, для использования с ракетами «Бримстоун» различных модификаций была разработана специальная пусковая установка. Такой агрегат монтируется на пилоне самолета-носителя, боевого вертолета или беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и позволяет нести и применять три ракеты. Благодаря этому один ударный самолет способен нести достаточное количество таких УР. Так, на истребитель-бомбардировщик типа Eurofighter Typhoon может быть подвешено шесть подобных ПУ с 18 УР «Бримстоун».

Значимый практический результат от применения авиационных управляемых ракет «Бримстоун» был достигнут в 2011 г. во время бомбардировки военных и государственных объектов в Ливии. В составе ударной группировки вооруженных сил (ВС) НАТО английские королевские ВВС наносили удары по надводным объектам ВМС и объектам бронетехники СВ ВС Ливии. В результате применения тактическими самолетами Tornado GR.4А ракет «Бримстоун» были уничтожены/повреждены три ракетных катера типа La Combattante IIG (один из катеров затонул, два находились в притопленном состоянии) и сторожевой корабль проекта 1159TR. Кроме того, при авиаударах по городам Мисурата и Аждабия несколькими ракетами были уничтожены несколько танков и бронетранспортеров. Всего в ходе проведения операций в Афганистане и Ливии ВВС Великобритании было использовано около 200 таких УР.

В конце 2013 г. концерн MBDA представил модификацию ракеты, получившую наименование «Бримстоун-2» [8] – усовершенствованный вариант УР с двухрежимной ГСН. Целью такой модернизации было увеличение дальности стрельбы, а также повышение возможностей ракеты при атаках движущихся объектов. Благодаря новому ракетному двигателю максимальная дальность полета была увеличена до 60 км (до 40 км – при запуске с вертолета). Ракета оснащена новой боевой частью большего могущества и более устойчивой к детонации при внешнем воздействии. Солидным доработкам подверглась многорежимная головка самонаведения, получившая активный и пассивный каналы. Теперь радиолокационная ГСН способна находить и сопровождать скоростные и маневрирующие наземные цели, в том числе с пониженной радиолокационной заметностью. Сохранена и пассивная лазерная система наведения с внешним подсветом цели, реализованная в первой базовой версии данной УР.

В 2013 г. специалисты концерна MBDA провели пять испытательных запусков новой ракеты «Бримстоун-2» по движущимся автомобилям-мишеням. На основном участке траектории управление ракетой осуществляла пассивная лазерная система, затем за наведение отвечали оба канала, а на конечном участке работала только активная радиолокационная ГСН. Все ракеты успешно поразили свои цели прямым попаданием. Во время одного из таких пусков грузовик-мишень двигался со скоростью 110 км/ч и был окружен другим транспортом. В 2014 г. была проведена очередная серия испытаний данной УР. На этот раз их носителем стал беспилотный летательный аппарат MQ-9 Reaper. Условной целью были движущиеся легковые автомобили-мишени. Запуски производились с высоты 6 км и дальности 7–12 км. Все ракеты успешно поразили цели прямым попаданием (рисунок 7). Серийное производство ракет «Бримстоун-2» было начато в 2014 г.

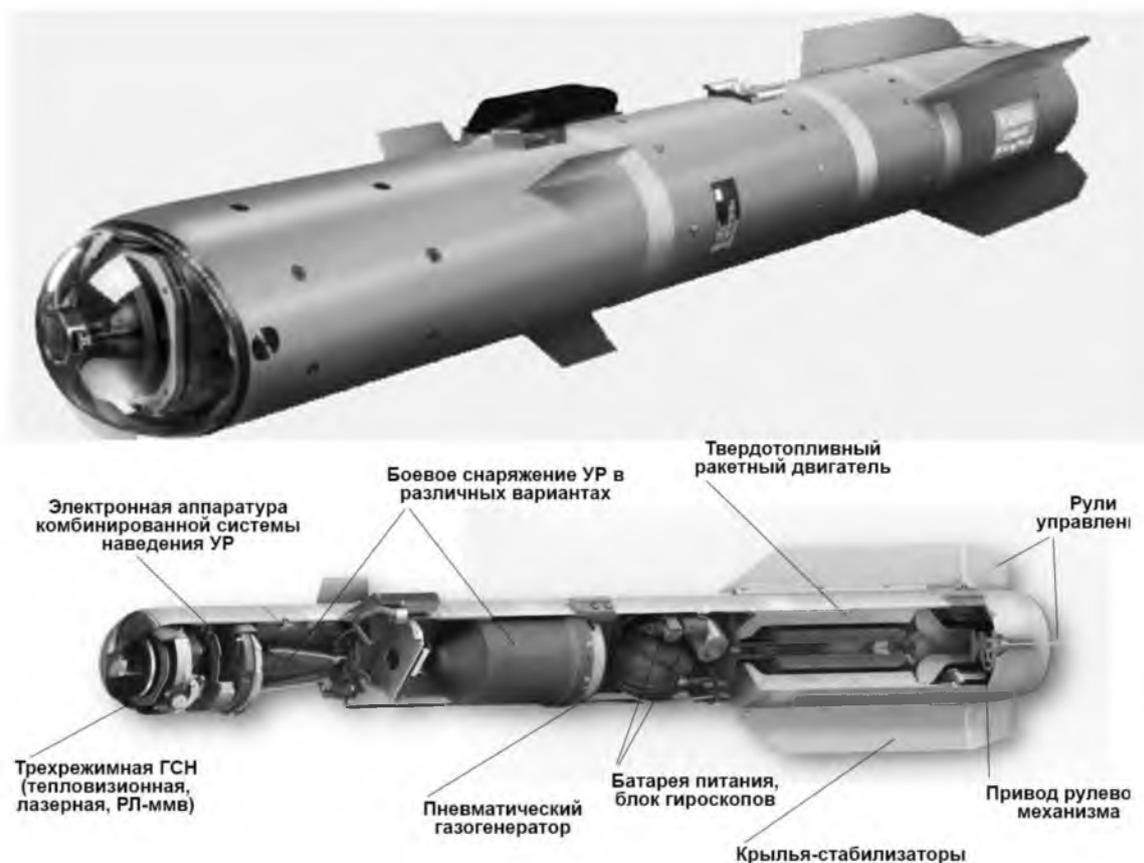


**Рисунок 7. – Испытательный пуск УР «Бримстоун-2» с БПЛА MQ-9 Reaper по автомобилю-мишени, движущемуся со скоростью 80 км/ч**

Первым зарубежным покупателем ракет «Бримстоун» в 2011 г. стала Саудовская Аравия. По некоторым данным, саудовские военные специалисты выбрали данную УР, увидев ее высокую эффективность при использовании во время операции в Ливии. Интерес к этим ракетам проявили Франция и Индия. Кроме того, ракетами «Бримстоун» в ближайшем будущем могут пополниться арсеналы ВВС США.

В США с 2008 г. ведется разработка единой унифицированной многоцелевой **управляемой ракеты** класса «воздух – поверхность» для всех видов вооруженных сил США в рамках научно-технической программы **JAGM (Joint Air-to-Ground Missile)**. Целью программы JAGM является поставка в ВС США созданной по модульному принципу, обладающей значительными боевыми возможностями и большей поражающей способностью единой ракеты. Она должна заменить разнообразные УР подобного класса, состоящие на вооружении различных видов ВС. В разработке УР JAGM на конкурсных условиях принимают участие две группы компаний, во главе которых в качестве главных разработчиков стоят «Локхид Мартин» (Lockheed Martin) и «Рейтеон» (Raytheon). Программа JAGM является продолжением программы разработки единой УР для различных видов ВС США JCM (Joint Common Missile), которая была завершена в 2007 г.

Новая УР JAGM (рисунок 8) разработана на основе американской ПТУР AGM-114R «Хеллфайр» и имеет с ней много общих конструктивно-схемных решений. Она является новым оружием, которое предусматривается использовать в современных сетцентрических боевых операциях ВС США и их союзников на региональных ТВД совместно с другими высокоточными боеприпасами. Ракета JAGM будет совместима с существующими устройствами подвески и пуска на различных летательных аппаратах (самолетах, боевых вертолетах и ударных БПЛА).



**Рисунок 8. – Внешний вид и компоновочная схема многоцелевой управляемой ракеты класса «воздух – поверхность» JAGM с комбинированной системой наведения**

К приоритетным целям, которые способна эффективно поражать УР JAGM, можно отнести следующие: современные тяжелые/легкие бронированные машины, бункеры, здания, патрульные катера, транспортные средства и машины систем связи, командования и управления, транспортно-заряжающие машины и пусковые установки ракетного оружия, позиции артиллерийских систем, РЛС системы ПВО и др. Ракета JAGM может уходить с пусковой направляющей с набором высоты и поражать цель с почти вертикального пикирования.

Высокоточная единая унифицированная межвидовая ракета класса «воздух – поверхность» JAGM выполнена по нормальной аэродинамической, размещается на пилотируемых и беспилотных ударных летательных аппаратах. Она предназначена для уничтожения стационарных или движущихся высокоприоритетных точечных наземных и надводных целей на дальности до 30 км (в перспективе дальность боевого применения УР может возрасти до 45 км). На ракете используется твердотопливная двигательная установка на основе однокамерного РДТТ повышенной тяги с зарядом малодымного пороха, обеспечивающим сверхзвуковую среднюю скорость ее полета. Решение о разработке УР JAGM с увеличенной дальностью связано с переходом вооруженных сил США на новые прицельные системы MTADS (Modernized Target Acquisition Designation Sight), которые позволяют пилотам обнаруживать цели на большем удалении. При этом летчик из кабины самолета-носителя сможет выбирать вид подрыва боевой части (кумулятивный или осколочно-фугасный). Бронепробиваемость кумулятивной БЧ УР JAGM составляет 1300–1500 мм.

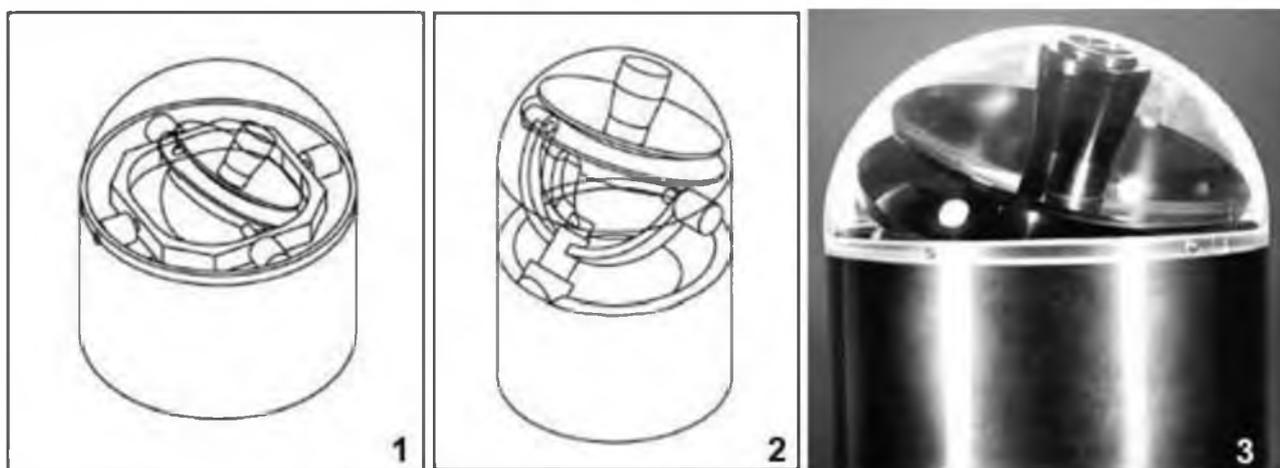
Ключевым элементом новой ракеты является унифицированная многорежимная ГСН, которая совмещает возможности пассивного инфракрасного (тепловизионного), полуактивного лазерного и активного радиолокационного наведения и способна обнаруживать и распознавать различные цели с применением встроенных алгоритмов по их видео- и радиоизображениям (рисунок 9). Тепловизионный канал оснащается матрицей неохлаждаемых ИК детекторов, расположенных в фокальной плоскости оптической системы и обеспечивающих формирование изображения цели. Активный радиолокационный режим работы ГСН будет применяться при плохих метеорологических условиях, а также в условиях пыли и дыма на поле боя. Кроме того, в комбинированной системе управления УР на среднем участке полета используется инерциальная аппаратура с радиокоррекцией по данным космической радионавигационной системы GPS. Также предусматривается возможность осуществления коррекции наведения и полета ракеты по информации, поступающей от других внешних источников. Режимы работы ГСН могут переключаться в любом порядке, исходя из изменений обстановки и применения противником средств противодействия.



Рисунок 9. – Тепловизионное и радиолокационное изображение цели, получаемое трехрежимной ГСН управляемой ракеты JAGM

Захват цели ГСН ракеты может осуществляться после пуска либо до пуска. В первом случае на начальном участке полета движением ракеты управляет инерциальная система с возможностью передачи команд целеуказания по линии передачи данных, дополненная системой спутниковой навигации. Возможность захвата цели после пуска позволяет реализовать режим «выстрелил и забыл» на больших дальностях, в том числе для подвижных целей, что резко повышает живучесть носителя [13].

Особенностью ГСН ракеты JAGM является то, что в ее конструкции был применен легкий и более дешевый усовершенствованный карданный подвес для радиолокационной и оптической систем, разработанный специалистами компании Ross-Hime Designs Inc. (рисунок 10) [11, 12]. По сравнению с традиционным построением карданных подвесов ГСН на основе так называемых «тяжело вложенных колец» (heavy-nested rings), которые применялись в более ранних версиях управляемых ракет, в ней был использован ряд усовершенствований. К преимуществам новой конструкции следует отнести увеличение до  $\pm 35$  град углов сопровождения цели относительно нормали, снижение массогабаритных характеристик и почти двукратное увеличение площади апертуры зеркала. По заявлениям разработчиков, это позволило на 30 % увеличить дальность захвата целей ГСН.



1 – традиционная; 2, 3 – усовершенствованная с расширенной зоной обзора и увеличенной апертурой основного зеркала

**Рисунок 10. – Карданная подвеска ГСН для УР JAGM**

Специалисты команды компании «Локхид Мартин», занимающиеся разработкой УР JAGM, успешно завершили большую серию статических, бросковых, стендовых и летных испытаний ее трехрежимной ГСН в различных полевых условиях, а также в условиях преднамеренного противодействия. Она была испытана при воздействии различных активных и пассивных помех: радиопомех в миллиметровом диапазоне длин волн, помех при горении белого и красного фосфора, дымообразующего нефтяного масла, при воздействии излучения сигнальных ракет, осветительных бомб, укрытии объекта камуфляжной сеткой, применении мобильных камуфлирующих систем и т. д. Завершившиеся испытания подтвердили основные конструктивные решения и технологическую завершенность трехрежимной ГСН – основного элемента в УР JAGM. Результаты испытаний подтвердили, что комплексирование каналов ГСН позволяет эффективно противостоять воздействию различных средств противодействия со стороны противника.

Система управления УР JAGM разработана с учетом их применения в современных сетцентрических боевых операциях с использованием так называемого «цифрового поля боя». Она способна принимать данные целеуказания, фоновой-целевой и помеховой

обстановки, получаемой от различных, многократно дублированных источников информации, развернутых на ТВД. С использованием радиосети и каналов связи системы передачи данных (СПД) типа Link-16 (TADIL J) бортовая система наведения ракеты JAGM действует как отдельный узел военной тактической сети обмена данных на поле боя, чтобы в полете при наведении УР получать по сети обновления данных внешнего целеуказания и посылать обратно видеоинформацию, подтверждающую факт уничтожения цели.

Обозначение TADIL (Tactical Digital Information Link) – унифицированный термин, который описывает целое семейство военных УКВ сетей передачи данных типа Link-16, используемых во всех родах войск ВС США, а также как один из цифровых сервисов в рамках многофункциональной системы распределения информации НАТО MIDS. Для передачи информации и обмена ею по радиоканалу в диапазоне частот 960–1215 МГц обеспечивается множественный доступ различных источников (пользователей сети) с разделением по времени и скачкообразной перестройкой частоты. УКВ связь может осуществляться при прямой видимости на расстоянии до 550 км. При этом информация передается на одной из трех скоростей (31,6, 57,6 или 115,2 кбит/с) при максимальной пропускной способности радиоканала – 268 кбит/с. Когда участник обмена передает данные, его передатчик каждые 13 мкс изменяет частоту несущей, перескакивая по псевдослучайному закону (уникальному для каждого пользователя) на одну из 51 фиксированной частоты, используемых в СПД Link-16. Скачки частоты увеличивают безопасность и целостность передаваемой информации, делая систему практически нечувствительной к постановке прицельных помех со стороны противника.

Ракета JAGM является уникальным решением для данного вида оружия с низким риском его разработки, большой поражающей способностью, высокой надежностью и эксплуатационной гибкостью боевого применения для СВ, ВВС, ВМС и КМП ВС США. Разработчики при ее создании делали упор на максимальное использование существующих и отработанных компонентов ракетных систем, стандартных коммерческих технологий и программного обеспечения в каждом модуле ракеты для снижения сроков ее разработки, уменьшения производственных и эксплуатационных затрат на протяжении всего жизненного цикла новой УР. В целях унификации УР JAGM как единой ракеты класса «воздух – поверхность» для различных видов ВС ее компоненты и интерфейсы могут быть оптимизированы для требований различных миссий боевого применения и типов современных и перспективных платформ авиационных носителей (рисунок 11). Гарантированный срок необслуживаемого хранения данной УР должен составлять не менее 15 лет.



**Рисунок 11. – Пример размещения УР JAGM на стандартной внешней подвеске самолетов ударной авиации и боевых вертолетов**

#### Преимущества УР JAGM:

обеспечение системного решения достижения высокоточного поражения широкого спектра стационарных и движущихся целей в любых погодных условиях днем и ночью;

предоставление ударным самолетам, боевым вертолетам и ударным БПЛА возможности контроля обстановки вне зоны обзора их бортовых средств;

обеспечение поражения маневрирующих защищенных целей типа движущейся бронетехники или бронекатеров, а также важных объектов в условиях плотной застройки городской инфраструктуры;

превосходство новой ракеты над имеющимися аналогами по дальности боевого применения и поражающей способности;

единая ракета, удовлетворяющая тактико-техническим требованиям различных видов ВС, обеспечивает многофункциональность ее боевого применения при минимальных затратах обслуживания в течение всего жизненного цикла;

унификация элементов системы (ракет, контейнеров, пусковых устройств, тренажно-имитационного и вспомогательного оборудования) для различных видов ВС;

модульный принцип построения с применением отработанных дешевых конструктивно-схемных решений, высокая надежность и низкий технический риск проведения возможной модернизации.

Приступить к мелкосерийному выпуску новой УР JAGM в США рассчитывают в 2015 г., а принять ракету на вооружение – в 2016 г. Предполагается, что на начальной стадии для нужд ВС США приобретут около 35 тыс. единиц таких УР, а общее количество закупаемых ракет может достичь 100 тыс. Общая стоимость программы JAGM в течение предстоящих 25 лет оценивается в сумму более 7 млрд долл. Предполагается, что новыми ракетами будут оснащены все основные типы ударных летательных аппаратов, стоящих на вооружении всех родов войск США, – от многоцелевых самолетов тактической авиации типа F-35 и боевых вертолетов до ударных БПЛА. Единая ракета JAGM должна заменить существующие УР данного класса, такие как «Хеллфайр», «Тоу» воздушного базирования, семейство УР «Мейверик» и ряд других.

Другим представителем высокоточного оружия класса «воздух – поверхность» с многорежимными головками самонаведения является **крылатая управляемая авиабомба малого диаметра GBU-53/B**, разработанная американской компанией «Рейтеон» по программе SDB II (Small Diameter Bomb increment II) [14–18]. Это следующее поколение небольших высокоточных бомб для круглосуточного и всепогодного высокоточного поражения стационарных и подвижных целей, которые в ближайшие десятилетия станут основным оружием тактической авиации ВВС США. Ее внешний вид и компоновочная схема представлены на рисунках 12 и 13 соответственно.



Рисунок 12. – Внешний вид крылатой управляемой авиабомбы малого диаметра GBU-53/B

Авиабомба GBU-53/B малого диаметра (длина – 176 см, диаметр – 15–18 см, размах раскрываемого после сброса крыла – 168 см, масса – 93 кг) может размещаться во внутренних отсеках малозаметных истребителей пятого поколения, благодаря малому сечению и наличию раскрывающихся в полете плоскостей имеет высокое аэродинамическое качество. Это позволяет с ее помощью поражать цели на большом удалении от места сброса, без захода в зону ПВО противника. Также вплоть до последнего момента удается сохранять неопределенность в отношении намеченных для поражения целей.

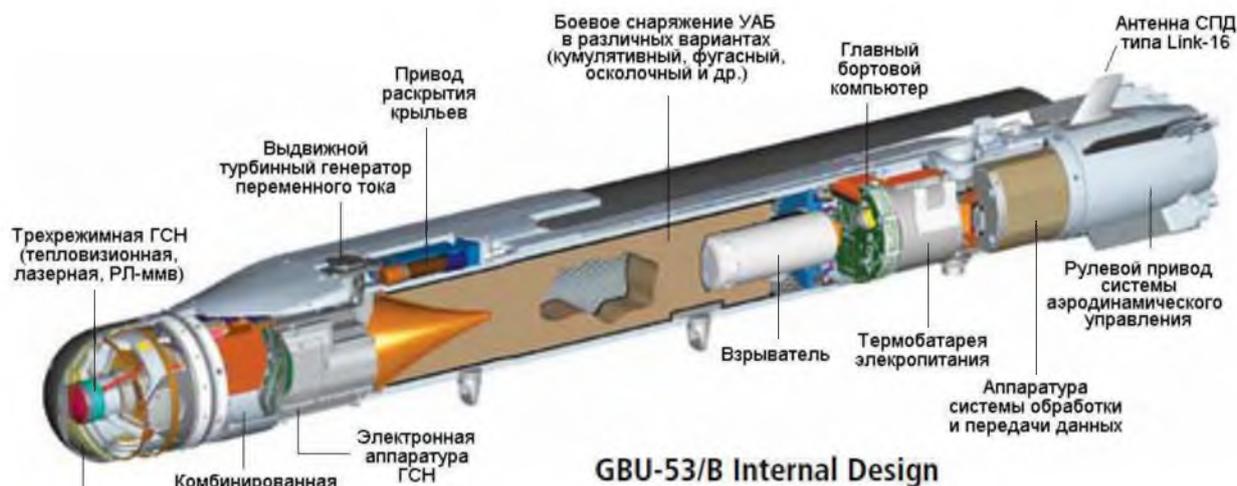


Рисунок 13. – Компоновочная схема УАБ GBU-53/B американской компании «Рейтеон»

Особенностью данной УАБ является комбинированная система наведения, которая состоит из инерциальной навигационной системы, помехоустойчивого приемника КРНС «Навстар» (GPS), аппаратуры СПД Link-16 и трехрежимной ГСН, работающей в радиолокационном, оптическом видимом и инфракрасном диапазонах. Трехрежимная неохлаждаемая ГСН (тепловизионная, полуактивная лазерная, активная радиолокационная миллиметрового диапазона) была разработана на базе аналогичных систем для 120-мм управляемого танкового снаряда типа XM-501 и создана в единой гиостабилизированной конструкции на карданной подвеске. В качестве боевой части используется универсальная боеголовка в различном снаряжении (кумулятивная, фугасная, осколочно-фугасная, осколочная). Малый диаметр и малый калибр авиабомбы, а также возможность настройки взрывателя на поражение целей различных классов позволяют снизить масштабы сопутствующего ущерба и, в частности, осуществлять поддержку войск, нанося «точечные» удары по находящемуся в близком контакте со своими силами противником.

Данная УАБ с выдвигающимся крылом способна планировать на расстояние до 100 км и поражать движущиеся и неподвижные цели с высокой точностью при любых погодных условиях. Обладающая высоким аэродинамическим качеством авиабомба предназначена для применения в сетцентрических боевых операциях и нанесения ударов по целям на большом удалении с использованием единой для всех родов войск тактической системы передачи данных типа Link-16. Типовая схема ее боевого применения представлена на рисунке 14.

Возможность поражения целей на большом удалении предполагает обязательное использование сетцентрических систем управления. Авиабомба либо выводится на стационарный объект непосредственно с помощью помехозащищенного датчика системы GPS (режим атаки по геоцентрическим координатам цели, Coordinate Attack), либо наводится на цель на конечном (терминальном) участке траектории с помощью трехрежимной системы наведения. В последнем случае авиабомба может наводиться на цель либо по данным неохлаждаемого тепловизионного пассивного датчика, либо активного радиолокационного датчика миллиметрового диапазона (режимы Normal Attack и Immediate Attack), либо

с помощью полуавтоматической лазерной системы наведения – в этом случае цель должна быть подсвечена наводчиком (режим Laser Illuminated Attack). УАБ GBU-53/B оснащена каналом защищенного дуплексного обмена данными, позволяющим оператору корректировать ее на этапе полета к цели и контролировать степень ее поражения [18].

Как только цель выбрана пилотом, производится начальная коммуникация, и ее GPS-координаты передаются на бомбу с применением так называемого «универсального интерфейса вооружения» (UAI – Universal Armament Interface) и протокола передачи данных TacNet Rockwell Collins [5]. Это двухдиапазонная двухсторонняя программируемая военная связь системы Link-16, использующая зашифрованные УВЧ радиочастоты. При этом обеспечивается передача 38 сообщений в минуту, т. е. данные целеуказания уточняются с темпом – чаще, чем раз в 2 с. Бомбе можно также послать команду аварийного прекращения работы в случае необходимости. Если связь будет потеряна (или подавлена средствами РЭП противника), то бомба продолжит выполнение полетного задания на основе данных других бортовых датчиков.



SDB II Mission

Рисунок 14. – Схема боевого применения УАБ GBU-53/B

Для повышения помехоустойчивости канала наведения в малогабаритных УАБ типа SDB-II (GBU-53, GBU-39 и ряда других) используется комбинированная система (инерциальная + GPS) с трехрежимным самонаведением на конечном участке полета (пассивное тепловизионное, полуактивное лазерное и активное радиолокационное в миллиметровом диапазоне длин волн). Комбинируя эти три способа, GBU-53/B может успешно поражать различные наземные цели с возможностью их распознавания в любых погодных условиях при применении противником ложных целей и различных контрмер.

*Тепловизионное наведение* (IIR – Imaging infrared Homing) использует общую фоновую целевую картину обстановки в районе цели с высокой разрешающей способностью, что помогает с целевой идентификацией, и предлагает лучшую работу против отдельных малоразмерных целей, вплоть до отдельного человека. Использование неохлаждаемого матричного ИК фотоприемника обеспечивает постоянную готовность к боевому применению и снижает стоимость УАБ и требования к ее техническому обслуживанию.

*Полуактивное лазерное наведение* (SAL – Semi-Active Laser Homing) является стандартным для широкого диапазона управляемых бомб и ракет и предлагает лучшую точность нанесения удара по цели и гарантию ее поражения, особенно в городских условиях при плотной застройке. Его обратная сторона – проблематичная работа в густом тумане, при песчаных бурях и т. д.

*Радиолокационное ММВ-наведение* обеспечивает работу в любую погоду. Его применение особенно эффективно при поражении хорошо различимых металлических

и движущихся целей, аналогично УР типа AGM-114 «Хеллфайр», действующих по принципу «выстрелил и забыл».

Сразу после сброса бортовой вычислитель УАБ переходит на сложный алгоритм внутренних вычислений на основе данных комбинированной (инерциальной + GPS) системы наведения и датчиков трехрежимной ГСН, а команды коррекции и изменения траектории полета выполняются по необходимости, прежде всего, для ввода в заблуждение средств ПВО противника. Комбинированная (инерциальная + GPS) система с использованием команд канала передачи данных ведет авиабомбу в район цели во время начальной фазы полета, в то время как датчики ГСН собирают необходимые исходные данные о фоновом-целевой обстановке. Совместная обработка всей полученной информации позволяет классифицировать обнаруженные цели и расположить их по приоритетам, например, различая отдельные постройки, гусеничные и колесные транспортные средства. Бортовое оборудование бомбы также включает двухсторонний канал передачи данных, который позволяет передавать на самолет-носитель (платформу запуска) информацию о конкретно выбранной цели до момента ее поражения, контролировать факт поражения цели, учитывать нанесенные повреждения при взрыве и фрагментации боевой части, делая применение УАБ более эффективным против бронированных транспортных средств, зданий и сооружений, личного состава противника.

Одна из ключевых особенностей УАБ GBU-53/B – возможность ее использования на истребителях четвертого и пятого поколения (рисунок 15). Так, держатель BLU-61/A позволяет истребителю F-15E нести семь комплектов по четыре GBU-53/B – всего 28 бомб. Такое большое количество в сочетании с высокой точностью боеприпаса предоставляет самолету большие возможности по оказанию авиатехподдержки наземным подразделениям. Авиабомба GBU-53/B может размещаться во внутренних отсеках или на внешней подвеске практически любых боевых самолетов тактической авиации и ударных БПЛА ВВС США, а в перспективе – в самолетах пятого поколения типа F-35 и F-22 различных модификаций. Например, во внутренних отсеках F-35 возможно одновременное размещение до двух ракет класса «воздух – воздух» типа AIM-120 и до восьми авиабомб GBU-53/B.



**Рисунок 15. – Размещение УАБ GBU-53/B на внешней (F-15E Strike Eagle) и внутренней (F-22A Raptor) подвеске самолетов тактической авиации ВВС США**

Мелкосерийное производство УАБ GBU-53/B было начато в 2014 г., а начало полномасштабного производства запланировано на 2016 г. Принятие ее на вооружение ВВС США ожидается в 2017 г. По планам военного руководства будет закуплено не менее 17 тыс. единиц данной авиабомбы. Стоимость программы разработки GDB II на базе GBU-53/B составляет около 450 млн долл. Ожидаемая себестоимость одной такой УАБ – 239 тыс. долл. (FY 2014), при массовом серийном производстве она может быть снижена до 130 тыс. долл. [14].

В последнее время в ряде зарубежных стран предлагается в качестве носителей ВТСП класса «воздух – поверхность» использовать тактические ракеты класса «поверхность – поверхность». С 2011 г. американская корпорация Boeing и шведская компания Saab AB, специализирующиеся в области авиастроения, аэрокосмического оборудования и военной электроники, осуществляют совместную разработку **высокоточного управляемого боеприпаса GLSDB (Ground Launched Small Diameter Bomb)**. Головная часть данного боеприпаса представляет собой малогабаритную УАБ GBU-39В, оснащенную инерциальной и спутниковой системой навигации (инерциальная + GPS), и обеспечивающей среднеквадратичное отклонение от цели не более 5–8 м. В качестве маршевой ступени используется 227-мм неуправляемая ракета M26 от американской реактивной системы залпового огня (РСЗО) типа M270 MLRS – Multiple Launch Rocket System (рисунок 16) [19, 20].

Управляемая бомба GBU-39В массой 129 кг состоит на вооружении ВВС США с 2006 г. и широко использовалась в ходе ряда вооруженных конфликтов последнего времени. Бомба имеет длину 1,8 м, диаметр корпуса 190 мм и массу боевой части 93 кг. При сбросе с большой высоты благодаря модулю планирования и раскрывающемуся оперению УАБ достигает дальности полета до 110 км. При запуске со стандартной наземной ПУ РСЗО MLRS боеприпас GLSDB после вывода ракетой M26 в заданную точку должен разделяться и далее действовать, как обычная УАБ при ее сбросе с самолета-носителя. Бомба может лететь как с высокими, так и с малыми углами атаки, облетать возвышенности для поражения цели на их заднем склоне или совершать другие маневры, т. е. поражать цель в любом направлении относительно пусковой установки. Базовый вариант ракеты M26 имеет дальность полета до 32 км (45 км для модернизированных ракет M26A1 и M26A2). В случае использования ракеты с новой управляемой БЧ предполагаемая дальность должна быть до 150 км при запуске по цели, находящейся перед ПУ и до 70 км при стрельбе «за спину».



**Рисунок 16. – Высокоточный управляемый боеприпас GLSDB с УАБ GBU-39В в качестве головной части неуправляемой ракеты M26, запускаемой с РСЗО типа MLRS**

В феврале 2015 г. на полигоне на севере Швеции были произведены три успешных испытательных пуска GLSDB с опытной наземной ПУ, аналогичной применяемой в РСЗО MLRS. Все три запуска были признаны успешными – боевые части в виде управляемых бомб поразили условные цели. Заявляется, что система будет доведена до готовности к производству в течение двух лет. Закупочная стоимость УАБ GBU-39В составляет около 40 тыс. долл. за единицу [14].

По имеющимся данным, проект GLSDB уже заинтересовал некоторых потенциальных заказчиков, которые в будущем могут подписать контракт на переоборудование имеющихся неуправляемых ракет РСЗО. Нельзя не отметить, что заявленное повышение их ТТХ в отношении дальности и точности стрельбы при использовании боеприпасов GLSDB может быть достигнуто без использования оперативно-тактических баллистических ракет типа

ATACMS. Первые заказы на изготовление такого оружия могут появиться в течение нескольких ближайших лет. В основном предложение GLSDB ориентировано на европейские страны. В дальнейшем этой разработкой могут заинтересоваться и иные государства, на вооружении которых состоят РСЗО типа MLRS. Интерес к новой разработке проявляет также руководство ВС США. В перспективе можно ожидать установку на подобные ракеты РСЗО подходящих малогабаритных УАБ или УР с многорежимными ГСН, что также позволит повысить их возможности.

Таким образом, в настоящее время наблюдается тенденция уменьшения калибра высокоточных авиационных УР и УАБ, при этом их боевая эффективность не снижается. Акцент сосредоточен на обеспечении малозаметности и скрытности боевого применения такого оружия, создания помехоустойчивых двухсторонних каналов связи в системе сетевидного управления боевыми действиями. Комплексование систем управления и применение в данном оружии многорежимных ГСН обеспечивает им высокую точность и помехоустойчивость, в том числе в неблагоприятных погодных условиях, условиях интенсивного радиопротиводействия, применения противником средств маскировки и пр. Данные средства поражения хорошо подходят для оснащения самолетов как стратегической бомбардировочной, так и тактической авиации (допускающих их внутрифюзеляжное размещение на перспективных самолетах-носителях), а также ударных БПЛА, которые на данный момент не рассчитаны на большую бомбовую нагрузку. Это позволит размещать на борту летательных аппаратов достаточное количество высокоточных боеприпасов индивидуального наведения и поражать большее количество наземных целей в ходе одного вылета, а также снизить до минимума побочный ущерб.

Создание малогабаритного унифицированного бортового оборудования УР и УАБ, включающего системы наведения и управления, источники энергопитания, средства информационного бесконтактного сопряжения с носителем, процессоры и алгоритмы цифровой обработки принятых сигналов и автоматического распознавания целей и пр. позволяют использовать в процессе разработки ряд схожих технологических и конструктивно-схемных решений, что позволит удешевить себестоимость таких боеприпасов при их массовом серийном производстве.

Принятие на вооружение рассмотренных выше ВТСП нового поколения может серьезно изменить баланс сил на поле боя. Дело в том, что большинство современных систем войсковой ПВО, которые должны защищать развернутые на поле боя воинские формирования и точечные объекты, имеют дальность стрельбы около 10 км. Хотя новейший российский ЗРК Тор-М2Э (который поступил на вооружение ВС РФ в 2012 г.) с некоторыми допущениями способен поражать современные ВТСП на дальности до 20 км, борьба с УР типа JAGM является для него сложной задачей, особенно при их массовом пуске вне зоны прямой видимости. Боевой вертолет типа AH-64 «Апач», оснащенный УР JAGM, может вполне безопасно обстреливать данные ЗРК и объекты, прикрываемые им, при этом еще и пользуясь особенностями рельефа и складками местности благодаря принципу «выстрелил и забыл», т. е. вышел из-за укрытия, произвел пуск ракет и снова спрятался. Кроме того, довольно большая дальность сброса (до 100 км) и исключительно малые радиолокационная и инфракрасная сигнатуры УАБ GBU-53/B позволяют скрытно атаковать современные системы ПВО большой и средней дальности, например ЗРК типа С-300 или «Бук», а также любые средства войсковой ПВО. Для противодействия подобному оружию требуется совместное и согласованное применение различных средств ПВО и радиоэлектронной борьбы, способных эффективно подавлять как каналы двухсторонней связи между ВТСП и их носителями в полете, так и их многорежимные ГСН в различных диапазонах электромагнитного спектра.

#### Список литературы

1. Jane's Defence Equipment 2009–2010. (Электронная библиотека по вооружению и военной технике стран мира).

2. Радиоэлектронные системы: основы построения и теория: справ. / под ред. Я. Д. Ширмана. – М.: МАКВИС, 1998. – 828 с.
3. Mulholland J., Bimstone. The Royal Air Force's New Precision Strike Weapon, Precision Strike Association Annual Programs Review, 18 Apr. 2006 [Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.dtic.mil/ndia/2006psa\\_apr/mulholland.pdf](http://www.dtic.mil/ndia/2006psa_apr/mulholland.pdf). – Date of access: 10.04.2015.
4. Авиационные ПТУР зарубежных стран [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.modernarmy.ru/article/140>. – Дата доступа: 02.04.2015.
5. Ильин, С. Управляемое авиационное оружие малого калибра / С. Ильин // Зарубеж. воен. обозрение. – М., 2012. – № 12. – С. 59–64.
6. Перспективные технические решения и тенденции развития радиоэлектронных систем наведения для высокоточного оружия класса «воздух – поверхность» // В. А. Усачев [и др.] [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/245950.html>. – Дата доступа: 02.03.2015.
7. UK Complex Weapons – Part 2 (Brimstone Missile) / Think Defence, April 11, 2013 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.thinkdefence.co.uk/2013/04/uk-complex-weapons-part-1-brimstone-missile/>. – Date of access: 02.04.2015.
8. Ракеты семейства MBDA Brimstone / Воен. обозрение, 26 мая 2014 г. [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://topwar.ru/48840-rakety-semeystva-mbda-brimstone.html>. – Дата доступа: 22.01.2015.
9. Joint Air-to-Ground Missile Affordable: Advanced, Air-launched, Precision Attack Missile. Raytheon Company Missile Systems Advanced Programs 1151 E [Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.spacewar.com/reports/JAGM\\_Tri\\_Mode\\_Seeker\\_Demonstrated\\_Against\\_Moving\\_Sea\\_Targets\\_999.html](http://www.spacewar.com/reports/JAGM_Tri_Mode_Seeker_Demonstrated_Against_Moving_Sea_Targets_999.html). – Date of access: 02.04.2015.
10. Gavin Beard, Performance factors for airborne short-dwell squinted radar sensors / September 2010, Communications Engineering Doctorate Centre Dep. of Electronic and Electrical Engineering Univ. College London. – P. 253.
11. On a New Seeker Gimbal, by Mark Rosheim and Gerald Sauter / SPIE Paper: 2011 [Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.anthrobot.com/super\\_seeker/](http://www.anthrobot.com/super_seeker/). – Date of access: 05.01.2015.
12. Scanning for Ideas: Gimbal-mounted sensors more sensitive with Ross-Hime Designs' Super Seeker, Sept. 10, 2010 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://machinedesign.com/news/scanning-ideas-gimbal-mounted-sensors-more-sensitive-ross-hime-designs-super-seeker>. – Date of access: 14.04.2015.
13. Опытная многоцелевая управляемая ракета JAGM / Информационно-новостная система: ракетная техника [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://rbase.newfactoria.ru/missile/wobb/jagm/jagm.shtml>. – Дата доступа: 25.02.2015.
14. Aerospace & Defense Intelligence Report 2014 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.bga-aeroweb.com/Defense/Small-Diameter-Bomb.html>. – Date of access: 14.01.2015.
15. Raytheon's GBU-53 Small Diameter Bomb [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.defenseindustrydaily.com/Raytheon-Wins-USAs-GBU-53-Small-Diameter-Bomb-Competition-06510/>. – Date of access: 11.03.2015.
16. SDB-II's Attack Modes: Seekers & Sequences [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.defenseindustrydaily.com/raytheon-wins-usas-gbu-53-small-diameter-bomb-competition-06510/>. – Date of access: 03.02.2015.
17. GBU-53/B [Electronic resource]. – Mode of access: <http://z9.invisionfree.com/21c/index.php?s=7d7cb2261fd62483f906b3ed4e0b63e7&showtopic=12128&st=0&#entry22026307>. – Date of access: 21.01.2015.
18. GBU-53/B Small Diameter Bomb Increment II / Raytheon Co. Missile Systems Air Warfare Systems [Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.airforcemag.com/SiteCollectionDocuments/Reports/2010/August%202010/Day25/SDBII\\_factsheet\\_0810.pdf](http://www.airforcemag.com/SiteCollectionDocuments/Reports/2010/August%202010/Day25/SDBII_factsheet_0810.pdf). – Date of access: 16.04.2015.

19. Ground Launched Small Diameter Bomb / Boeing Defense Weapons & Missile Systems, 2015 [Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.boeing.com/assets/pdf/bds/mediakit/2013/ausa/bkgd\\_glsdb\\_1013.pdf](http://www.boeing.com/assets/pdf/bds/mediakit/2013/ausa/bkgd_glsdb_1013.pdf). – Date of access: 21.03.2015.

20. Проект управляемой ракеты для РСЗО Boeing/Saab GLSDB. 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://novostimira.net/voorugennie-sili-mira/178806-proekt\\_upravljajemoj\\_raketi\\_dlja\\_rszo\\_boeingsaab\\_glsdb\\_sshashvetsija.html](http://novostimira.net/voorugennie-sili-mira/178806-proekt_upravljajemoj_raketi_dlja_rszo_boeingsaab_glsdb_sshashvetsija.html). – Дата доступа: 18.03.2015.

---

\* Сведения об авторе:

Аношкин Игорь Михайлович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 16.04.2015 г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫХ АСПЕКТОВ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ В ИНТЕРЕСАХ  
ПОВЫШЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ ОДКБ**

УДК 347.763

Н. Н. Артюшенко, С. В. Верлуп\*

*В статье рассматривается проблема повышения эффективности коллективной безопасности государств – участников ОДКБ в сфере функционирования единой транспортной системы в контексте белорусских железнодорожных коммуникаций и предлагается комплекс организационно-правовых мер ее решения.*

*In the article the problem of efficiency's increasing of the collective security of the State Parties of the Collective Security Treaty Organization (CSTO) in the sphere of functioning of uniform transport system in the segment of the belarusian railway communications and the complex of organizational and legal measures of its solution is proposed.*

Анализируя основные тенденции процесса развития военно-политической обстановки на региональных направлениях, Министерство обороны Республики Беларусь отмечает, что «...завершение 2014 года было ознаменовано небывалой по масштабам активностью прибалтийских государств по интенсификации мероприятий оперативной и боевой подготовки. При этом сопредельными государствами демонстрируется стремление к наращиванию иностранного присутствия на национальных территориях» [1]. Основаниями для такого вывода являются обстоятельства системного характера, в силу чего они заслуживают отдельного перечисления, так как сохраняют свою значимость как устойчивые факторы, определяющие движущие силы военно-политической обстановки в Прибалтийском регионе, так и векторы ее развития в долгосрочной перспективе.

Во-первых, одним из главных направлений дальнейшего военного сотрудничества стран Балтии с другими странами в системе НАТО остается активное развитие инфраструктуры военных объектов, находящихся на территории Эстонии, Латвии и Литвы. Речь идет о том, что последние, получая целенаправленное финансирование из общего натовского бюджета, «усиленными темпами продолжают осуществлять оперативное оборудование своих территорий и перевооружать национальные вооруженные силы под стандарты НАТО» [1].

Во-вторых, принятые решения по указанному направлению активно реализуются на практике, о чем свидетельствуют факты. Так, «за последние несколько лет в рамках различных программ полностью реконструированы все прибалтийские морские порты, а также основные автомобильные магистрали и железные дороги (выделено авторами). Таким образом, в Латвии, Литве и Эстонии за счет НАТО и ЕС оборудованы порты и аэродромы, усовершенствована автомобильная и железнодорожная инфраструктура и даже построены дороги в прибрежных дюнах». [1].

В-третьих, на проводимых совместных учениях «руководство Североатлантического блока неоднократно апробировало варианты *стратегической переброски войск* (выделено авторами)...после выгрузки – перевозка техники как *железнодорожным* (выделено авторами), так и автомобильным транспортом на основные полигоны для проведения учений, а попросту – *слаживания подразделений*» [1].

Это дает основание сделать вывод о том, что непрерывное усиление военных возможностей транспортной инфраструктуры сопредельных прибалтийских государств является системой мер, обеспечивающих достижение стратегического эффекта присутствия военных сил НАТО. По мнению специалистов, высока вероятность размещения в ближайшее время у границ Беларуси тяжелой бригады США – не НАТО, членами которого являются страны Балтии, а Америки, со всеми вытекающими отсюда последствиями [1]. При этом иностранные военные силы присутствуют не просто в названных странах, а в регионах, где

внешние границы являются государственными границами Беларуси и России, которые, к сожалению, стали линиями разделения больше конкурирующих, социально-экономических, политических, военных, информационных пространств. Все это, происходящее на указанном рубеже, имеет ярко выраженное геополитическое и геостратегическое значение. Одновременно указанные обстоятельства обуславливают необходимость всестороннего осмысления ряда вопросов, связанных с выбором основ адекватного реагирования на происходящие события белорусской стороной.

Обеспокоенность Министерства обороны Республики Беларусь демонстрацией стремления сопредельных государств к наращиванию иностранного военного присутствия на национальных территориях выражена следующим образом: «Вне зависимости от геополитических предпосылок для принятия данного решения нашими зарубежными партнерами Республика Беларусь не вправе игнорировать изменения военно-политической обстановки в регионе, несущие в себе дополнительные риски, вызовы и угрозы военной безопасности государства»[1].

Важным остается потребность своевременного осмысления следующих основополагающих аспектов данной развивающейся и противоречивой ситуации:

первый, оценочный – если прибалтийские и другие страны – участники блока НАТО так активно и организованно взаимодействуют в вопросах практического наращивания стратегических возможностей транспортной инфраструктуры в нужном направлении, значит, они имеют достаточную организационно-правовую базу совместных действий;

второй, вопросительно-постановочный – как сотрудничают в аналогичной сфере государства – члены ОДКБ, а конкретно – в области правового обеспечения функционирования единой транспортной системы, позволяющей осуществлять силам и средствам ОДКБ адекватные и сообразные обстановке действия в интересах коллективной безопасности.

Таким подходом авторами в комплексе формулируется цель данной статьи, обосновывается ее актуальность, а также теоретико-методическое и прикладное значение.

Для ответа на поставленный вопрос авторы предлагают следующую логику его раскрытия на основе диалектических методов познания:

- восхождения от абстрактного к конкретному;
- единство исторического, логического и правового подхода;
- системно-деятельностный метод и др.

Прежде всего, конкретизируем системообразующий аспект исследуемой области. Таким в системе транспортных коммуникаций современных стран, по мнению авторов, является и остается на перспективу железнодорожный транспорт. Именно он несет на себе значительную долю перевозок грузов различного назначения, чем и обуславливается его стратегическое значение, роль в обеспечении прогрессивного внутреннего и международного функционирования национальных экономик, национальной безопасности, а также жизнедеятельности личности, общества и государства.

Необходимо отметить, в ОДКБ создана прочная правовая база, регламентирующая деятельность Организации по всем основным направлениям обеспечения безопасности. Соответствующий источник [2] указывает, что к настоящему моменту подписано и в своем большинстве ратифицировано 43 международных договора по наиболее принципиальным вопросам межгосударственного взаимодействия, принято 173 решения Совета коллективной безопасности по отдельным направлениям сотрудничества, утверждению планов и программ работы по конкретным проблемам в этом направлении, решению финансовых, административных и кадровых вопросов. Для ознакомления представлены 29 открытых нормативных правовых актов, которые регламентируют перечень отношений в основных сферах сотрудничества, в том числе в вопросах транспортировки сил и средств государств – участников ОДКБ.

В то же время ряд важных моментов организационно-правового характера требуют осмысления и своевременного уточнения исходя из актуальности перечисленных выше обстоятельств.

Считаем, что одной из приоритетных задач транспортного комплекса Республики Беларусь является повышение безопасности и устойчивости транспортной системы для снижения террористических и военных рисков. Основой ее решения, по справедливому мнению В. Г. Булавко, может быть идея о том, что сегодня «Назрела настоятельная необходимость построения единой для всего транспортного комплекса государственной системы по обеспечению транспортной безопасности в сфере правовых, экономических и организационных мер, соответствующих угрозам актов незаконного вмешательства» [3, с. 6]. В полной мере это касается и военных перевозок.

Анализ показывает, что в нашей стране на государственном уровне были определены меры по заблаговременной подготовке Республики Беларусь к обороне, которые предусматривали не только совершенствование боеспособности Вооруженных Сил страны, но и ее мобилизационный потенциал, необходимость проведения инженерных мероприятий, подготовку предприятий и учреждений в интересах вооруженной защиты государства.

В Концепции национальной безопасности Республики Беларусь в военной сфере четко обозначены следующие приоритеты [4]:

а) создание эффективного механизма перевода республики на режим военного положения в случае его объявления;

б) совершенствование базы мобилизационного развертывания и создания необходимых запасов материальных ресурсов и определение порядка перехода государственных органов, организаций республики на режим работы в условиях военного положения.

В рассматриваемом контексте к таким органам, требующим особого внимания с точки зрения их готовности к действиям в указанных условиях, по мнению авторов, относится и Белорусская железная дорога (далее – БЖД). Законом «О железнодорожном транспорте Республики Беларусь» [5] осуществление мероприятий по подготовке объектов железнодорожного транспорта общего пользования для функционирования в особых условиях возложено на БЖД. Это предусмотрено и Законом Республики Беларусь «О мобилизационной подготовке и мобилизации» [6].

На основании указанных правовых актов наша страна взяла на себя обязательство обеспечивать доступ к железной дороге и союзным государствам по перевозке грузов оборонного назначения. Исходя из этого, в сфере функционирования железнодорожного транспорта правомерно использовать такие понятия, как «железнодорожная безопасность» и «угрозы железнодорожной безопасности». Этот аспект пока рамочно обозначил Р. А. Кожевников. В частности, названный исследователь предлагает к числу угроз железнодорожной безопасности отнести [7, с. 80]: а) снижение уровня безопасности перевозочного процесса, обусловленное недостаточным уровнем надежности эксплуатируемой техники; б) высокий физический и моральный износ материально-технической базы вследствие низких темпов обновления и снижения инвестиционной активности.

В 2006 г. Республика Беларусь ратифицировала Соглашение о создании единой системы технического прикрытия железных дорог государств – членов ОДКБ [8]. Данный документ предусматривает подготовку железных дорог к устойчивому и бесперебойному перемещению грузов для нужд экономики стран СНГ, включая обеспечение воинских и гуманитарных перевозок, распределение финансовых средств и транспортной техники, восстановление прерванного движения поездов в мирное и военное время. Для Республики Беларусь это имеет принципиальное значение, так как с позиции геостратегической оценки БЖД является одним из главных объектов интереса противоборствующих сторон на западном региональном направлении.

Такая ситуация вполне объяснима, так как объект обладает набором признаков стратегического значения, которые считаем необходимым перечислить на основе их следующего ранжирования:

1. Место транспортных коммуникаций Республики Беларусь в регламенте геополитических факторов, прежде всего обусловленных особенностями геополитического положения нашей страны в Восточно-Европейском регионе и современном мире.

В общем рассмотрении Республика Беларусь является своеобразным «европейским перекрестком», при этом она, с одной стороны, находится между границами «ЕС, НАТО – Беларусь, входя в созданное единое оборонное, экономическое и таможенное пространство в рамках Союзного государства» и ОДКБ, с другой – между границами «ЕС, НАТО – Россия». В пределах белорусского участка на этом направлении функционирует большое число транзитных путей международного сообщения, а также ряда нефтяных и газовых коммуникаций, соединяющих экономические пространства России, стран Балтии и Европы. В настоящее время на Государственной границе Республики Беларусь функционируют более шестидесяти международных и межгосударственных пунктов пропуска. При этом на основании принятой нумерации путей международных сообщений, 2 из 10 общеевропейских железнодорожных транспортных коридоров проходят через Беларусь. Маршрут № 2: Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород – Екатеринбург и маршрут № 9: Хельсинки – Санкт-Петербург – Москва – Киев – Любашевка – Кишинев – Бухарест – Димитровград – Александрополис, имеющий два ответвления: а) Любашевка – Одесса; б) Киев – Минск – Вильнюс – Каунас – Клайпеда – Калининград [9].

Таким образом, на западной европейской границе белорусской транспортной системы пересекаются и реализуются геополитические и региональные интересы Беларуси и России, а также других стран в политической, экономической, военной, культурной и иных сферах международного сотрудничества, что требует непрерывного мониторинга указанных аспектов в интересах эффективного обеспечения национальной безопасности Республики Беларусь и коллективной безопасности Союзного государства и стран – членов ОДКБ. Речь идет о том, что в условиях глобализации непрерывно нарастает активность соперничества за доступ в Центрально-Европейскую транспортную сеть, к природным ресурсам, жестокая конкуренция по обладанию эффективными средствами доставки вооружений и стратегических грузов, что требует принятия оперативных адекватных мер реагирования. В этом плане авторы солидарны с мнением В. Н. Лопатина о том, что «XXI век принес человечеству новые глобальные проблемы, вызовы и угрозы, а транспорт, в силу своего транснационального характера, стал либо средой хозяйственной деятельности криминальных группировок, либо объектом нападения, особенно на стратегические грузы» [10, с. 7].

2. БЖД сопряжена с железными дорогами Польши и стран Балтии (члены блока НАТО) и Украины, устойчиво стремящейся к вступлению в этот блок, большинство железнодорожных переходов имеют одинаковую ширину железнодорожной колеи.

3. По БЖД перевозится почти половина стратегических грузов для нужд национальной экономики, так как на ее территории расположены крупнейшие в Европе нефтеперерабатывающие, химические, автотракторные, цементные и другие предприятия, производящие продукцию для нужд обороны, а также происходят все воинские перемещения.

4. Республика Беларусь – ближайший союзник в системе транспортных связей Российской Федерации с ее опорной геополитической точкой – Калининградской областью, с набором соответствующих объектов транспортной инфраструктуры, в том числе военного значения. В силу анклавного положения области – «окружения» со всех сторон странами НАТО, белорусский железнодорожный коридор, по сути, является основным каналом внешней связи, эффективное функционирование которого уменьшает риски изоляции Калининградской области от угроз, связанных с нарушениями регулярного снабжения необходимыми ресурсами.

Поэтому объективно, что БЖД выступает и интегратором и координатором международной и региональной многоуровневой системы «БЖД – Российские железные дороги», действующей в интересах железнодорожных воинских перевозок как

отечественных, так и российских Вооруженных Сил. Эти аспекты находятся в поле зрения высшего руководства страны, о чем свидетельствует то, что обсуждая с российской стороной вопросы регионального сотрудничества, Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко подчеркнул следующее: «... нам удалось сохранить общие интересы и общие направления, ведь железные дороги – это тот становой хребет, который держит Содружество, и без четкой работы транспортных артерий сложно говорить об эффективном взаимодействии» [8, с. 2]. Следовательно, вопрос развития организационно-правового обеспечения функционирования рассматриваемой системы требует непрерывного осмысления и анализа как одной из предпосылок усиления кооперационных связей между ее участниками и на этой основе дальнейшего совершенствования процесса обеспечения безопасного перемещения стратегических грузов сторон, а также доставки необходимого военного имущества в экстремальных ситуациях.

В то же время очевидно, что для эффективного решения вышеуказанных задач, имеющих не только региональное, но и глобальное значение, необходим комплекс мер как организационно-правового, так и экономического характера. Как показывает анализ результатов развития правового обеспечения этой сферы на основании Договора между Российской Федерацией и Республикой Беларусь о развитии военно-технического сотрудничества и Соглашения об обеспечении взаимных поставок продукции военного, двойного и гражданского назначения в период нарастания угрозы агрессии и в военное время от 10 декабря 2009 г., участие БЖД в реализации перечня указанных задач четко определено и регламентировано [11].

Здесь следует отметить ряд важных и последовательно реализованных Республикой Беларусь мер по совершенствованию организационного правового обеспечения функционирования БЖД. Наиболее существенные из них – это проведение значительной модернизации своей инфраструктуры, обновление подвижного состава, усиление мер безопасности перевозок [12], что значительно увеличило пропускную способность дороги, обеспечило сохранность грузов, усовершенствовало диспетчерско-управленческие функции. Одновременно в 2014 г. Министерство обороны Республики Беларусь также усилило организационно-правовой аспект управления сферой железнодорожных перевозок. Так, вступил в силу соответствующий приказ «Об утверждении правил по обеспечению безопасности перевозки опасных грузов в отношении объектов их перевозки, находящихся в оперативном управлении Министерства обороны», который уточнил основные требования к техническому содержанию железнодорожных путей, стрелочных переводов и обустройства путевого хозяйства железнодорожного транспорта общего и необщего пользования [12].

Однако в системе функционирования железнодорожного комплекса остаются проблемы, требующие своевременного осмысления и принятия соответствующих решений. Главные из них – это значительная изношенность основных магистралей, что приводит к авариям, и необходимость их замены как технической основы обеспечения безопасного движения; полная электрификация магистральных путей, что значительно увеличит скоростной режим и др. Проблемным моментом также остается реализация в достаточном объеме мер, предусмотренных Соглашением [8].

Наличие этих проблем, с одной стороны, обусловлено рядом объективных обстоятельств, в частности кризисом в мировой экономике, в результате чего резко обострились негативные явления и тенденции в национальных экономиках Беларуси и России, с другой – в сфере организации перевозки железнодорожных грузов существуют моменты субъективного плана, которые, по убеждению авторов, могут разрешаться собственными действиями и инициативами за счет совершенствования управления, логистики и правового обеспечения, а в результате обеспечивать получение стратегического эффекта. Следовательно, как показывает анализ, это:

- недостаточно активное внедрение в практику инновационных достижений в сфере техники, коммуникаций и информатики;

– необходимость пересмотра приоритетов распределения полученной прибыли от перевозки грузов, а именно: постепенное исключение субсидирования убыточных пассажирских перевозок и направление финансовых средств на обновление грузового подвижного состава;

– возникновение ситуаций, приводящих к скоплению грузов в транспортно-логистических центрах железной дороги, которые превращаются в грузовые терминалы и «склады на колесах» (как предпосылка угрозы железнодорожной безопасности);

– льготирование тарифов на грузовые перевозки, транспортировка порожних вагонов негативно сказывается на финансовом положении Белорусской железной дороги;

– железнодорожные транспортные средства разрешено приобретать субъектам хозяйствования в частную собственность, однако отсутствует четкий правовой режим их использования дорогой, в том числе для перевозки оборонных грузов;

– остается высокой активность коррупционных проявлений в результате злоупотребления должностными лицами своими обязанностями, а также преступлений, связанных с хищением стратегического сырья: нефтепродуктов, калийных удобрений и т. п.

Для эффективного решения перечисленных проблемных моментов предлагаем комплексное совершенствование механизма регулирования перевозки железнодорожных грузов, включающего адресные организационно-правовые, организационно-управленческие, финансово-экономические и межгосударственные меры.

В качестве таких реальных мер рамочного (пилотного) характера считаем возможным рассмотреть следующие предложения:

– на государственном-правовом уровне принять соответствующее решение о привлечении инвесторов для проведения полномасштабной реконструкции БЖД и создания им наиболее благоприятного режима деятельности;

– выделить наиболее уязвимые участки главных магистралей и организовать мониторинг за их состоянием, выявить тенденции развития;

– сформировать единый бюджет государств – участников ОДКБ для поддержания достаточной работоспособности железной дороги на белорусском и сопряженном российском участке;

– в развитие вышеизложенного: на плановой основе в формате военно-полевых сборов сформировать из числа специалистов, находящихся в запасе (резерве), специальные рабочие группы в целях осуществления на железной дороге ремонтно-восстановительных работ;

– организовать адресную переподготовку или курсы повышения квалификации соответствующих специалистов по обеспечению воинских перевозок и стратегических грузов железнодорожным транспортом;

– дополнить содержание статьи 14 Закона Республики Беларусь «О перевозке опасных грузов» [13] *обязанностью* производителя транспортных услуг подтверждать готовность транспортных средств и коммуникаций к перевозке оборонных грузов на дату отправки;

– своевременно разработать программы внедрения интеллектуальных транспортных систем как продуктивного пути совершенствования организации управления в сфере транспорта. Это позволит перейти от догоняющего развития к перспективному, и здесь авторы согласны с мнением исследователей о том, что сегодня «в Республике Беларусь и СНГ они находятся в начальной стадии, отличаются разрозненностью, фрагментарностью, отсутствием национальных стандартов и системности в развитии внешних взаимосвязей» [14, с. 248];

– организовать постановку на специальный государственный учет железнодорожные транспортные средства, находящиеся в собственности субъектов хозяйствования, и определить режим их использования в интересах военной безопасности (оборонных целей).

Для осмысления указанных проблемных аспектов необходимо понимание потребности в совершенствовании существующего правового механизма регулирования

перевозок стратегических грузов железнодорожным транспортом. Нами разделяется точка зрения авторитетного специалиста права В. Г. Тихини, который отмечает: «Современную экономику Беларуси можно сделать инновационной, в том числе с помощью лекарств из юридической аптеки» [15, с. 34]. Следовательно, в контексте тенденций развития современной военно-политической обстановки в регионе, рассмотренные подходы и предложения по их реализации призваны способствовать дальнейшему совершенствованию и унификации действующих нормативных правовых актов, регламентирующих вопросы готовности БЖД, Вооруженных Сил страны, сил и средств государств-участников ОДКБ к осуществлению совместных военно-организационных мероприятий по использованию железнодорожного транспорта в повседневных условиях и кризисных ситуациях.

#### Список литературы

1. Батраев, С. Прибалтийская безопасность, или для чего Североатлантический альянс усиливает военную группировку у границ Республики Беларусь / С. Батраев // Белорус. воен. газ. Во Славу Родине. – 2015. – 6 марта – С. 7.
2. Официальный сайт ОДКБ [Электронный ресурс] – 2015. – Режим доступа: [www.odkb-csto.okg/](http://www.odkb-csto.okg/). – Дата доступа: 20.03.2015.
3. Булавко, В. Г. Транспортная безопасность / В. Г. Булавко, Ф. Ф. Иванов. – Минск: ГИУСТ БГУ, 2013. – 316 с.
4. Об утверждении Концепции национальной безопасности: Указ Президента Респ. Беларусь, 9 ноября 2010 г., № 575 [Электронный ресурс] // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.
5. О железнодорожном транспорте: Закон Респ. Беларусь, 6 янв. 1999 г., № 237-З: с изм. и доп. от 31 дек. 2014 г. № 227-З [Электронный ресурс] // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.
6. О мобилизационной подготовке и мобилизации: Закон Респ. Беларусь, 26 ноября 2000 г. № 449-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2000. – № 4.
7. Кожевников, Р. А. Экономическая безопасность железнодорожного транспорта: учеб. / Р. А. Кожевников [и др.]. – М.: Маршрут, 2005. – 326 с.
8. О ратификации соглашения о создании единой системы технического прикрытия железных дорог государств – членов Организации Договора о коллективной безопасности: Закон Респ. Беларусь, 17 мая 2004 г., № 280-З: с изм. и доп. от 23 июня 2006 г. [Электронный ресурс] // Консультант Плюс: Беларусь. Технология проф. – Минск: ЮрСпектр, 2015.
9. Проблемы пограничной политики государства и пути их решения: моногр. / М. Л. Гришин [и др.]. – М.: БДЦ-пресс, 2001. – 276 с.
10. Лопатин, В. Н. Терроризм и безопасность на транспорте в России (1991 – 2002 гг.) / В. Н. Лопатин. – СПб.: Юрид. центр-пресс, 2004. – 687 с.
11. Договор Российской Федерации и Республики Беларусь о развитии военно-технического сотрудничества от 15 июля 2010 года № 163-З [Электронный ресурс] // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.
12. Об утверждении правил по обеспечению перевозки опасных грузов в отношении объектов их перевозки, находящихся в оперативном управлении Министерства обороны: Приказ М-ва обороны Респ. Беларусь от 3 янв. 2014 г. № 1 [Электронный ресурс] // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.
13. О перевозке опасных грузов: Закон Респ. Беларусь, 6 июня 2001 года, № 32-З: с изм. и доп. от 26 декабря 2007 г. № 300-З [Электронный ресурс] // Консультант Плюс: Беларусь. Технология проф. – Минск: ЮрСпектр, 2015.

14. Иванов, Ф. Ф. Зарубежный опыт организации транспортной безопасности / Ф. Ф. Иванов. – Минск: БГУ, 2013. – 40 с.
15. Тихиня, В. Г., Право Беларуси в условиях инновационного развития общества: состояние и перспективы / В. Г. Тихиня / Юстыцья Беларусі. – 2012. – № 1. – С. 34.

---

\*Сведения об авторах:

Аргюшенко Николай Николаевич,

УО «Частный институт управления и предпринимательства».

Верлуп Сергей Владимирович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 08.04.20015 г.

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ ОТБОРА И СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

УДК 623.355.9

В. Ю. Банников, В. Н. Цыганков\*

*В статье предложены направления совершенствования подготовки водителей механических транспортных средств: проведение профессионального отбора кандидатов в водители перед началом обучения и совершенствование системы подготовки водителей.*

*In article directions of perfection of preparation of drivers of mechanical vehicles are offered: carrying out of professional takeoff of candidates in drivers before the beginning of training and perfection of system of preparation of drivers.*

Аварийность на дорогах Беларуси является одной из серьезнейших социально-экономических проблем. В республике в 2013 г. зарегистрировано 4730 дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в которых 894 чел. погибли и 5033 получили травмы различной степени тяжести. Это наносит не только моральный, но и огромный материальный ущерб. Примерно в 50 % ДТП были виновны водители в возрасте от 19 до 39 лет.

Анализ причин ДТП показывает, что большая часть из них является следствием комплекса особенностей психологического характера. До 80 % аварий и крушений на автомобильном транспорте связаны с человеческим фактором. Это заключается в том, что отсутствие у человека определенных психологических качеств во многом предопределяет его потенциальную опасность для собственной жизни и для жизни окружающих, когда такой человек садится за руль автомобиля. В психологии подобные качества получили название профессионально важных психологических качеств (ПВК). Исследования влияния человеческого фактора на безопасность дорожного движения концентрируются вокруг двух полюсов, на одном из которых изучаются индивидуальные качества субъекта, а на другом – его деятельность по управлению автомобилем [1].

В научных исследованиях, проведенных в зарубежных странах, в том числе и в России, установлено, что около 5 % происшествий совершаются водителями со сниженным уровнем ПВК. Этот фактор срабатывает, как мина замедленного действия. Пока дорожная обстановка не ставит такого водителя в сложную ситуацию, он справляется с управлением автомобилем. Но как только дорожная ситуация усложняется, то его действия, к сожалению, часто приводят к ДТП. Приведенная выше цифра относится к категории профессиональных водителей. Трудно даже предположить, сколь высок данный показатель среди категории автолюбителей [2].

Зарубежные исследования по пригодности личности к работе водителем с точки зрения его психофизиологических качеств показывают, что из общего количества исследуемых лиц 4 % показали абсолютную пригодность к работе водителем, 92 % являются условно пригодными, т. е. после прохождения соответствующего обучения способны к управлению механическим транспортным средством, и 4 % исследуемых являются абсолютно непригодными к работе водителем, т. е. не способны к управлению механическим транспортным средством (практически необучаемы) [3].

Анализируя возрастной фактор контингента обучающихся на право получения водительского удостоверения, можно выделить характерные для каждой возрастной группы особенности [4].

Так как удостоверение на право управления механическим транспортным средством могут получить лица, достигшие 18 лет, отсчет возрастного уровня водителей осуществляется с этой цифры. При этом должны учитываться личностные особенности и другие факторы, влияющие на качество подготовки водителей при уже существующей

мотивации (таблица 1). Стоит отметить, что каждому кандидату в водители присущи сугубо индивидуальные черты, отражающие предрасположенность личности к данному виду деятельности, склонности к конкретным областям познания, восприимчивость к методам и формам познания в рамках подготовки в автоучебной организации.

Таким образом, профессиональная пригодность водителя должна определяться не только по состоянию здоровья, а также по психофизиологическим и личностным качествам. Пригодность по состоянию здоровья устанавливается при медицинском освидетельствовании.

Таблица 1. – Факторы, влияющие на качество подготовки водителей

Возрастной контингент		Положительные факторы	Отрицательные факторы
Мужчины	18–20 лет	Умственная активность, восприимчивость к новой деятельности, хорошие психофизиологические качества	Низкая ответственность, отсутствие материальной и экономической заинтересованности, употребление алкоголя и наркотических средств
	20–30 лет	Умственная активность, восприимчивость к новой деятельности, формирование ответственности, возможность к совершенствованию собственных умений, хорошие психофизиологические качества	Дефицит времени, употребление алкоголя и наркотических средств
	30–40 лет	Уравновешенность в поведении, хорошие психофизиологические качества	Дефицит времени, употребление алкоголя
	Свыше 40 лет	Сформированность гражданской позиции, уравновешенность в поведении, жизненный опыт, деловитость	Снижение работоспособности, ухудшение психофизиологических качеств, употребление алкоголя
Женщины	18–20 лет	Умственная активность, восприимчивость к новой деятельности, хорошие психофизиологические качества	Отсутствие мотивации, материальной и экономической заинтересованности, употребление алкоголя и наркотических средств
	20–30 лет	Умственная активность, восприимчивость к новой деятельности, формирование материальной ответственности и материнского инстинкта, хорошие психофизиологические качества, возможность к совершенствованию	Дефицит времени
	30–40 лет	Высокое чувство ответственности, уравновешенность в поведении, хорошие психофизиологические качества	Комплекс возраста, дефицит времени
	Свыше 40 лет	Высокое чувство ответственности, уравновешенность в поведении, жизненный опыт, деловитость	Комплекс возраста, ухудшение психофизиологических качеств, дефицит времени

Психофизиологическая пригодность – это соответствие психологических и физиотребованиям логических качеств водительской деятельности. К сожалению, в Республике Беларусь данное качество у будущих водителей не проверяется. Нередко такие качества

водителя, как воля, самообладание, смелость, решительность, быстрая сообразительность, скорость восприятия и реакции, решают исход критической ситуации.

Особенно актуальным является наличие вышеперечисленных качеств и навыков у водителей автомобильной техники Вооруженных Сил Республики Беларусь.

В России психофизиологический отбор проводится только для небольших групп водителей, работающих в системах Министерства обороны, МВД, ФСБ и на некоторых автотранспортных предприятиях, осуществляющих наем водителей на контрактной основе. Однако четкая правовая база для внедрения на предприятии психофизиологического отбора, аналогичная той, которая имеется в отношении медицинского профессионального отбора, отсутствует. Опыт введения психофизиологического отбора показал его высокую эффективность и экономическую целесообразность. По обобщенным данным, такой отбор позволяет сократить аварийность на 40–70 %, уменьшить стоимость подготовки специалистов на 30–40 %.

Отсутствие профессионального отбора водителей наиболее остро проявляется в учреждениях образования, в которых образовательными стандартами предусмотрено наличие водительского удостоверения. В таких учреждениях все обучающиеся по программе подготовки водителей проходят обучение (даже из категории абсолютно непригодных) и получают водительское удостоверение. Лицо с низкими или с отсутствующими ПВК получает допуск к управлению механическим транспортным средством. Рано или поздно результатом такого допуска является ДТП и нередко с тяжелыми последствиями.

Таким образом, профессиональный отбор водителей назрел уже давно и должен включать:

*образовательный отбор* – выявление и недопущение к обучению лиц, знания которых недостаточны для овладения данной специальностью;

*медицинский отбор* – выявление и отстранение от обучения или работы лиц, которые по состоянию здоровья не пригодны к соответствующей деятельности;

*социальный отбор* – выявление и недопущение к обучению лиц, морально-нравственный облик которых не соответствует требованиям профессии;

*психофизиологический отбор* – выявление и недопущение к обучению лиц, психологические и физиологические качества которых не соответствуют требованиям профессии.

Своевременное выявление лиц с низкими профессионально важными психофизиологическими качествами водителя и недопущение их к водительской деятельности позволит добиться снижения количества ДТП, уменьшения числа погибших и пострадавших на дорогах.

Другим направлением повышения эффективности подготовки водителей механических транспортных средств является совершенствование системы подготовки водителей.

Низкое качество подготовки водителей, приводящее к ошибкам в оценке дорожной обстановки, неудовлетворительная дисциплина, невнимательность и небрежность водителей при управлении транспортными средствами – вот слагаемые порядка 80 % дорожно-транспортных происшествий. Для совершенствования существующей системы подготовки водителей необходим глубокий анализ всех ее этапов с выявлением недостатков и разработкой механизмов и способов их устранения.

При проектировании учебного процесса определяющими в моделировании педагогической технологии являются квалификационные требования к водителям транспортных средств. Анализируя квалификационные требования, сопоставляя их с насыщенностью учебного процесса, необходимо тщательнейшим образом подбирать методы и формы обучения, корректируя их с учетом качественного состава кандидатов в водители, полового и возрастного ценза, личностных и психофизиологических особенностей, а также способностей к овладению новыми специальными знаниями и умениями [4].

Анализ системы подготовки водителей в Республике Беларусь позволяет утверждать, что в отличие от теоретической подготовки, практическая подготовка водителей носит проблемный характер (рисунок 1). Крайне низкие показатели при сдаче квалификационных экзаменов на право получения водительского удостоверения в практической его части свидетельствуют о глобальном характере проблемы.

Анализ результатов квалификационного экзамена в ГАИ на право получения водительского удостоверения показывает, что в 2014 г. в Минске уровень неудовлетворительной сдачи с первой попытки составил: теоретического экзамена – 22,3 %, практического экзамена – 62,8 %. Причем, для теоретического экзамена лучший результат по уровню неудовлетворительной сдачи составил 8,3 %, худший – 40,4 %. Лучший результат по уровню неудовлетворительной сдачи практического экзамена с первой попытки составил 10 %, худший – 80,7 %. Необходимо отметить, что примерно такой же уровень неудовлетворительной сдачи был показан в 2012 и 2013 г.

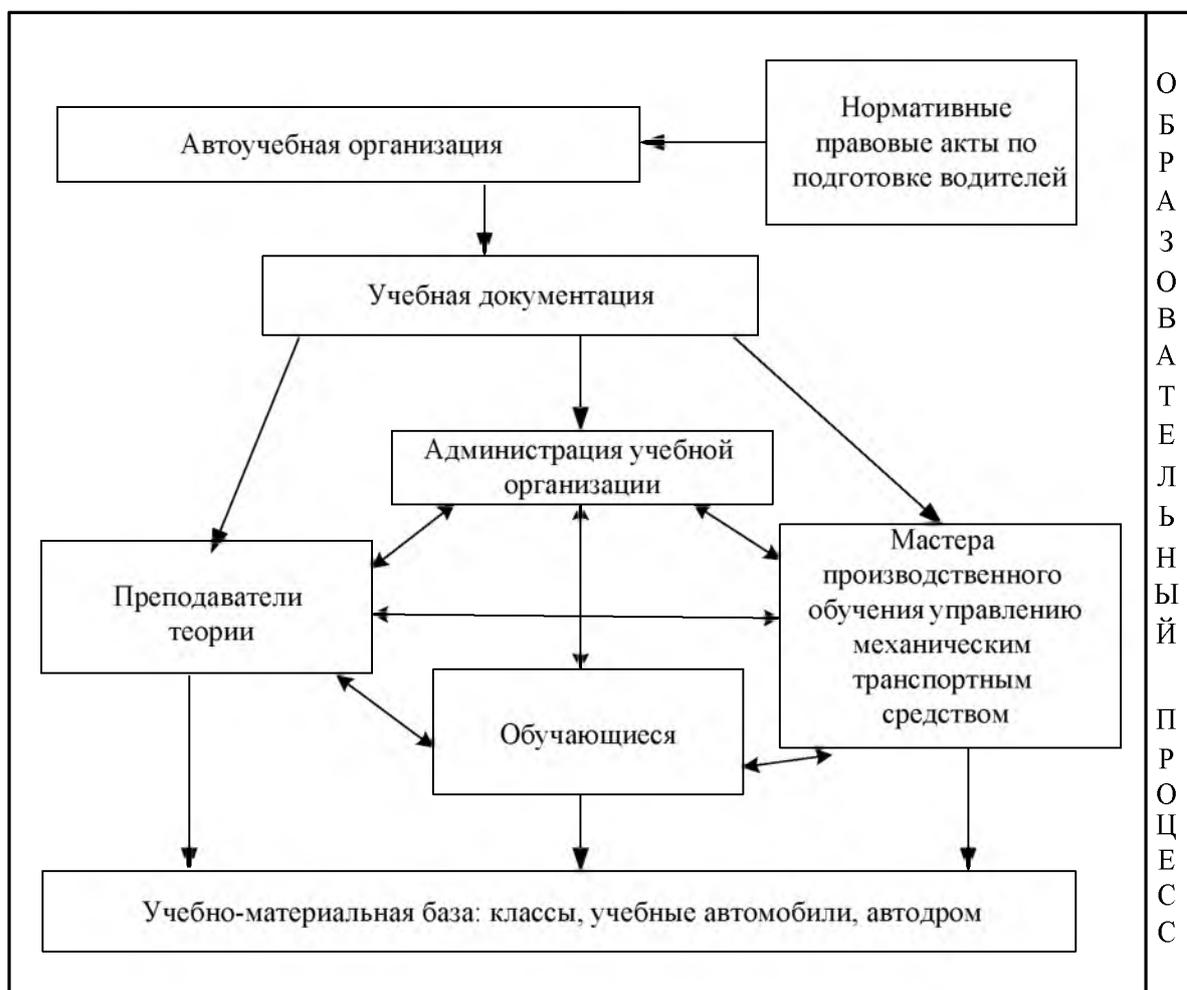


Рисунок 1. – Схема системы подготовки водителей

С учетом неудовлетворительной сдачи экзаменов в ГАИ и высокой аварийности среди водителей со стажем до трех лет (виновники более 16 % ДТП), с января 2015 г. было увеличено количество времени на обучение управлению автомобилем с 40 до 50 ч. Помимо этого постоянно совершенствуются единые программы подготовки водителей механических транспортных средств.

Необходимо отметить, что введенные изменения ситуацию с аварийностью коренным образом не изменят. В системе подготовки водителей необходимы не только количественные, но и качественные изменения.

Анализ существующей системы подготовки водителей позволил выявить ряд основных причин, которые, на наш взгляд, значительно влияют на качество обучения.

*Во-первых*, учебный процесс подготовки водителей не превращен в образовательный процесс, т. е. нет четкой организации осуществления теоретической и практической подготовки, недостаточно высокий уровень преподавания теории и практики, несоответствие уровня подготовки обучающихся предъявляемым к ним требованиям, отсутствие системы обязательного контроля занятий, проведения открытых и показательных занятий, взаимного посещения занятий.

*Во-вторых*, отсутствие связи между теорией и практикой. Преподаватели теории и мастера производственного обучения управлению механическим транспортным средством зачастую не взаимодействуют друг с другом, это приводит к тому, что один и тот же материал преподается по-разному, а иногда и противоречиво. Нет единства в процессе обучения, каждый преподает так, как считает нужным, так, как его научили когда-то. Отсюда появляется следующая причина, снижающая эффективность обучения.

*В-третьих*, невозможность (неспособность) обучающимися соединить теорию с практикой или невозможность (неспособность) применить полученные теоретические знания на практике.

*В-четвертых*, отсутствие межпредметных связей при преподавании как теоретических, так и практических дисциплин. Например, нецелесообразно изучать тему «Управление автомобилем на перекрестках, пешеходных переходах, железнодорожных переездах» предмета «Основы управления транспортным средством и безопасность движения», пока соответствующие темы не изучены по дисциплине «Правила дорожного движения». А также нецелесообразно изучать эту же тему, если обучающиеся еще не начали практическое управление автомобилем.

*В-пятых*, образовательный уровень мастеров производственного обучения на сегодняшний день не соответствует уровню задач, которые перед ними ставит программа подготовки водителей транспортных средств. Сегодня для того, чтобы обучать управлению автомобилем, недостаточно иметь водительское удостоверение и стаж управления. Мастер производственного обучения должен обладать педагогическими способностями, владеть современными и эффективными образовательными методиками, иметь понятие о психологии и навыки работы с обучающимися. В мастера производственного обучения профессиональных училищ не берут слесарей или токарей. А обучать водителей транспортных средств, которые являются источником повышенной опасности, почему-то может простой водитель. Мы считаем, что это очевидное несоответствие.

*В-шестых*, отсутствие персональной ответственности преподавателей теории и мастера производственного обучения за конечный результат деятельности. Зачастую не все обучающиеся и не всегда доводятся обучающими до получения водительского удостоверения. Важным фактором является отсутствие информации (статистики) об аварийности и количестве нарушений Правил дорожного движения среди водителей со стажем хотя бы до года, данных о том, в какой организации они обучались, фамилий их преподавателей и мастеров производственного обучения.

Анализ причин, снижающих эффективность подготовки водителей, позволяет выработать комплекс мероприятий по совершенствованию существующей системы подготовки водителей, в том числе направленных на формирование у обучающего состава более высокого профессионального уровня.

Таким образом, комплекс мероприятий по совершенствованию существующей системы подготовки водителей должен включать следующие мероприятия:

выявление основных и промежуточных целей обучения, уяснение, чему надо учить будущих водителей, чем они должны овладевать в процессе обучения;

при проектировании учебного процесса определяющими в моделировании педагогической технологии должны быть квалификационные требования к водителям транспортных средств;

тщательнейшим образом подбирать методы и формы обучения, корректируя их с учетом качественного состава кандидатов в водители, полового и возрастного ценза, личностных и психофизиологических особенностей, а также способностей к овладению новыми специальными знаниями и умениями;

целесообразно в процессе обучения пользоваться приемами рассредоточенного запоминания, когда усвоение изучаемого материала производится в несколько этапов и рассредоточивается во времени, что способствует переводу знаний в долговременную память;

в ходе практического обучения важно помнить, что каждый человек имеет определенные знания, навыки, склонности, сугубо индивидуальное восприятие действительности, особые психофизиологические качества личности.

С учетом указанных выше особенностей в учебных организациях необходимо разработать и внедрить целостную систему практического обучения будущих водителей, гармонично сочетающуюся с теорией в едином процессе обучения.

Важно также определить системные и образовательные *критерии качества профессиональной подготовки водителей*, которыми могут быть:

наличие и эффективность методики оценки отношения обучающихся и обучающихся к системе подготовки;

наличие и эффективность методики оценки обучающимися эффективности реализуемых методик и практики экзаменации;

строгость (дисциплина) организации и проведения образовательного процесса;

наличие и эффективность механизма контролируемой ответственности персонала автоучебной организации;

оценка периода дорожной адаптации;

уровень мастерства управления автомобилем в неблагоприятных условиях;

знание транспортного и дорожного права;

наличие и эффективность методики оценки содержания знаний и умений по каждому пункту «знать» и «уметь»;

адаптация требований к действующей системе статистического учета поведения водителей в реальных условиях движения.

На наш взгляд, необходимо более глубоко изучить опыт западноевропейских стран, которые используют системный подход в решении проблем, связанных с повышением безопасности дорожного движения. Системный подход устанавливает перспективную цель – полное устранение смертности и тяжелого травматизма на дорогах. Казалось бы, абсурдная вещь. Но, установив такую цель, западноевропейцы говорят, что ее надо добиваться, применяя разные меры на промежуточных этапах. Одной из таких мер является решение проблем, связанных с начинающими водителями, многие из которых имеют возраст до 24 лет. Доля таких водителей чрезмерно велика в статистике аварийности и травматизма любой страны. На каждого погибшего молодого водителя приходится примерно 1,3 чел., погибших вместе с ним. ДТП с участием молодых водителей резко отличаются от аварий, связанных с участием более опытных. Эти ДТП происходят, как правило, в ночной период времени и связаны они с потерей управления или превышением скорости. Причиной таких происшествий чаще всего является незрелость, неопытность, желание «рискнуть», физиологические расстройства, отвлечение внимания, а также образ жизни, характерный для возраста и пола начинающего водителя.

Всесторонний анализ показал, что у такой проблемы нет одного-единственного решения, в нашей стране оно сводится только к повышению качества начальной подготовки водителей. Для сокращения количества ДТП с участием начинающих, особенно молодых водителей, необходима комбинация различных мер, включая процесс выдачи временных водительских прав, применение новых методов обучения и форм дополнительной подготовки в зависимости от ошибок, совершаемых начинающими водителями.

Таким образом, в заключение необходимо отметить, что всесторонний анализ подготовки водителей механических транспортных средств наряду с исследованием причин аварийности на автомобильном транспорте позволил выработать ряд важнейших направлений повышения качества подготовки водителей. Одним из направлений является введение отбора кандидатов в водители по профессионально важным психофизиологическим качествам, которое должно включать: образовательный отбор – выявление и недопущение к обучению лиц, знания которых недостаточны для овладения данной специальностью; медицинский отбор – выявление и отстранение от обучения или работы лиц, которые по состоянию здоровья не пригодны к соответствующей деятельности; социальный отбор – выявление и недопущение к обучению лиц, морально-нравственный облик которых не соответствует требованиям профессии; психофизиологический отбор – выявление и недопущение к обучению лиц, психологические и физиологические качества которых не соответствуют требованиям профессии. Другим важнейшим направлением повышения эффективности подготовки водителей механических транспортных средств является совершенствование самой системы подготовки водителей. С этой целью необходимо принятие на государственном уровне комплекса мер, определяющих правовые, экономические, организационные, научные и методические основы подготовки и переподготовки водителей автотранспортных средств. Реализация предлагаемых направлений позволит добиться повышения безопасности дорожного движения, существенно снизить гибель и травматизм на дорогах.

#### Список литературы

1. Романов, А. Н. Автотранспортная психология / А. Н. Романов. – М., 2002.
2. Нарицын, Н. Психология безопасного вождения / Н. Нарицын. – М., 2006.
3. Молоткова, Н. В. Основы управления транспортным средством и безопасность движения / Н. В. Молоткова, А. О. Хренников. – Тамбов, 2004.
4. Методы подготовки и повышения квалификации водителей: метод. рекомендации / А. О. Хренников. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 48 с.

---

\*Сведения об авторах:

Банников Владимир Юрьевич,

Цыганков Виктор Николаевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 31.03.2015 г.

## **ВОЗМОЖНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАКЕТНОГО ФОРМИРОВАНИЯ, ВООРУЖЕННОГО ДАЛЬНОБОЙНЫМИ РЕАКТИВНЫМИ СИСТЕМАМИ ЗАЛПОВОГО ОГНЯ КРУПНОГО КАЛИБРА**

УДК 358.1

М. Б. Головин, М. Ю. Избаш\*

*В статье рассматриваются возможные направления совершенствования подходов к оценке эффективности боевого применения ракетного формирования, вооруженного дальнебойными реактивными системами залпового огня (РСЗО) крупного калибра, основанные на уточнении показателей эффективности боевого применения ракетного формирования, вооруженного РСЗО крупного калибра.*

*In article possible directions of perfection of approaches to an estimation of efficiency of fighting application of the rocket formation armed long-range RAFS of large calibre, based on specification of indicators of efficiency of fighting application of the rocket formation armed RAFS of large calibre are considered.*

### **Введение**

Современный этап развития военного искусства характеризуется существенным повышением роли огневого поражения противника в достижении целей вооруженного противоборства. По мнению многих как отечественных, так и зарубежных военных специалистов, сегодня огневое поражение выходит за оперативные рамки и приобретает стратегическое значение. Как показывает опыт войн и вооруженных конфликтов последнего десятилетия, основной вклад в реализацию задач огневого поражения вносит комплексное применение систем высокоточного оружия, авиации, ракетных войск и артиллерии [1]. При этом в настоящее время основным средством огневого поражения в Вооруженных Силах Республики Беларусь считаются, и останутся на ближайшую перспективу, РВиА.

В то же время практика подготовки войск показывает, что до 60 % боевых возможностей РВиА в современных операциях могут быть не реализованы и, кроме того, с течением времени эта величина может вырасти. Такое положение дел определяет острую необходимость поиска путей реализации боевых возможностей РВиА, а следовательно, и повышения эффективности боевого применения РВиА в современных операциях.

В этих условиях достаточно обоснованной выглядит тенденция перевооружения ракетных войск на перспективный ракетный комплекс и одновременное комплексирование их в разведывательно-ударные комплексы, что может существенно повысить эффективность боевого применения ракетных войск.

Решение этой задачи должно опираться на оценку эффективности боевого применения ракетного формирования, вооруженного дальнебойными РСЗО крупного калибра, представляющего собой весьма сложный процесс.

### **Общий подход к оценке и показатели эффективности боевого применения ракетного формирования, вооруженного дальнебойными РСЗО крупного калибра**

Известно, что под боевым применением понимается теория и практика подготовки и ведения боевых действий РВиА [2]. При этом боевые действия ракетных войск представляют собой совокупность ракетных ударов, обеспечения и маневра.

Схематическое изображение системы показателей эффективности, связанных с боевым применением РВиА, приведено на рисунке 1 [3].

Каждый из показателей, представленных на схеме, является совокупностью показателей эффективности. Так, показатель эффективности подготовки боевых действий включает:

показатели эффективности предложений по созданию группировки РВиА;  
показатели эффективности предложений по распределению боеприпасов между направлениями, по задачам и дням операции;

показатели эффективности распределения задач между силами и средствами, привлекаемыми к огневому поражению противника, и другие показатели, используемые для выработки практических рекомендаций по оперативному планированию.

Подсистема показателей эффективности ракетных ударов объединяет:

показатели эффективности системы ракетных ударов;

показатели эффективности ракетных ударов по объектам противника;

показатели целесообразности резервирования реактивных снарядов;

показатели эффективности решений по огневому поражению объектов противника;

показатели эффективности системы управления ракетными ударами;

показатели эффективности мероприятий по организации управления ракетными ударами.



**Рисунок 1. – Схема показателей эффективности, связанных с боевым применением РВиА**

Цель боевого применения РВиА заключается в нанесении ущерба противостоящей группировке противника. Полагая, что ущерб в основном образуется в результате воздействия ракетами (реактивными снарядами) на противника, можно предположить, что эффективность ракетных ударов представляет собой один из наиболее значимых показателей эффективности. Оценка эффективности представляет собой процесс, в результате которого определяется ценность решения. Оценка эффективности предназначена для нахождения правильного решения и имеет смысл лишь при наличии альтернатив, она является основой воздействия на результат в нужном направлении, до максимального достижения цели.

Поиск и обоснование наиболее перспективных путей повышения эффективности ракетных ударов базируются на всестороннем анализе и оценке факторов, влияющих на их нанесение.

Все факторы, влияющие на нанесение ракетных ударов, могут быть условно разделены на три группы – внешние, внутренние и организационные (рисунок 2). Внешние факторы действуют независимо от нас и их влияние практически невозможно устранить. Они проявляются вне исследуемого объекта, но при этом оказывают непосредственное влияние на эффективность его действия.



**Рисунок 2. – Основные факторы и условия, влияющие на эффективность ракетных ударов**

К основному внешнему фактору, непосредственно влияющему на эффективность ракетных ударов, следует отнести воздействие системы ПРО противника (вероятность преодоления ПВО, ПРО противника ракетами (реактивными снарядами)).

В отличие от внешних, внутренние факторы формируются и действуют внутри объекта. Они определяют его качественное состояние и поддаются целенаправленному воздействию и корректировке. К ним можно отнести:

технические возможности ракетных комплексов (дальность пусков, могущество применяемых БЧ);

возможности разведывательных органов по добыванию необходимой информации об объектах противника.

К основным организационным факторам, непосредственно влияющим на эффективность ракетных ударов, следует отнести обоснованность и оперативность принятия решения на нанесение ракетных ударов.

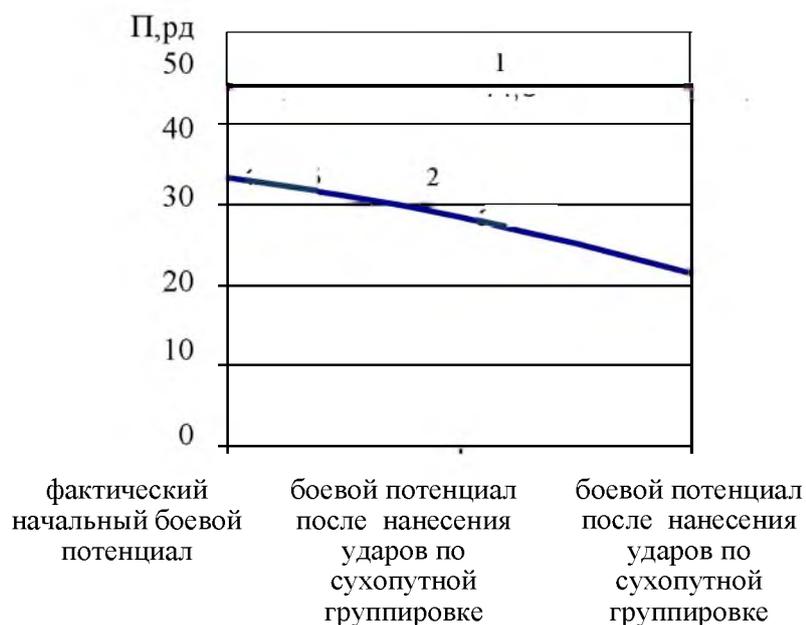
Рассмотренные внешние, внутренние и организационные факторы проявляются в различных условиях по-разному. Основными условиями проявления факторов могут быть

условия, характерные для развязывания агрессии при постепенном обострении обстановки и внезапном нападении противника. Рассмотрим характер влияния перечисленных факторов на эффективность ракетных ударов.

Опираясь на понятие «эффективность управления» как на «..результативность процесса управления, характеризующуюся степенью реализации возможностей войск..» [4], эффективность управления ракетными ударами можно определить как результативность процесса, характеризующегося степенью реализации возможностей имеющихся ракетных формирований по нанесению ущерба противнику.

Основными требованиями к решению являются обоснованность и оперативность. Обеспечить необходимую оперативность и обоснованность управления ракетными ударами в современных условиях крайне сложно. Это обусловлено: возрастанием неопределенности складывающейся оперативной обстановки, ростом объема, разнообразия и интенсивности поступления информации, подлежащей обработке, а также сокращением времени на обработку информации и принятие решений.

Наглядным примером влияния обоснованности решений по огневому поражению на эффективность боевого применения ракетных формирований являются результаты исследований, проведенных в ВА ГШ РФ. Из рисунка 3 следует, что продуманное решение по первоочередному поражению группировки ПВО и авиации Ирака и завоеванию превосходства в воздухе (снижение боевого потенциала на 4,85 рд), последующее безнаказанное огневое поражение сухопутной группировки (снижение боевого потенциала на 7 рд) позволили командованию МНС более чем на 30 % снизить первоначальный боевой потенциал ВС Ирака (т. е. повысить эффективность ракетных ударов на 30 %) без значимых потерь для своей группировки и тем самым изменить соотношение сторон с первоначальных 1,33 : 1 до 2,1 : 1, что обеспечило успех МНС в сухопутной фазе операции [5].



1 – боевой потенциал МНС; 2 – боевой потенциал ВС Ирака

**Рисунок 3. – Зависимость боевых потенциалов МНС и ВС Ирака от обоснованной последовательности выполнения задач огневого поражения**

В современных операциях особое значение для эффективности управления приобрела оперативность принятия решения.

Примером зависимости эффективности ракетных ударов от оперативности решений по огневому поражению являются результаты исследований, проведенных в ВАГШ РФ [4] (рисунок 4).

Как видно из графика, увеличение управленческого цикла на 2,5 мин ведет к снижению вероятности поражения объектов более чем на 50 % и невыполнению задач огневого поражения. Следовательно, низкий уровень оперативности решений по ОПШ может значительно снизить эффективность ракетных ударов.

**Наличие достоверной и своевременной разведывательной информации об объектах противника** также оказывает действенное воздействие на результаты огневого поражения противника и эффективность ракетных ударов. Это влияние определяется достоверностью, оперативностью информации и точностью определения координат, вызвано необходимостью поражения только тех объектов, чье положение и состояние вскрыто с требуемой точностью в установленное время.

Важность учета *достоверности* развединформации наглядно показал анализ операции «Союзническая сила», в которой, несмотря на широкое воздействие огневых средств на военные объекты в Косово (до 40 % самолето-вылетов и 374 крылатые ракеты), потери сухопутных войск Югославии были незначительны. Одна из основных причин этого – умелые мероприятия маскировки югославской армии [5].



**Рисунок 4. – Зависимость вероятности поражения объектов от продолжительности цикла управления ОПШ**

Влияние *оперативности* разведывательной информации на обоснованность решений по ОПШ обусловлено возможностью изменения местоположения объектов противника с течением времени. Так, результаты исследований, проведенных в ВА ГШ РФ (рисунок 5), показывают, что спустя 2 ч с момента обнаружения подвижные объекты сменяют местоположение с вероятностью 0,4, а малоподвижные – 0,1.

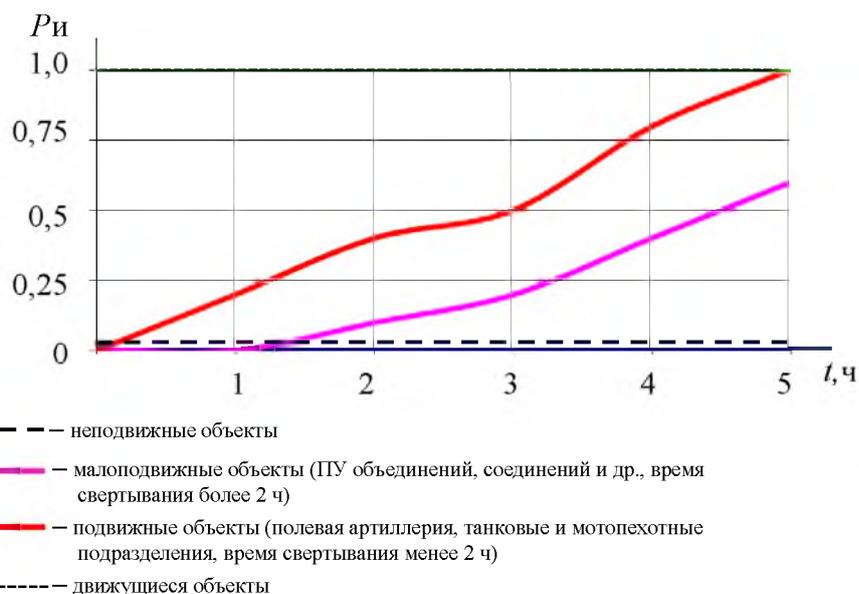


Рисунок 5. – Зависимость вероятности изменения местоположения объектов от времени

Так, увеличение ошибок определения координат объектов на 30 м (рисунок 6) может привести к снижению вероятности поражения объектов на 30 % и невыполнению задачи поражения.

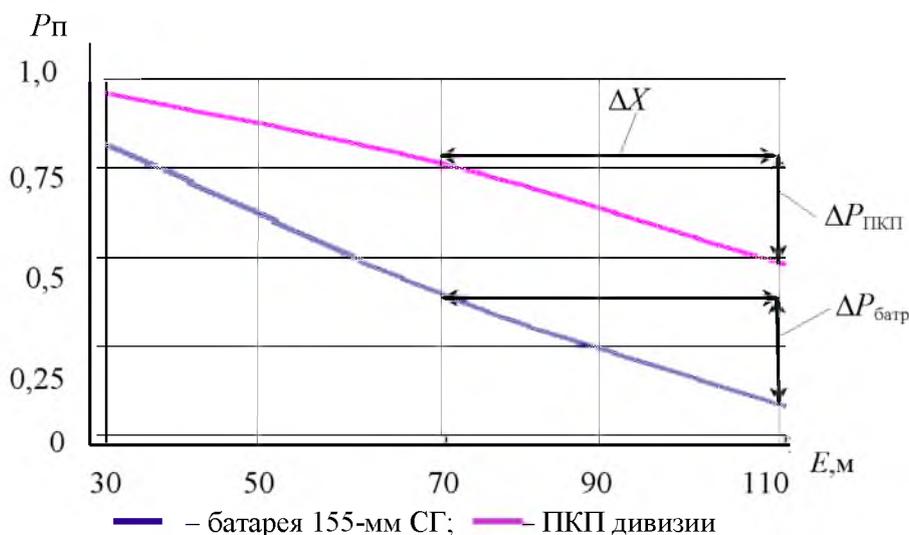


Рисунок 6. – Зависимость вероятности поражения объектов от точности определения его координат

Влияние возможностей средств ОПП по поражению объектов противника обусловлено целесообразностью поражения только тех объектов, которые эти средства в состоянии поразить исходя из дальности действия, огневых возможностей и размеров поражаемых объектов. Имеющиеся подходы предполагают учет огневых возможностей РСЗО, мощества боеприпасов, ошибок пусков.

Необходимость учета возможностей ПВО и ПРО противника обуславливается целесообразностью поражения только тех объектов, которые с высокой вероятностью могут быть поражены [6], т. е. нецелесообразно назначать объект для поражения ракетным войскам или ударной авиации, если у противника надежная система ПВО (ПРО). Примером этого явились неудачные ракетные удары Ирака по объектам в Израиле, или наоборот, достаточно эффективное воздействие реактивных снарядов «Хезболла» [6].

На рисунке 7 показана эффективность ракетных ударов Ирака в ходе операции «Буря в пустыне» с учетом действий ПРО МНС [7].



**Рисунок 7. – Эффективность ракетных ударов Ирака в ходе операции «Буря в пустыне» с учетом действий ПРО МНС**

Около 50 % объектов ударов поражено не было вследствие перехвата ракет системой ПРО МНС. Такой результат убедительно подчеркивает необходимость учета фактора возможностей ПРО (ПВО) противника при обосновании решения на нанесение ракетных ударов.

### Заключение

Таким образом, проведенный анализ показал, что в современных условиях повышение эффективности боевого применения ракетных формирований может быть достигнуто за счет повышения эффективности ракетных ударов путем учета влияния рассмотренных факторов на эффективность ракетных ударов. Вместе с тем в настоящее время механизма учета этих факторов нет, что обуславливает необходимость разработки и внедрения в практику подготовки войск соответствующей методики.

### Список литературы

1. Синявский, В. К. Особенности боевого применения ракетных войск и артиллерии с учетом опыта вооруженных конфликтов современности / В. К. Синявский // Наука и воен. безопасность. – 2009. – № 4.
2. Наставление по подготовке и ведению боевых действий ракетных войск и артиллерии в операциях Вооруженных Сил / М-во обороны Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – 128 с.
3. Бобриков, А. А. Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии / А. А. Бобриков. – СПб., 2006. – 421 с.
4. Ваккаус, М. Ф. Основы применения Вооруженных сил Российской Федерации: учеб. пособие / М. Ф. Ваккаус. – М.: ВАГШ, 2004. – 201 с.
5. Военное искусство в локальных войнах и военных конфликтах. Вторая половина XX – начало XXI века / под общ. ред. А. С. Рукшина. – М.: Воениздат, 2008. – 764 с.
6. Галкин, Д., Боевое применение зенитных ракетных комплексов «Пэтриот» в вооруженных конфликтах / Д. Галкин // Зарубеж. воен. обозрение. – 2006. – № 10. – С. 12–16.

\*Сведения об авторах:

Головин Михаил Борисович,  
 Избаш Михаил Юрьевич,  
 УО «Военная академия Республики Беларусь».  
 Статья поступила в редакцию 18.02.2015 г.

## БАЗОВОЕ УСЛОВИЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ «СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ ВОЙНЫ» И «ЦВЕТНОЙ РЕВОЛЮЦИИ» В ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ БОРЬБЕ – ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЛОМ ПОДЧИНЯЕМОЙ НАЦИИ

УДК 519.81

Н. В. Карпиленя\*

После разрушения коммунизма единственным врагом Америки  
осталось русское православие.

*З. Бжезинский*

Всякое царство, разделившееся само в себе,  
опустеет, и дом, разделившийся сам в себе, падет.

*Евангелие от Луки, глава 11, стих 17*

Та часть белорусской и украинской нации,  
которая, поддавшись жесткой манипуляции недругов,  
поведет себя не как неотъемлемая часть русского народа-мира –  
может разрушить собственные государства.  
Но оставшиеся – станут русскими, чтобы через века  
превратить заблудший народ вновь в белорусов и украинцев.

*Н. В. Карпиленя*

*Данная статья является результатом тщательного анализа работ [4–6], а также развитием исследований автора [17–23]. Ее цель состоит в том, чтобы провести анализ существующих принципов ведения современных «сетевых войн», а также технологий «цветных революций» и выработать обобщенные предложения по недопущению психологического надлома наций для устойчивого развития современных суверенных государств единой русской цивилизации.*

*This article is the result of a careful analysis of works [4–6], as well as the development of the author's studies [17–23]. Its aim is to analyze the existing practices of the modern «network-centric warfare», as well as technologies of the «color revolutions» and to develop a generalized suggestions to avoid the psychological breakdown of nations for the sustainable development of modern sovereign states single russian civilization.*

### Введение

Список стран, в которых США и Великобритания устроили государственный переворот, повлекший смерти или гражданскую войну, затем свержение законной власти или военное вторжение с 1953 по 1989 г., включает 27 государств.

В последние два десятилетия практика показала, что самым эффективным «инструментом», с точки зрения «борьбы за демократию и свободу» (читай – геополитической борьбы), явились «цветные революции» – это новая методика государственных переворотов, разработанная «мозговыми центрами» США совместно с ЦРУ. Эти «революции», имевшие место в Югославии, Уганде, Сербии, Ливане, Ливии, Гаити, Кыргызстане, Украине (дважды), Грузии (и это не полный список), и те, что не удалась в Узбекистане, Беларуси, преподносят публике как народное волеизъявление. Речь идет не о некоей акции идеалистов от демократии, а о целенаправленной политике по обеспечению доминирующей позиции США на всех параллелях и меридианах всеми методами.

По мнению исследователей [4], «сетевизм» является базовым принципом геополитической борьбы в XXI веке, а «сетевая война» есть инструмент геополитики.

Вопросы и проблемы геополитики изложены в работах [5, 11, 15–17, 22, 23]. Военные аспекты «сетевых войн» рассмотрены в работах [27–29].

В статье под термином «борьба» будем понимать активное столкновение общественных групп с противоположными интересами, в котором каждая сторона стремится получить господство или перевес.

Под термином «геополитическая борьба» следует понимать активное столкновение государств (коалиций государств), принадлежащих к различным цивилизациям (в большей степени речь идет о противостоянии западной и православной (евразийской) цивилизаций), общественных групп с противоположными интересами, в котором каждая сторона (государство, коалиция государств, цивилизация) стремится получить господство или перевес.

Анализируя современное противостояние между государствами, коалициями государств, цивилизациями, создается ощущение, что все попытки «цветных революций» на постсоветском пространстве осуществляются по заранее спланированному сценарию и в соответствии с утверждениями, например, одного из ведущих геополитиков и русофобов США – З. Бжезинского, который писал, что «после разрушения коммунизма (*т. е. после распада СССР*) единственным врагом Америки осталось русское православие». Автор (З. Бжезинский) так считает, возможно, из оценки религиозного состава США, включающего: христианство (протестантизм – 53 %, католицизм – 26 %, другие ветви – 8 %), ислам – 2 %, иудаизм – 2 % [14].

## 1 «Сетевые войны» и геополитическая борьба

### 1.1 Сетевизм – базовый принцип ведения геополитической борьбы

«Сетевая война» – это не совсем точный перевод английского термина «network-centric warfare». Более точный перевод – «сетевые военные действия». Авторами концепции «сетевой войны» считаются вице-адмирал ВМС США Артур Себровски и профессор Джон Гарстка. Название «сетевая война» соответствует изложенной ими в журнале «Proceedings» в январе 1998 году статье «Сетевая война: ее происхождение и сущность» [7, 8, 10].

Концепция «сетевой войны» – «живая теория», находящаяся в постоянном развитии, – это новая мировоззренческая философия противоборства, основанная на приоритетах ведения противоборства в информационно-когнитивной сфере над физической средой ведения противостояния (борьбы) [4, с. 11]. Эти философия и мировоззрение должны стать непреложной составляющей мышления и действия современного политического и военного руководства страны, так как без глубокого осознания ими всей совокупности современной геополитической борьбы любой серьезный военный конфликт может иметь самые неблагоприятные и даже роковые последствия для государства (коалиций дружественных государств).

Основу современной концепции ведения геополитической борьбы составляет понятие «сеть» [4, с. 13]. Сеть в глобальном понимании включает в себя одновременно различные составляющие, которые ранее рассматривались строго отдельно. Боевые подразделения, системы связи, информационное обеспечение операций, формирование общественного мнения, дипломатические шаги, социальные процессы, разведка и контрразведка, этнопсихология, религиозная и коллективная психология, экономическое обеспечение, академическая наука, технические инновации – все это отныне видится как взаимосвязанные элементы единой «сети», между которыми должен осуществляться постоянный информационный обмен [4, с. 13].

Базовым принципом концепции ведения геополитической борьбы является принцип «сетевизма» [4, с. 14]. Проведя анализ основных положений принципа сетевизма, изложенных в [4, с. 14], можно констатировать следующее. Обобщенный результат анализа

любого геополитического взаимодействия, в том числе противостояния цивилизаций, может являться синергетическим синтезом всей совокупности информационного взаимодействия. Иными словами, чтобы прогнозировать общий положительный результат для достижения своих национальных интересов, государство, сообщество государств может программировать вышеперечисленные стохастические взаимодействия, стремясь обеспечить приемлемый для себя синергетический выигрыш как в условиях мирного сосуществования, так и кризисов, и даже вооруженного противостояния.

«Сетецентрическая война» представляет собой модель военной стратегии в условиях наступления постмодерна и претендует на качественное превосходство над прежними стратегическими концепциями завершающейся индустриальной эпохи (модерна). Основное содержание всех «сетецентрических войн» заключается в проведении «операций базовых эффектов» (Effects based operations) (ОБЭ), определяемых американцами как «совокупность действий, направленных на формирование модели поведения друзей, нейтральных сил и врагов в ситуации мира, кризиса и войны» [4, с. 25].

Основным результатом ОБЭ является установление полного и абсолютного контроля над всеми сторонами вооруженного конфликта или возможных боевых действий, а также тотальное манипулирование ими во всех ситуациях, когда вооруженный конфликт назревает, когда он происходит и когда царит мир [4, с. 26]. По большому счету – это выигрыш битвы до ее начала.

Можем также отметить, что «сетецентрическая война» современной эпохи есть не что иное, как противоборство, ориентированное на достижение информационного превосходства, когда за счет оперативного сбора, обобщения и быстрого анализа информации удается опережать противоборствующую сторону в скорости принятия правильных решений практически в реальном масштабе времени. Иными словами, современные конфликты, развертываясь в четырех смежных областях человеческой структуры: в *физической* (традиционная область войны, в которой происходит столкновение физических сил во времени и пространстве), *информационной* (в которой создается, обрабатывается и распределяется информация), *когнитивной* (рассудочной, т. е. сознания война) и *социальной* (поле исторического, культурного, религиозного, этнического, психологического взаимодействия людей, обладающих своими особенностями) – должны достигать решающего эффекта за счет синергии всех этих элементов и оперативности принятия обоснованных решений, их доведения и практической реализации.

## 1.2 «Сетецентрическая война» – инструмент геополитики

События последних двух десятилетий после распада биполярной системы привели к тому, что, желая установить однополярный миропорядок с полным доминированием Запада над остальным миром, для смены власти, овладения ресурсами обществ, являющихся объектом агрессии, стали совершаться операции по изменению «настройки» ментального поля данного общества. Это означает изменение (переориентацию или уничтожение) его традиционных ценностей с тем, чтобы фактическая агрессия извне воспринималась данным обществом как ненасильственное поощрение к дальнейшему восходящему развитию. В данном случае тотальная внешняя агрессия в массовом сознании преобразуется в цивилизационный вызов общества, стоящего на более высокой ступени развития, причем в качестве стимула, а не угрозы [4, с. 39]. Наиболее ярким проявлением реализации подобных технологий стали события последних десятилетий в Украине, да и в целом «безобидное включение» большинства стран православной цивилизации в западную цивилизацию, что является ничем другим, как их подчинением. Дело и в том, что в эпоху тотальной «гуманизации, демократизации, рынка» бойня считается дурным тоном, хотя и широко применяется, если вдруг руководители государств отказываются признавать «гуманизацию» и другие «блага» западной цивилизации. События в Ираке, Ливии, Сирии, Украине и др. лишь подтверждают очевидное. Разработчики таких технологий когда-то

поняли, что «большого успеха можно достичь, оболванивая народ, меняя его стереотипы и поведенческие нормы, используя людей «втемную» с тем, чтобы даже силовое развитие событий воспринималось ими как должное» [4, с. 43].

К основным технологиям «сетевых войн» можно отнести следующие [4, с. 43]:

- «цветные революции»;
- в географическом пространстве – силовой захват и/или его угроза;
- контроль территорий через воздействие на региональные державы со стороны великих держав;
- контроль территорий посредством космических аппаратов;
- возбуждение сепаратистских устремлений;
- поддержка терроризма в различных его формах;
- вовлечение противника в серию конфликтов малой интенсивности или в крупные вооруженные конфликты;
- в экономическом пространстве – предоставление «связанных» кредитов;
- экономические санкции различной интенсивности воздействия, в том числе эмбарго и экономическая блокада;
- экономические провокации;
- в информационно-идеологическом пространстве – использование клеветы, искаженной информации; подмена понятий;
- в информационно-кибернетическом пространстве – хакерские атаки на кибернетические системы противника, использование «вирусов» и «червей», «логических бомб» и «закладок».

Перечисленные технологии далеко не исчерпывают весь арсенал борьбы с геополитическим противником, применяющийся в «сетевых войнах».

### 1.3 «Цветная революция» – сетевая операция

Сформулируем обобщенное определение «цветной революции».

**Цветная революция** – это процесс подготовки и смены правящего режима государства посредством ненасильственных выступлений граждан при поддержке и в интересах оппозиционных доморожденных элит, а также внешнего международного актора. Он направлен на создание иллюзии легитимности решений и действий, принятых под давлением толпы и маскирующих силовую нелегальную деятельность иностранных резидентов, а также предательство национальных интересов внутригосударственными элитарными группами.

«Цветная революция» является сетевой операцией, цель которой – смещение существующих политических режимов в той или иной стране. В ее основе лежат методы «ненасильственной борьбы», разработанные Дж. Шарпом в 1980-х гг. (это американский продукт, одна из сетевых технологий). Идея «цветной революции» состоит в получении полного контроля над государством и его территорией, по возможности без использования вооруженного насилия [4, с. 45]. Это достигается на основании применения так называемой «мягкой силы» **через убеждение, а не подавление, навязывание и принуждение**, что характерно для «жесткой силы». «Мягкая сила» действует, побуждая других следовать (или добиваясь их собственного согласия следовать) определенным нормам поведения и институтам на международной арене, что и приводит ее к достижению желаемого результата фактически без принуждения.

Все «цветные революции», которые происходят в мире, и в частности на постсоветском пространстве (*Грузия, Киргизия, Узбекистан, Молдова, дважды в Украине, в Беларуси в 2010 г.*), – есть явление, подготовленное и организованное Западом по инициативе США для установления геополитического контроля над теми государствами и территориями, которые прежде находились в зоне влияния России.

Для государств и режимов «цветные революции» несут в себе колониальные аспекты. «Люди, которые начинают искренне верить в идеалы «цветных революций», не подозревая о том, что это – спровоцированные идеалы, по сути, становятся топливом таких революций, расходным материалом. Само же общество выводится из состояния равновесия, нарушаются социальные устои, падает авторитет власти, растет недовольство, а о нормальном функционировании экономики и говорить не приходится. Все это – идеальные условия для навязывания и установления западных моделей социального устройства. В страну заходят США» [4, с. 46]. *Беспристрастный анализ событий последних лет в Украине свидетельствует именно о таких процессах.*

Противостояние захватническим действиям со стороны США и его военно-политического блока НАТО возможно лишь только в том случае, если руководство *России, Беларуси и других стран постсоветского геополитического пространства осмыслит стратегии «сетевых войн» через призму геополитического противоборства и выработает адекватную ответную стратегию.* Невозможно выработать адекватный ответ без понимания того, что против нас ведется именно «война» – *наступление сетевое, виртуальное, ментальное, невидимое.* Ведь «сетевая война» ведется на более тонких уровнях, с использованием информационных технологий, дипломатических сетей, неправительственных организаций, с подключением журналистов, СМИ, блоггеров и т. д. [4, с. 49].

Представляется, что кардинально влиять на процессы начала интенсивного ведения против нас «сетевых войн» можно за счет ускоренной реализации проекта создания единого евразийского экономического пространства, усиления роли ОДКБ и ШОС в международных отношениях, укрепления двусторонних связей со странами СНГ [4, с. 50], а также за счет использования всей мощи созданного вычислительного Национального центра управления обороной Российской Федерации, превышающего в три раза аналогичную систему США.

#### 1.4 «Захват в клещи» – основной метод проведения «цветных революций»

*Психологическое противоборство является неотъемлемой частью геополитического противоборства (борьбы) и «цветной революции».* В дальнейшем под *противоборством* будем понимать такой тип взаимоотношений между сторонами, который характеризуется наличием противоречий, или состояние, характеризующее взаимоотношение сторон, при котором между ними существуют противоречия. Следует отметить, что психологическое противоборство зародилось в далекие времена, а содержание было сформулировано еще древнекитайским философом и военным деятелем Сунь Цзы в VI в. до н. э. Оно сводится к следующему: 1) Разлагайте все хорошее, что имеется в стране нашего противника. 2) Вовлекайте видных деятелей противника в преступные предприятия. 3) Подрывайте престиж руководства противника и выставляйте его в нужный момент на позор общественности. 4) Используйте в этих целях сотрудничество с самыми подлыми и гнусными людьми. 5) Разжигайте ссоры и столкновения среди граждан враждебной вам стороны. 6) Подстрекайте молодежь против стариков. 7) Мешайте всеми средствами работе правительства. 8) Препятствуйте всеми способами нормальному снабжению вражеских войск и поддержанию в них порядка. 9) Делайте все возможное, чтобы обесценить традиции наших врагов и подорвать их веру в своих богов. 10) Посылайте женщин легкого поведения с тем, чтобы дополнить дело разложения. 11) Будьте щедры на предложения и подарки для покупки информации и сообщников. 12) Вообще не экономьте ни на деньгах, ни на обещаниях, так как они приносят прекрасные результаты [4, с. 86].

*В современных условиях сущностью психологической войны является воздействие на общественное сознание, позволяющее управлять людьми с целью заставить их действовать против своих интересов.*

Для определения цели геополитического противоборства обратимся к методологическим положениям выдающегося военного теоретика Карла фон Клаузевица

(1780–1831), которые были сформулированы в его фундаментальном стратегическом исследовании «О войне».

Исследовав войны последних 250 лет, он писал [9]: «...война представляет удивительную троицу, составленную из **насилия как первоначального своего элемента, ненависти и вражды**, которые следует рассматривать **как слепой природный инстинкт**; из игры вероятностей и случая, обращающих ее в арену свободной духовной деятельности; из подчинения ее в качестве орудия политики, благодаря которому она подчиняется чистому рассудку. Первая из этих трех сторон главным образом относится **к народу**, вторая – **больше к полководцу и его армии** и третья – **к правительству**» [9, с. 40]. Ему же принадлежит известное чеканное определение войны, что «война есть продолжение политики другими, насильственными средствами».

Остановимся более подробно именно на первой части из «удивительной троицы», – принадлежащей народу. Попытаемся найти те существенные обстоятельства, на которые и направлены силы, стремящиеся расколоть общество и ввергнуть его в дальнейшее противостояние по свержению «неудобного режима», «диктатора», «тоталитарного строя», ради «светлого будущего и демократии» и др. По сути, именно К. Клаузевиц указал на то, что война – это не только материально-физический, но и *психический и социальный феномен* [4, с. 51].

Рассматривая войну как психологический феномен, К. Клаузевиц выделяет три основные психологические закономерности войны, которые применительно к «цветным революциям» (*личный анализ автора. – Н. К.*) можно представить так.

*Первая* из них состоит в том, что в основе «цветной революции» лежат два главных человеческих мотива: *враждебное чувство* (сфера эмоций или сфера иррационального) и *враждебное намерение* (сфера рационального или сфера рассудка). Именно враждебное чувство, а точнее *страсть*, нарушает строгую рассудочную логику не только войны, но и «цветной революции». По мере развития «цветной революции» рассудок (т. е. враждебное намерение), как правило, начинает играть подчиненную роль. Именно *страсть* превращает «цветную революцию» в «постоянно усиливающийся пульсирующий поток актов взаимного «истребления», который не имеет предела» [9].

Вот почему в «цветных революциях» и создаются технологии, способствующие разгоранию именно *страсти* у протестующих. *События вооруженного переворота в Украине при реализации целей и задач именно «цветной революции» и их дальнейшее развитие на юго-востоке Украины лишь подтверждают представленные обоснования.*

*Вторая* психологическая закономерность «цветной революции» в том, что чем выше «градус страсти», тем быстрее происходит «навязывание своей воли» и, следовательно, «сокрушение противника» (*власти*). Другими словами, политическая цель «цветной революции» – *свержение власти* – достигается тогда, когда она осознает, что начало военных действий с протестующими (с применением силы) чревато для нее *еще более тяжелым положением, чем требуемая от нее жертва.*

Возможность свержения власти в «цветной революции» состоит в качестве *организации протестного движения и наличии у нее (вместе с невидимыми реальными организаторами) воли к победе.* Следует отметить, что преследование «протестующими» и их покровителями значительных политических целей повышает совместную волю к победе. Таким образом, *третья* психологическая закономерность успеха «цветной революции» может состоять в том, что обобщенная «мирная протестная» цель по свержению власти (*психологические издержки «протестующих»*) должна соответствовать политической цели «цветной революции» (*психологическому доходу не только протестующих, но и сил их геополитических организаторов*).

Дело здесь вот в чем. Для нейтрализации постоянно возникающих психических раздражителей (стрессовых ситуаций) человек использует различные механизмы психологической защиты, которые требуют для своей реализации значительных

психологических трат и направлены на репрессию (вытеснение и подавление) неснятого психического раздражения.

Длительное накопление подавленной психической энергии ведет либо к самоуничтожению в виде депрессивных состояний, либо к агрессивному всплеску, направленному извне. Первое является характерным для наций с *православным* мировоззрением (основано на долготерпении и смирении), а второе – для западной цивилизации, мировоззрение которой основано на гоббсовской концепции «борьбы всех против всех» [4, с. 54]. Вот почему и технологии «цветных революций» для получения психологического дохода протестующими и сил их геополитических организаторов могут отличаться. Однако, поскольку в цель цветных революций, как правило, входит смена правящего в стране политического режима, то на него и направлен двойной механизм **информационно-психологического воздействия (ИПВ)** посредством реализации описанного американским писателем и исследователем теории заговора Р. Эпперсоном метода «захвата в клещи».

*Высокая результативность метода достигается тем, что на «объект воздействия» – правительство или иной орган государственной власти и управления – оказывается психологическое давление теневыми и легитимными центрами силы, которое идет одновременно и «сверху» (от геополитических организаторов вне страны и им «сочувствующих элит» федерального и регионального уровней внутри ее) и «снизу» (от «оппозиции», способной по общему сигналу извне превратиться в «протестующих»).* Технология ИПВ метода «захвата в клещи» и его реализация теневыми центрами, состоящая из пяти шагов, изложена в [4, с. 55–70] и состоит в следующем.

*Первый шаг включает формирование организационной среды психологического давления (ПД) по направлениям «сверху» и «снизу». Второй шаг включает практическую организацию ПД «снизу». Третий шаг – практическая организация ПД «сверху». Четвертый шаг – принятие политического решения. И, наконец, пятый шаг – снятие ПД. Особенностью такого «фарисейского» по сути механизма организационного управления является то, что дивиденды от принятого решения получают геополитические организаторы Заговора, а политическую ответственность несет принявшее непопулярное правительство. Беспристрастный анализ событий в Украине последних лет лишь подтверждает описанное.*

*Анализ прошедших «цветных революций» на постсоветском пространстве позволяет утверждать, что в целях «управления своими геополитическими интересами на региональных уровнях» использовался весь спектр фундаментальных человеческих переживаний: на уровне сознания – страх, интерес и вина (совесть), а на уровне бессознательного – суггестия.*

Проведенный анализ позволяет также сделать вывод, что при разработке стратегических психологических операций в регионах *предполагаемой «цветной революции»* потенциальным геополитическим противником будет учитываться следующее: состояние «социального капитала» («социальной температуры» и «социального трения») в стране в целом и особенно в местах постоянной дислокации войск (сил), на территориях размещения органов государственной власти и военного управления, в районах размещения основных предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК), в регионах, где прогнозируется ведение боевых действий, в местах размещения баз снабжения и хранения материальных ресурсов и, наконец, на территориях, по которым проходят основные транспортные и информационно-коммуникационные магистрали. Высокий социальный капитал в своей стране – самый убедительный аргумент предотвращения проведения информационно-психологических операций. *Вот почему социально-политическая, экономическая стабильность в каждом регионе страны, а также гармоничное взаимодействие периферии и Центра – залог устойчивости общества и государства в целом.*

Из вышеизложенного следует, что необходимо расширять психологическую концепцию войны, разработанную К. Клаузевицем, на сферы финансово-экономических, информационно-психологических, организационных и иных отношений.

Необходимо отметить, что средствами ИПВ могут вноситься коррективы как в переживание уровня приобретаемого ими психологического дохода, так и сопровождающих их психологических трат [4, с. 70]. *Да и в целом механизм действия данного метода на правительство точно такой, как на полководца в войне действуют, с одной стороны, силы превосходящего противника, а с другой – психологическое воздействие, которое испытывает полководец от наблюдения и осознания больших человеческих потерь собственной армии.*

### 1.5 Информационный аспект геополитической борьбы

В процессе становления информационного общества, глобализации информационных процессов и демократизации самого общества, т. е. участия в социально-политической жизни все большего количества людей, сформировалось новое явление в социальной сфере, которое получило название **информационное противоборство** [4, с. 71], [26].

Особенностью **информационного противоборства (ИП)** является то, что оно ведется не только в военное, но и в мирное время – явно и скрытно – между государствами в защиту собственных интересов, за зоны политического влияния и рынки сбыта, за спорную территорию и укрепление оборонной сферы. Оно постоянно ведется и внутри каждого государства – за власть и деньги, возможность управлять большими массами людей, контроль над производством и доходами от реализации произведенных продуктов. Регулируя потоки информации и воздействуя на ее обработку, а также нарушая функционирование системы управления, можно влиять на те или иные события и процессы. В этом-то и кроется, в частности, одна из причин ожесточенной борьбы за контроль над средствами массовой информации, а значит и сознание населения страны [4, с. 71]. Используемый в статье термин «**информационное противоборство**» мы будем понимать как взаимоотношение между государствами в информационной сфере при их стремлении достичь информационного превосходства. Когда же будем употреблять термин «**информационная борьба**», то следует иметь в виду специфику информационного противоборства при подготовке и ведении боевых действий.

Важной составляющей **информационного противоборства** является **информационно-психологическое противоборство (ИПП)**. Оно представляет собой комплекс мероприятий и действий специализированных организаций, обеспечивающих информационное воздействие на сознание, чувства и волю лица, принимающего решение, на общественные группы и население в целом **противоположной стороны для достижения политических, экономических и иных целей**. Другими словами, ИПП – вид информационного противоборства, объектами воздействия в котором являются психика отдельных людей, а также общественное сознание. Примеры последнего – сознание (мнение, настроение) общественных групп, государственная идеология, национальное самосознание и др.

Самой опасной новой формой **информационного психологического противоборства** для всех без исключения стран бывшего постсоветского геополитического пространства, реализуемого Западом последние десятилетия, являются **консциентальные операции**, имеющие целью **разрушение сознания и менталитета народа (нации) и превращение его (ее) в население**, не способное и, главное, не желающее отражать информационно-психологические воздействия и сохранять себя как полиэтнос. Такие операции представляют собой согласованную по целям, задачам, месту, объектам и времени систему информационно-пропагандистских и психологических мер, проводимых с привлечением средств массовой информации, культуры и искусства, а также других средств (психотропных, психотронных и пр.), как правило, в течение длительного времени, по тщательно разработанным сценариям и программам [4, с. 88]. *Немаловажная роль для*

разрушения сознания и менталитета русского народа отводится (на примере событий в Украине, которые предполагал еще Отто фон Бисмарк (1815–1898)) «найденным и «вращенным» предателям среди национальной элиты, с помощью которых изменяется самосознание одной части великого народа до такой степени, что он начинает ненавидеть все русское, свой род, не осознавая этого». Иными словами, во всех «цветных революциях» последних десятилетий заложен единый механизм – чтобы оторвать какую-либо страну, направив ее реализовывать интересы США (Запада), находится такая «продажная» национальная элита, которая, выражая интересы манипулированной части общества, противостоит другой, которая в целом поддерживает власть. В результате тотальных манипуляций толпой свергается правительство и затем входит Запад (США).

По сути, психологическое воздействие осуществляется в три этапа: на первом, *операционном*, осуществляется деятельность его субъекта (*геополитического противника*); на втором, *процессуальном*, производится принятие (одобрение) или непринятие (неодобрение) данного воздействия его объектом (*силами, заинтересованными в продвижении идей субъектом*); на третьем, *заключительном*, проявляются ответные реакции как следствие перестройки психики объекта воздействия (*как результат согласованной деятельности субъекта и объекта по подчинению*).

Сферы психики отдельного человека, групп людей и общественного сознания в целом, на которое оказывается психологическое воздействие, *можно в обобщенном виде представить так* [4, с. 88]:

*потребностно-мотивированная* (знания, убеждения, ценностные ориентации, влечения, желания);

*интеллектуально-познавательная* (ощущения, восприятия, представления, воображение, память и мышление);

*эмоционально-волевая сфера* (эмоции, чувства, настроения, волевые процессы);

*коммуникативно-поведенческая* (характер и особенности общения, взаимодействия, взаимоотношений, межличностного восприятия).

Направления психологического воздействия, с помощью которых «геополитический противник» склонен добиться «подчинить» противоположную сторону, можно в общем виде представить так:

1) *Трансформация убеждений* – осмысленных, устойчивых мотивов деятельности людей, имеющих обычно идеологическую основу и проявляющихся в их чувствах, поступках и поведении. Иными словами, целью данного направления воздействия на общество с целевой идеологией будет являться именно искажение той действительности, в которой живет нация, через осмеяние ее истории, героев, ценностей и др.

2) *Трансформация стереотипов* – распространенных в определенных социальных и этнических группах схематизированных представлений о фактах действительности, которые приводят к упрощенным оценкам и суждениям.

3) *Трансформация установок*. Установка – это состояние внутренней готовности (настроенности) людей на специфическое для них проявление чувств, интеллектуально-познавательной и волевой активности, динамики и характера общения.

Таким образом, следует отчетливо понимать, что информационно-психологическое воздействие (ИПВ) на лиц, принимающих политические решения, на общественные группы и на население страны в целом – важнейшая составная часть подготовки и проведения «цветной революции».

Необходимо понимать и помнить, что тот побеждает в борьбе с «цветными революциями», кто выигрывает в первую очередь *информационно-психологическое противоборство*.

## 2 Психологический надлом нации как одна из фундаментальных причин успеха технологий «цветной революции»

### 2.1 Генезис технологий ненасильственной борьбы

Анализ всех прошедших «цветных революций» показывает наличие заинтересованности одной из цивилизаций – западной, во главе с США, в достижении своих геополитических целей доминирования в мире путем подчинения как отдельных государств, так и целых цивилизаций для контроля и управления мировым порядком в своих интересах.

**Геополитический посыл США прост: Европа должна стать единым пространством, подконтрольным НАТО и ЕС. После воссоединения Германии и к настоящему времени (когда Германия стала наказывать победителей не только Второй мировой войны (Югославию), но и Великой Отечественной войны, т. е. страны СССР) Запад фактически отвоевал обратно территории и влияние, утерянные во время Второй мировой войны (за исключением, пожалуй, лишь Сербии), и приступил к продолжению попыток подчинить Украину, а в последующем и Беларусь, имея цель – расчленить и подчинить Россию.**

Реалии современного мира таковы, что сегодня термин «цветные революции» знаком практически каждому человеку, следящему за новостными передачами. Развитие этой темы началось с освещения «оранжевой революции» в Украине, затем событий в Киргизии, Беларуси и Молдове и снова в Украине.

Основа ненасильственной политической борьбы (до событий 2013–2015 гг. в Украине) – совокупность принципов и механизмов проведения протестов без физического насилия.

Технологии «цветных революций» могут иметь следующие формы действий: **акты бездействия** – отказ участников от выполнения действий, которые они обычно выполняют согласно обычаю или в соответствии с законами или правилами; **акты действия** – совершение участниками действий, которые они обычно не совершают согласно обычаю или в соответствии с законами или правилами; **сочетание бездействия и действия** (общий метод, включающий в себя множество конкретных методов, объединенных в три основных класса: ненасильственные протесты и агитация; отказ от сотрудничества и ненасильственное вмешательство) [4, с. 92].

Анализ показывает, что ключевым для всех «ненасильственных», «бархатных», «оранжевых» и прочих «цветных революций» является, с одной стороны, принцип, о котором писал еще Мохандас Карамчанд Ганди: *«Даже самый могущественный правитель не может управлять без поддержки управляемых»*, а с другой – что неудача организованных «цветных революций» в ряде стран (в том числе и в Беларуси в 2010 г.) может быть тогда, когда не удалось своевременно набрать и подготовить манифестантов [4, с. 109]. Дело в том, что отнимая доверие к *действующей* власти **посредством психологического надлома всей нации, в том числе внося раскол и в среду сотрудников правоохранительных органов и армии**, оппозиционер оставляет ей только верных наемников, а эти силы победить или убедить гораздо проще.

Технологии ненасильственной борьбы стали новым инструментом колониальной политики европейских держав на Ближнем Востоке. Идеологическим обеспечением выступает **теория управляемого хаоса**. В геополитическом аспекте это выражается, например, через проект-концепцию «Большого Ближнего Востока». Авторами этой концепции явились Г. Киссинджер, Д. Рамсфельд, Д. Чейни, К. Райс, Р. Перл и П. Вулфовиц [4, с.133]. Управляемый хаос – результат применения теории хаоса в геополитике, когда в желаемом для подчинения обществе (государстве) происходит поиск и нахождение глубоких, а порой и непримиримых противоречий между смыслами, нормами и ценностями. После их нахождения происходит их раскручивание через СМИ, сетевое сообщество, доведение до конфликта политического, а затем социального и даже военного. Чем больше глубина таких

противоречий, тем более трагичны следствия для нации в случае полной победы одного из участников.

Один из прикладных выводов теории хаоса в логике американской стратегии – *США должны стремиться к активным изменениям в обществах, находящихся в кризисе, вместо того чтобы попытаться удерживать псевдостабильность*. Следующий вывод из методов американской стратегии состоит в том, что *находящуюся в точке бифуркации систему легко обрушить точечными воздействиями* [4, с. 136]. Кроме того, заокеанские стратеги считают, что *необходимо быть открытыми к перспективе усилить и эксплуатировать критичность, если это соответствует интересам США*. И наконец, *долгосрочные прогнозы – миф. Вместо этого нужен «фонарь с коротким лучом, освещающий наш путь, который поможет изменить наш мелкий шаг на большие шаги»* [4, с. 137].

В Египте к технологическим средствам протеста добавились социальные сети. Работа велась в двух направлениях – коммуникации между активистами и заинтересованными пользователями Интернета и обеспечение качественного информационного освещения событий. Для этого использовались социальные сети и иные специализированные интернет-сервисы, в которых активисты выкладывали фотографии и видеоролики уличных протестов, аудиозаписи очевидцев событий.

Таким образом, на данный момент в мире существуют две принципиально отличающиеся концепции «цветных революций», условно их можно обозначить как «сербский» и «арабский» сценарии. Но оба они начинаются с дестабилизации политической обстановки в стране и поддержки со стороны внешних акторов, а также привязаны к выборам высшего должностного лица или к парламентским выборам (в зависимости от ситуации: демократический или авторитарный режим в стране) [4, с. 143].

## **2.2 Психологический и психический надлом нации – базовое условие успеха «цветной революции»**

Главным, фундаментальным (*по мнению автора. – Н. К.*) условием успеха технологии «цветной революции» (пример Сербии, Украины и др.) является психологический и психический надлом в народе-нации из-за различных трудностей. Ими могут быть тяжелые социально-бытовые условия большинства, вызванные безработицей, всеобъемлющей коррупцией, явившейся последствием крушения и результатом демонтажа социального государства с уменьшением социальных выплат большинству народных масс. Практика демонтажа социального государства большинства стран постсоветского пространства происходила именно по классическим рецептам международного валютного фонда и во благо транснациональных корпораций и олигархического меньшинства. Ставка при проведении «цветной революции» также может быть сделана на молодежь, которой чужды опасения.

***Всем нам необходимо понимать, что психологический надлом любой нации передается не только человеку, обществу в целом, но и военной организации государства, а значит, всем категориям военнослужащих, а следовательно, действует и на полководцев, и на Президента как на Главнокомандующего. Вот почему высшему военно-политическому руководству государства надлежит непрерывно ощущать связь со всем народом, его психологический и психический настрой.***

Известно, что в классических войнах главное – завоевание территории противника, в новых войнах (как и в «цветных революциях») – завоевание души народа враждебного государства (а в «цветных революциях» – внутренний раскол и раздор общества). Поэтому обеспечение социально-экономической, политической стабильности общества – непременное условие устойчивости психики народа в целом, предотвращение такого коллективного психического заболевания, как *истерия*. Вместе с тем следует понимать, что на определенном этапе развития общества и такая крайняя акцентуализация сообщества на наследственности также способна привести к другому коллективному психическому

заболеванию – известному для советского времени феномену, как «застой». Вот почему *власти при принятии решений следует понимать, в какой фазе колебательного процесса находится общество, чтобы правильно выбирать способы прежде всего информационно-психологического воздействия и тем самым либо замедлять, либо ускорять текущую фазу естественного колебательного процесса* [4, с. 156]. Вот почему при принятии решения должна соблюдаться синергия, состоящая из осторожного, постепенного, гибкого, творческого отношения к регулированию национального сообщества. В противном случае возможны как рецидивы партизанской войны (мятежевойны), так и терроризма.

Надо также отчетливо понимать, что для завоевания любого государства (в реальном военном противостоянии или посредством технологии «цветной революции») в настоящее время глубоко исследуются и будут реализованы комплексные воздействия, включающие в себя: *моральные*, состоящие в разрушении воли противника к достижению победы путем его отделения от союзников (или потенциальных союзников) и внутреннего раздробления, подрывая общую веру и общие взгляды; *ментальные*, состоящие в деформации и искажении восприятия противником реальности на основе дезинформации и создания неправильных представлений о ситуации; *физические*, включающие возможное разрушение физических ресурсов противника (вооружения, живой силы, инфраструктуры и предметов снабжения).

### 2.3 Анализ культурно-исторической жизни восточнославянских народов-наций: история и современность

Чтобы более отчетливо понять события, которые происходят в Украине, Беларуси, России сегодня, попытаемся кратко проанализировать историческую жизнь последнего тысячелетия. Ведь история – прошлая политика. Поняв прошлое в единстве ряда политических событий на пространствах единой русской истории (по отдельности анализ событий на нынешних землях России, Беларуси, Украины будет неполон и ошибочен) [24, 25], нам будет проще разобраться в шагах по выстраиванию современной политики по недопущению «цветных революций» в Беларуси и России, ибо сегодняшняя политика – будущая история. Необходимо ответственно и беспристрастно отнестись к данному анализу, ибо только он и поможет нам сплотить некогда единый народ и объединить земли, выполняя наказ наших далеких предков.

Глубоко сопереживая происходящим событиям братоубийственной войны в Украине, безусловно, инициированным тайными клубами Запада, которые преследовали цель дальнейшего раскола русского единства (*начатого Ельциным (от РФ), Кучмой (от Украины), Шушкевичем (от Беларуси) при распаде СССР*), и направленным вовсе не на поддержку и помощь украинскому народу, проанализируем историческую жизнь Руси во временных рамках от Киевской Руси до настоящего времени.

Киевская Русь возникла в 882 г. в результате захвата северной княжеской династией варяжского происхождения Киевского «стола». С этого времени процесс формирования единого государства восточных славян стал необратимым и был закреплен принятием в 988 г. в качестве государственной религии христианства в его восточной, православной форме [25, с. 41].

В Киевской Руси с 988 г. с принятием православия для Запада мы были *руссами*, позже *русскими*, и сами себя наши далекие предки считали единым русским народом.

С момента нашествия монголо-татар и сожжения Киева Киевская Русь прекращает свое существование, а Киев рассматривается как часть польской и литовской истории. Ведь в 1240 г. Киев представлял ничтожный городок в 200 дворов и более двух веков лежал в руинах. За 86 лет до монгольского нашествия в Киеве сменил престол 41 князь. Князья убивали друг друга и изгоняли, что и предрешило окончание династии Рюриковичей.

В это время традиции духовной и культурной жизни переместились на север Руси, чтобы через четыре века вернуться и возродить славное имя *русичей*. В эти же годы знать

Киевской Руси и нынешней Беларуси массово переходила на сторону «врагов» (отступая от православной веры предков) из корыстных побуждений и ассимилировалась с литовской и польской шляхтой. Результатом такого предательства стало воцарение польско-литовской, а затем лишь польской власти на всех малорусских и белорусских землях предков. Только православная вера, низведенная до уровня самого незащищенного населения, крестьянского большинства, осталась незыблемой для русского народа и была священна в предании предков.

Самый предприимчивый князь Даниил Галицкий вместо собирания русских земель (как это делал в эти годы Александр Невский) решил стать королем и получил в 1254 г. из рук Папы Римского королевский титул (*т. е. по современному – «евроинтегрировался»*). В итоге Галиция с 1392 г. (в 1380 г. Дмитрий Донской освободился от нашествия иноземцев, чтобы строить русскую государственность на фундаменте православия предков) становится польской провинцией и практически на семь веков до знаменитого пакта Молотова – Риббентропа потеряла связь со своими сородичами. *Так на этих землях начинает зарождаться в среде единого русского народа народ, стремящийся забыть свои древнерусские корни. Именно используя униатство, части русского народа, жившего в западных землях, удалось внушить, что он не русский, а какой-то особый, украинский народ. Продолжение этого рожденного на Западе польско-австрийского проекта как проекта противостояния русской цивилизации, нажима на Россию было и остается естественным проявлением агрессии западной цивилизации, которая всегда смотрела на Россию глазами голодного хищника.*

Современная Галиция «достойно» продолжает ее дело. События прошедших двух «цветных революций» в Украине последнего десятилетия лишь подтверждают правоту непредвзятого и беспристрастного анализа. Вот почему современные глубокие проблемы в Украине корнями уходят почти на девять веков назад.

Кстати, слово «украина» – польское. Так поляки называли эту часть своей территории, на которой часто вспыхивали восстания запорожских казаков, до того момента, когда Богдан Хмельницкий в 1651 г. обратился к царю Алексею Михайловичу с просьбой принять «Малороссию под свою руку». «Эта просьба была утверждена Земским собором в Москве и 8 января 1654 г. Украина присягнула царю Алексею» [24, с. 454]. «С присоединением Малороссии начался процесс присоединения к Руси отпавших от нее волостей и, таким образом, это было первым шагом со стороны Москвы в деле ее исторической миссии, к тому же шагом удачным. До сих пор Литва и Польша играли в отношении Руси наступательную роль; с этих пор она переходит к Москве» [24, с. 370]. Из-за Малороссии Россия с 1654 г. втянулась в войну с Польшей [24, с. 381]. В результате ряда побед соединенных сил Украины и Москвы в 1654–1656 гг. Польша уступила малорусские и белорусские земли, давно утерянные Русью. По *Андрусовскому перемирию* в 1667 г. между Польшей и Московским государством Левобережная Украина осталась навеки за Москвой [24, с. 455].

Нынешняя Украина состоит из различных ее частей: Украины до 1654 г. (как «окраины» (на русский язык, если перевести с польского слово «украина») Российской империи); подарков русских царей 1654–1917 гг. (вся центральная часть нынешней Украины); подарка Ленина 1922 г. (Новороссия, Донбасс); подарка Сталина (1939–1940 гг.) (Западная Украина, Северная Буковина) и до воссоединения с Россией в 2014 г. – подарка Хрущева в 1954 г. (Крым). *Вот почему современная евроинтеграция и не могла стать столь простым актом желания народа западной части Украины (бывшей Галиции, находящейся в едином политическом пространстве с единым русским народом, по сути, лишь в течение чуть более трех десятилетий) подчинить остальную часть – ее истинно русскую часть народа многовековой истории предков.* Эта проблема и была подробно проанализирована (автором. – Н. К.) в работах [22, 23].

История противостояния западной и русской цивилизаций на белорусских землях изложена (автором. – Н. К.) в работе [22].

Прошедшие «цветные революции» показывают, что результат анализа психосоциальных, в том числе сетевых, структур того или иного общества государства является основой для их планирования.

Содержательный анализ Конституции Республики Беларусь показывает, что принятый всеобщим народным волеизъявлением Основной закон государства действительно отражает процессы построения истинно суверенного, демократического, социального, правового государства белорусской нации – государства для всех граждан. По сути – это путь защиты права на жизнь и честь каждого человека. И потому, кажется, уместно привести здесь некоторые исторические суждения о понятии «рус», «русский».

Перед тем как вернуться к новым историческим суждениям, приведем некоторые определения из толкового словаря русского языка [13].

*Белорусы – восточнославянский народ, составляющий основное население Беларуси.*

*Украинцы – народ, составляющий основное коренное население Украины.*

*Русские – народ, составляющий основное коренное население России.*

*Мир – объединенное по каким-нибудь признакам человеческое сообщество, общественная среда, строй.*

*Русский – относящийся к русскому народу, к его языку, национальному характеру, образу жизни, культуре, а также к России, ее территории, внутреннему устройству, истории.*

*Русскоязычный – относящийся к людям, живущим вне России, для которых русский язык является родным или вторым родным языком.*

*Русский язык (восточнославянской группы индоевропейской семьи языков).*

*Белорусский язык (восточнославянской группы индоевропейской семьи языков).*

*Украинский язык (восточнославянской группы индоевропейской семьи языков).*

*Цивилизация – определенная ступень развития общества, его материальная и духовная культура.*

«Одним из самых сложных и спорных проблем древнерусской истории является происхождение самого имени – «русь». Характерно, что это имя изначально звучало на севере как «русь», на юге – как «рось». Новгородскую землю с юга окаймляла река Русса, Киевскую – Рось. В дальнейших свидетельствах зафиксированы оба варианта. Само же слово «рус», «рос» встречается еще в Библии, но его первоначальное значение остается темным. По мере формирования Киевской Руси Русской землей, Русью стали все восточнославянские земли – великая, внешняя, окольная Русь. За Киевским ядром сохранилось название «малой Руси» или внутренней «Русской земли», в узком смысле слова как великокняжеского домена. «Весь словенский язык на Руси» стал именовать себя русским, и это имя пережило века и остается общим самоназванием всех восточных славян (людей слова), несмотря на все исторические перипетии» [25].

Вся Русь традиционно считалась общим владением княжеского рода, действовал принцип – «для русского князя земли не на Руси нет» [25, с. 44]. Этническое обособление белорусов от остальных потомков началось на западе Полоцкой земли, в смешанной балто-славянской полосе, на территории, прозванной впоследствии Черной Русью [25, с. 56], т. е. на стыках внутри Малой, Великой и Черной Руси. «Древняя Полотчина – органичная составная часть древнерусской этнической общности, рожденная ею Беларусь – историческое новообразование, ранее не бывшая этническая индивидуальность» [25, с. 57].

*Анализ показывает, что единство древнерусского культурного наследия не требует какого-либо специального доказательства. Между восточнославянскими народами доньше нет четких этнических границ, а попытки «разделить» между современными восточнославянскими нациями единое неделимое древнерусское наследие не имеют отношения к науке [25, с. 50].*

Таким образом, **восточные славяне** (славяне – люди слова) – **предки русов**. Защита **чести**, т. е. своего доброго имени, непорочность, защита своих принципов [13]; **доблести**, т. е. мужество, отвага, храбрость [13], а также **совесть** (чувство нравственной ответственности

за свое поведение перед окружающими людьми и обществом [13]) и *справедливость* (действовать беспристрастно, в соответствии с истиной [13]), *солидарность и достоинство для них были всегда важнее прибыли и выгоды. И не только в древности. Советский Союз помогал освобожденным от рабства многим странам мира, в результате чего контролируемые западным миром территории уменьшились за последние сто лет почти на 30 % [12]. Америка и Англия всегда были по другую сторону, потому что для них важнее были выгода и порабощение народов.*

В России (на Руси) столетиями живет в мире многонациональный и многоконфессиональный русский народ – славяне, татары, белорусы, украинцы, башкиры, чеченцы, дагестанцы, осетинцы и другие народы. Таким образом, *можно сделать заключение, что современных россиян (граждан многонациональной РФ) вместе с русскоязычными людьми (гражданами суверенных государств, живущих вне РФ) бывшего советского (продолжателя Руси, Российской империи) геополитического пространства можно относить к русской цивилизации (у С. Хаттингтона – православная (евразийская)), или иногда встречающемуся в разговорном употреблении русскому миру.*

Воплощением высшего блага, способным согласовать индивидуальное благо с общественным, Платон представлял **справедливое государство**, в котором каждый человек занимается тем делом, к которому по природе имеет наибольшую склонность. Трем началам человеческой души – разуму, воле, чувствам, по мнению Платона, – соответствуют три добродетели – мудрость, мужество и благоразумие, которые должны реализовываться в сословиях философов, воинов и трудящихся, к которым относились земледельцы, ремесленники, торговцы. Но ведь самые унижаемые части белорусского и малорусского народов, несмотря на все гонения на православную веру, сохранили ее и вместе с великорусскими народами строили самое справедливое коммунистическое государство на земле, к сожалению, ошибочно считая, что его можно построить без религиозной ВЕРЫ предков. Но результатом стало и то, что самое низшее православное сообщество не только сохранило веру, но и за время существования СССР все население, получив самое качественное образование, позволило всему народу из низшего сословия пустить глубокие корни во все другие, результатом чего стало преумножение обобщенной ЧЕСТИ народов-наций русской цивилизации.

В то же время очевидно, что, когда человек теряет *честь, совесть, достоинство*, у него появляется *наглость*. А в целых народах определенной цивилизации превалирование индивидуалистической корысти, наглости и бесчестия неизбежно приводит к вседозволенности, за которой, с одной стороны, хаос, кровь и разруха отдельных государств-наций, а с другой – разрастание глубоких внутренних противоречий внутри самих государств, увеличивающих внутри себя разрыв между людьми чести и корысти, эгоизма, алчности. В итоге те государства-нации, которые строят справедливое государство на чести, не только сохраняют себя, но и вносят весомый вклад в дело мира и процветания других наций-государств-цивилизаций. *Поэтому не разделение, а осознание исторической общности народов-наций трех нынешних государств бывшей Руси, Российской империи, СССР, сохранивших ЧЕСТЬ в наибольшей степени в тяжелых исторических испытаниях многовековой истории, и может стать ориентиром и примером для других цивилизаций.*

Вот почему мы, белоРУСы, должны гордиться, что являемся неотъемлемой частью некогда единого русского народа – целого мира (цивилизации), в котором честь, долг, доблесть, совесть, достоинство и справедливость являются и нашими ментальными, генетическими ценностями. Запад, идя завоевывать Москву, во все времена встречал на своем пути белорусов и он – враг, завоевав всю Европу (1812, 1941) и ведя с собой сотни народов для завоевания Москвы, – встречал гордый белорусский народ единого русского народа. Мы, потомки нашего народа, сегодня детям и внукам должны передать эту целостность нашей души и духа. Ведь жизнь нации – это не только человеческая жизнь, и мы сегодня, созидавая вместе сильную и процветающую белорусскую нацию, должны быть

ответственными перед прошлыми поколениями во имя будущего процветания нации. Убежден, что, разорвав невидимую связь в угоду сиюминутным пожеланиям политиков, людей, ищущих лишь экономическую или политическую выгоду, можно нанести непоправимый ущерб нации, в названии которой имеем корень «рус». *Непрерывно прожив последние 35 лет в Украине, России и бывая в самых разных уголках страны от Белоруссии до Камчатки, встречал многонациональное отношение к нам, белорусам, – как к самым «чистым русским»!* Такой народный отклик я слышал неоднократно в адрес белорусов. Нам надо гордиться таким отношением к нашей нации, а не противопоставлять себя в разделении и поиске отличий. Нашей белорусской нации присущи такие консервативные ценности, как честь, доблесть, совесть и справедливость. Вот почему мы – исконно «рус», «русы», «русские». Наше отличие лишь в том, что мы не только впитали русский язык и культуру, но и имеем возможность говорить, думать и развивать белорусский язык и культуру наших предков, как это могут делать исторически проживающие в Российской Федерации многонациональные народы, стремящиеся и имеющие возможность сохранить свой язык, культуру, религию, верования, обычаи и традиции. Белорусской нации не следует забывать и о том, что был почти столетний период окончательного вытеснения из государственного обихода (с 1696 по 1795 г.) русского (старобелорусского) языка и что это право белорусский народ получил лишь с включением исторических белорусских земель великорусами в состав Российской империи после трех разделов Речи Посполитой. По сути, именно в 1795 г. произошло воссоединение единого народа. В рассматриваемом почти столетнем периоде хранителями белорусской культуры оставались лишь народные массы и православная церковь. История, как известно, ничему не учит, но она наказывает за незнание уроков.

Непонимание или осознанное противопоставление России может привести лишь к одному – **психологическому надлому белорусской нации**, возможности реализации планов Запада по проведению «цветной революции», хаосу, крови и жертвам. Этого допустить мы не должны. Мы, предчувствуя беду, которая может прийти к нам с Запада (цивилизации выгоды для себя), а не с Востока (цивилизации блага для всех наций и народностей, ценящей нравственность и мораль), ибо Восток – это мы сами, должны сплотиться вокруг нашего национального лидера, как в годы самой большой опасности, и не допустить надлома в себе лично, чтобы не передать его в общество и не разрушить государство. Каждому надо понять, что без государства, созданного нами же, не может быть свободы и для личности, той свободы, которая сохранит наши духовные ценности. Только вместе с Россией мы можем сохранить мир на планете Земля и сберечь свою нацию единого большого русского народа-мира, в котором свободно могли бы жить, развиваться, строить лучшее будущее все народы на всей нашей единой прекрасной планете.

Как известно, любой эволюционный процесс есть результат действия трех сил: наследственности, изменчивости и отбора.

Представляется, что наследственность отражает прежде всего сохранение народом передаваемой из поколения в поколение веры предков, морали и нравственности. Изменчивость же может означать превращение устоявшихся норм, ценностей в выгоду, а человеческую жизнь – в гедонизм (удовольствие как высшее благо) и стремление к порабощению, в том числе посредством проводимой глобализации с универсальными западными ценностями под прикрытием демократизации и общечеловеческих гуманистических ценностей, по сути – новой, тщательно завуалированной формы неокOLONIALИЗМА. Сегодня мы можем наблюдать, как в странах, все больше отходящих от ценностей своих предков, результатом отбора являются именно ценности категории изменчивости, а противостоят им все чаще целые цивилизации, желающие жить с ценностями своих предков. Попытка же защитить свои многовековые ценности представляются Западу варварством, и целые народы объявляются *террористами*. Разгорание животных страстей приводит к фактам средневекового террора. Мировое сообщество видит картинку, подаваемую в удобном виде рядом западных СМИ, как варварство. Круг для обывателя замыкается. Цель для все большего оболванивания-

подчинения достигается. «Варвару» – государствам Югославии, Ираку, Ливии, Сирии и др. не дают возможности даже опомниться, настолько быстро происходит их полное разрушение, а «пираты» уплывают восвояси, взяв под контроль НАТО наиболее нефте-, газоносные места. Такой же сценарий мы наблюдаем на юго-востоке Украины.

Потому довольно часто в последнее время озвучиваемое, однако разными людьми по-разному осознаваемое (в том числе с отрицанием) словосочетание – *русский мир* представляется автору этих строк как сакральное понятие, имеющее глубинный смысл всей истории народа, получившего благословение православной вере в Херсонесе, на берегах Днепра в Киеве из рук князя Владимира, прозванного народом Красное Солнышко. Вот почему нам, многим потомкам русского мира, сегодня надо понимать глубоко сакральное стремление к отстаиванию Чести и Доблести. И потому всем, кто считает в себе приоритетными Честь и Доблесть, выражаясь словами философа Ильина, «жить надо ради того, за что можно умереть». Все и есть РУССКИЕ, независимо от национальной и религиозной принадлежности, безусловно, принадлежащие к своей Родине и гражданству суверенного государства. Только осознание человеком своей принадлежности к более общему, целому и сможет не допустить распри внутри малого целого, ибо признание в себе Чести и Долга есть неделимое целое человека-общества-государства, способных передать это целое последующим поколениям людей. Вот почему, если для западного человека (во многом отошедшего от христианских корней) важны такие категории, как закон, демократия, свобода от всякой коллективной идентичности, построенные, по сути, на конкуренции и все чаще превращающиеся в эгоизм и во вседозволенность, то для русского человека (россиянина, многонациональных белорусской и большей части украинской нации) это другие регуляторы, построенные прежде всего на морали и справедливости, в основе которых – Честь и Долг. Многоконфессиональные и многонациональные народы, проживающие на огромных евразийских территориях, могут вместе выжить лишь при объединении не на дикой конкуренции (в экономике, политике) и выгоде, а на другом, сакральном – вере и справедливости, построенных на морали. Вот почему Президенты нынешних суверенных государств – России, Беларуси, Украины, реализующие свое конституционное право по управлению своими государствами, должны иметь ВОЛЮ, чтобы вместе с министерствами здравоохранения, образования, культуры, а также с различными религиозными конфессиями внутри государства, отвечающими за ДУШИ народа-нации в едином теле – ГОСУДАРСТВЕ, способствовать обеспечению мира и процветания нации.

Известно (*и автор этой статьи не единожды оцущал действие этого правила на себе*), что люди всегда ненавидят тех, кто говорит правду, а зря, такие никогда не ударят в спину. Сегодня многим очевидно, что Россия, как стержневая страна русской цивилизации – единственный субъект права, который защищает международное право. Анализ показал, что при реализации целей «цветной революции» и «сетцентрической войны», используемой США (Западом) в геополитической борьбе со странами постсоветского пространства, подменяются смыслы, т. е. разумные основания, через десоветизацию, десталинизацию переписывается история Великой Отечественной войны и идет разрушение других важных ценностей. Достижение заинтересованным государством (США) своих интересов и целей «ненасильственным» вторжением вторжением осуществляется посредством искажения исторической культурной идентичности путем навязывания своей воли.

США (Запад) смогут реализовывать свои проекты «сетцентрических войн» и «цветных революций» на пространствах нынешнего СНГ до тех пор, пока на сегодняшних просторах суверенных России, Беларуси и Украины проживающие многонациональные народы не осознают свою историческую принадлежность к единому русскому народу-миру, к единой русской цивилизации и вместе не станут противостоять коварным замыслам недругов. До тех пор пока этого не произойдет, белорусская и украинская нации будут подвержены все более изощренным технологиям «цветных революций» и от выборов

к выборам Президентов будут подвержены испытанию на свое существование и, однажды окончательно превратившись в *Иванов*, не помнящих родства, могут не выдержать и раствориться в соседях. При таком сценарии велика вероятность военного столкновения сверхдержав и их коалиций, которая никак не пойдет на пользу именно белорусской и украинской нациям.

В статье рассмотрены лишь некоторые аспекты предотвращения «цветных революций». Следует не верить «благородству» индивидуалистического Запада. «Революции» планируются и будут неизбежно все более настойчивыми ради подчинения ныне независимых государств на постсоветском пространстве, чтобы «окружить» Россию – стержневую страну православной (евразийской) цивилизации и «удушить» ее в своих «объятиях». Общества пока оставшихся самостоятельными (исключая прибалтийские государства и некоторые другие) государств должны осознать, что свой суверенитет и свою идентичность их народы могут сохранить исключительно в союзе с Россией. Высшему политическому и военному руководству, заинтересованной научной элите наших государств, желающим мира и процветания, счастья своей Родине и Отечеству единого русского народа-мира, необходимо понимать и принять исчерпывающие меры для проведения системного анализа условий, причин, факторов, приводящих к психологическому надлому нации, а затем с помощью применения социологического, комплексного, функционального, интеграционного, информационного и иных подходов шаг за шагом, день ото дня укреплять уровень государственного суверенитета своих стран, укрепляя единство целей человека-общества-государства, чтобы «стратеги» подобных революций видели всю бесперспективность своих действий и остались без работы (по крайней мере, на наших просторах от Бреста до Камчатки, от Севастополя до Мурманска).

И еще. Вся наша беда сегодня в нас самих. Посудите сами: безнадежная смесь рас и культур (англо-, афро-, латино-, италоамериканцы), уничтожившая индейцев – коренных жителей на Североамериканском континенте, стала считать себя новой нацией – американцами, а мы, народы, исконно, тысячелетиями живущие на Евразийском континенте, признающие себя совсем недавно народами единой русской истории с основообразующей русской нацией – ныне россияне, многонациональные народы Беларуси, Украины и др., поддались реализации Западом технологии «разделяй и властвуй», стали провозглашать себя «украи, кропами», противопоставляя себя своим предкам, жившим вместе на одной земле веками... Это же безумие! Поймите же, люди. Мы РУСские! И пусть простят заблудших **русские** по национальности, ведь мы тоже – русские – все, кто проживает на исконно наших землях и признает своим вторым родным русский язык и русскую культуру вместе со своей национальной культурой и многоконфессиональной верой.

И вообще, не важно, кто сейчас из нас считает себя принадлежащим к какой национальности и вере. Главное, что вы в душе несете Честь, Гордость, или вы – за прибыль, «жить в шоколаде» любой ценой. Если вы за второе, вы – чужой. В себе и для себя. Остальные – Наши. Русские. Чужие отнюдь не худшие из нас. Они просто другие. В одном государстве должны найти себе место все и жить во благо себя-общества-государства. Но нельзя «чужим» – меньшинству расшатывать свою государственность в угоду нашим геополитическим «партнерам» (Западу), которые НИКОГДА не станут Нашими. Это вовсе не означает, что нельзя с ними вести разговор, общение, торговать, сотрудничать по большинству вопросов и проблем современности и др. Просто понять – МЫ ДРУГИЕ. В этом наша слабость, но и наша сила. Категорически нельзя стараться изменять ментальность, подменяя смыслы. Изменять генную память нации – чрезвычайно вредное занятие. Кстати, и Запад признает, что человека изменить нельзя. Надо учиться жить в мире, не предпринимая попыток насильственно изменять врожденное генетическое не только в человеке, но и целых народах других цивилизаций. Надо учиться видеть всю картину многих культур целиком, как если бы это был насыщенный кислородом чистый воздух, как будто без культуры какой-либо нации добавляется такая вредоносная примесь, что дышать становится труднее всем.

Кстати, в ментальности белоРУСов добро – это честь, совесть, справедливость, а зло – это корыстолюбие, алчность, выгода. И потому, когда отдельные из нас выступают против РУСского мира, выступают против самих себя, против ДОБРА.

Итак, только объединившись на фундаменте общих для нас, генетически присущих нам ценностей ДОБРА, мы сможем противостоять внедрению в наши души, сердца таких корыстолюбивых качеств, которые смогут воспламенить искру страсти, способную зажечь внутри личности-гражданина «огонь» свободы от всякой коллективной идентичности (не только прав, но и обязанностей и конституционной ответственности личности и гражданина [1, 2, 3]) на «особости» или даже исключительности себя – нации, которая вначале разрушит духовные ценности общества, а затем «в толпе за демократию» (а, по сути, за США, Запад, олигархов и в угоду транснациональным корпорациям) и государство.

Обратите внимание: Запад, применяя санкции к России, пытаясь внушить россиянам страх перед угрозой лишения материальных благ и средств нормального существования (поражение в экономических правах, лишение имущества) и др., воспроизводит совершенно противоположное. Русская душа, несмотря на все «трудности телу», выбирает сохранение ЧЕСТИ и помогает соотечественникам юга-востока Украины всем.

По всему выходит и не следует ни на миг забывать: все МЫ (многонациональные россияне, белорусы, украинцы) – в современном понимании РУССКИЕ единого народа-мира, единой русской (православной, евразийской) цивилизации – независимые, самостоятельные, суверенные, но дети единой матери РУСИ.

Да и в целом попытки внешнего и внутреннего давления посредством манипуляции сознанием, подмены смыслов по дискредитации чести и достоинства демократического большинства граждан государства (более 80 % граждан РФ, Украины, Беларуси относят себя к православной вере) неминуемо будут способствовать *психологическому надлому в нации* и успешному сценарию реализации технологий «цветной революции».

С распадом СССР русские, белорусы, украинцы оказались самыми разорванными народами за многие века единой Руси, Киевской Руси, Российской империи, СССР. Вот почему следует вернуться к признанию нашей принадлежности к единой русской (православной (евразийской), русского мира) цивилизации. Дальнейшее разъединение – путь к новым ослаблениям государственности каждого из ныне суверенных государств в угоду веками противостоящих цивилизаций, общим страданиям многонациональных народов внутри страны. Да и всем незападным цивилизациям становится все очевиднее, что расцвет РУССКИХ – расцвет всего мира. Именно Россия становится оплотом истинного мира. *Вот почему нам нельзя позволить убить в себе русский дух и русскую душу. Уже только это будет предотвращать попытки «цветных революций».*

И наконец. Великий князь Киевский и князь Новгородский Ярослав I Владимирович (Мудрый) предупреждал: «Если будете в ненависти жить, в распрях и ссорах, то погибнете сами и погубите землю отцов своих и дедов своих, которые добыли ее трудом своим великим...».

По всему выходит, что РУСские (*по мнению. – Н. К.*) – не просто национальность, но народ истории и культуры распространения русского мира (русской цивилизации на фундаменте Москва – Третий Рим) и добра (Честь, Совесть, Справедливость, Мужество, Солидарность, Достоинство). По-другому – это россияне и те русскоязычные, чья Душа живет с Россией. Белорусы (*по мнению. – Н. К.*) – неотъемлемая составная часть единого русского народа-мира.

Верю. Призываю верить и Вас, мой читатель. Наступит то время, когда вслед за огромными просторами независимой России, как минимум на сегодняшних просторах Беларуси, большей части Украины, проживающие многонациональные народы осознают свою историческую принадлежность к единому **РУССКОМУ МИРУ, русской цивилизации** и гордо произнесут вслед за А. В. Суворовым:

**«МЫ – РУССКИЕ!  
Какой восторг!».**

Но Вера должна подкрепляться кропотливым трудом до самоотвержения во имя любимого Отечества.

А на войне, как на войне. Предотвращение психологического надлома в нации и наш успех в построении сильной и процветающей Беларуси будут зависеть от совокупности факторов: качества стратегии, оперативного искусства и тактики; наличия конкурентоспособного экономического «Генерального штаба»; «видов, родов, средств и способов ведения борьбы»; достоверных «разведанных»; наличия людских, материальных, финансовых и других видов мобилизационных ресурсов.

### Заключение

1. Недееспособность системообразующих институтов государства – путь к проигрышу в геополитической борьбе. Противники сближения с Россией и Евразийским союзом под видом в том числе распространения в Беларуси Болонской (индивидуалистической, западной, либеральной) системы образования, основанной на воспитании индивидуалиста для «служения западному капиталисту», чтобы достичь целей «сетцентрической войны», «цветной революции», будут добиваться в последующем недееспособности всех системообразующих государственных институтов, и прежде всего военной организации. Чтобы сделать ситуацию неуправляемой, действия будут направлены:

**на население** (типа: «долой правительство, Президента», признание единственно верной западную систему образования, на самом деле ментально чуждую систему ценностей, разрушающую основы социального государства и собственного развития большинства белорусской нации и др.);

**Правительство** (типа: не способно решать экономические, социальные проблемы и надо пригласить из-за рубежа. Дж. Сорос, конечно, будет готов предложить «спасителей, благодетелей»);

**военную организацию** государства в целом и особенно армию (через ее дискредитацию и попытки представления, что армия должна быть контрактной, или вообще, что она не нужна);

**религию** (что вера будто бы отдельна от жизни, т. е. через разрушение души и ценностей народа-нации, или на раскол в православной церкви);

**спецслужбы** (по типу: создать такие условия, чтобы законные действия или бездействие имели один результат – отрицательный);

**политические структуры** (надо понимать, что многие нынешние партии являются бизнес-структурами, делающими свой бизнес на проблемах Отечества. Иногда даже возникает ощущение, что если завтра «партийцам» перестанут платить зарплату, послезавтра они разбегутся).

2. Для недопущения «цветной революции» необходим продуманный комплекс действий с использованием всех возможных методов управления обществом, которые можно свести в пять основных групп: **нормативно-правовые, административные, информационные, экономические и силовые**. Цель их применения – достижение социально-политического превосходства действующих властных структур над силами «цветной революции».

3. Главным условием устойчивости политической системы при существовании протестного потенциала среди населения страны **должно стать наличие доминирующей в протестном слое политической партии (движения)**, способной в критической ситуации взять под контроль недовольное население и направить его энергию в безопасном для государства направлении.

4. Важное значение для недопущения «цветной революции» имеет **наличие идеологической основы бытия**, которая включает в себя три основных элемента: мировоззренчески-философские, социально-политические и геополитические установки. Эта идеология должна разделяться основной частью населения.

## Список литературы

1. Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изм. и доп., принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). – Минск: Амалфея, 2008. – 48 с.
2. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь: утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 9 нояб. 2010 г. № 575. – Минск: Белорус. Дом печати, 2011. – 46 с.
3. Об утверждении Основных направлений внутренней и внешней политики Республики Беларусь: Закон Респ. Беларусь от 14 нояб. 2005 г. № 60-3 // НРПА. – Минск, 2005. – № 2/1157.
4. Сетецентризм: геополитические и военно-политические аспекты современности: учеб. / В. И. Анненков [и др.]; под общ. ред. В. И. Анненкова. – М.: РУСАВИА, 2013. – 496 с.
5. Безопасность России: геополитические и военно-политические аспекты: учеб. пособие / В. И. Анненков [и др.]; под общ. ред. В. И. Анненкова – М.: РУСАВИА, 2006. – 432 с.
6. Военная сила в международных отношениях: учеб. пособие / В. И. Анненков [и др.]; под общ. ред. В. И. Анненкова. – М.: РУСАВИА, 2009. – 480 с.
7. Шарп, Дж. От диктатуры к демократии / Дж. Шарп. – 2010.
8. Институт Альберта Эйнштейна [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.aeinstein.org/>. – Дата доступа: 12.02.2015.
9. Клаузевиц, К. О войне: пер. с нем. / К. Клаузевиц. – М.: Эксмо; СПб.: Мидгард, 2007. – 864 с.: ил.
10. Сетевая война и бархатные революции [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.pravda.ru/print/politics/parties/other>. – Дата доступа: 12.02.2015.
11. Дугин, А. Г. Геополитика: учеб. пособие для вузов / А. Г. Дугин. – М.: Акад. проект, Гаудеамус, 2011. – 583 с. – (Gaudeamus).
12. Хаттингтон, С. Столкновение цивилизаций / пер с англ. Т. Велимеева / С. Хаттингтон. – М.: АСТ, 2014. – 571 с.
13. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка: 8000 слов и фразеолог. выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: АЗЪ, 1995. – 928 с.
14. Большой иллюстрированный энциклопедический словарь / пер. с англ. – М.: Астрель; АСТ: Дизайн. Информация. Картография, 2009. – 140 с.: ил.
15. Дугин, А. Г. Международные отношения. Парадигмы, теория, социология: учеб. пособие для вузов / А. Г. Дугин. – М.: Акад. проект, 2013. – 348 с. – (Gaudeamus).
16. Ключников, Б. Ф. Большая Европа Владимира Путина / Б. Ф. Ключников. – М.: Звонница МГ, 2013. – 208 с.
17. Карпиленя, Н. В. Геополитика: борьба за пространство и могущество в Евразии / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 3. – С. 23–29.
18. Карпиленя, Н. В. Духовно-политические основы государственной целостности России: история и современные проблемы построения Евразийского союза / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 4. – С. 146–153.
19. Карпиленя, Н. В. Проект «Духовность Человека» – альтернативная Западу всемирно-историческая модель развития России и государств Евразийского союза / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 1. – С. 98–108.
20. Карпиленя, Н. В. Фундамент могущества государств Евразийского союза – в сплаве приоритетных черт характера личностей общества / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 2 (43). – С. 202–215.
21. Карпиленя, Н. В. Неоевразийство как мировоззрение, планетарный тренд и интеграционный проект: суть нашего времени / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 3. – С. 139–149.

22. Карпиленья, Н. В. О месте Республики Беларусь в цивилизационном и геополитическом противостоянии России и Запада / Н. В. Карпиленья // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 4. – С. 41–57.

23. Карпиленья, Н. В. К новому миропорядку без «горячего» столкновения цивилизаций / Н. В. Карпиленья // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2015. – № 1. – С. 10–27.

24. Платонов, С. Ф. Полный курс лекций по русской истории / С. Ф. Платонов. – СПб.: Литера, 1999. – 800 с.

25. Трещенок, Я. И. История Беларуси: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Я. И. Трещенок; науч. ред. М. И. Матюшевская. – 2-е изд. – Могилев: МГУ им. А. А. Кулешова, 2004. – Ч. 1. Досоветский период. – 296 с.: ил., карт.

26. Бобовик, А. П. Механизм ведения противоборства в интересах дестабилизации обстановки в Республике Беларусь / А. П. Бобовик, С. П. Ларин. – Минск: Наука и воен. безопасность. – 2014. – № 3. – С. 23–29.

27. Косачев, И. М. Основные достоинства и недостатки сетецентрического способа ведения военных действий / И. М. Косачев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2010. – № 4 (29). – С. 4–17.

28. Арзуманян, Р. В. Сложное мышление и Сеть: парадигма нелинейности и среда безопасности XXI века / Р. В. Арзуманян. – Ереван: Нораванк, 2011. – 496 с.

29. Сетецентрическая война. Дайджест по материалам открытых изданий и СМИ. – М.: ВАГШ ВС РФ, 2010. – 216 с.

---

\*Сведения об авторе:

Карпиленья Николай Васильевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 24.02.2015 г.

## «ЭФФЕКТ БАБОЧКИ» И ЕГО РОЛЬ В ВОЕННЫХ ПРОТИВОСТОЯНИЯХ

УДК 681.396.96

В. В. Кругликов, А. В. Хвисевич, И. Г. Денисенко\*

*В статье обосновывается необходимость детального изучения всех факторов боевой обстановки, потому как даже самые мелкие, почти неразличимые события могут иметь крупные, весомые, а подчас и трагические последствия для той страны, которая пренебрегла таким подходом. Именно он позволяет воевать не числом, а умением, превращая сильные стороны противника в слабые, обеспечивая тем самым так называемый «эффект бабочки». Обнаруженный пробел в действиях агрессора и представляет ту «бабочку, взмах крыла которой обеспечит эффект победы – эффект защиты Отечества в современных условиях».*

*The article explains the necessity a detailed study of all the factors of the combat situation, because even the smallest, barely distinguishable events can have the large, weighty, and sometimes tragic consequences for the country that ignored this approach. Exactly it lets fight not number but skill, turning strengths of the enemy into weaknesses, thus providing the so-called «butterfly effect». Identified gaps in the actions of the aggressor and is the «butterfly flapping wings which provide the effect of a victory – the effect of defending the homeland in modern conditions».*

В 1979 г. на ежегодном собрании Американской ассоциации научного прогресса метеоролог Эдвард Лоренц предложил ввести в научный словарь новый термин – «эффект бабочки», согласно которому мелкие, почти неразличимые события могут иметь крупные и весомые последствия. И не удивительно, что именно метеорологи, занимающиеся прогнозами погоды, сделали данное открытие, заметив влияние различного рода малоразличимых событий на эффективность конечного результата в процессе установления погоды в различных районах Земли, назвав его «эффектом бабочки».

Данное понятие применимо также к человеку, истинную сущность которого можно оценить, анализируя его мелкие повседневные поступки за определенный отрезок времени. «Человек познается в мелочах», – так свидетельствует народная мудрость. В свою очередь, разумно подмеченная человеком мелкая деталь, используемая им целенаправленно при решении необходимых задач или проблем, в состоянии обеспечить эффективное управление процессом получения желаемого результата [5].

Способность человека находить среди обилия мелочей во внешней среде именно ту, которая самым серьезным образом может повысить эффективность управления в создавшейся ситуации, позволяет утверждать, что он нашел свою «бабочку», обеспечивающую необходимый эффект. Именно по таким мелочам и познается многогранность личности, начиная с нравственных устоев и заканчивая деловыми качествами [3]. Суть «эффекта бабочки», имеющего место в жизни, связанной с активной деятельностью человека, в следующем: такое, незначительное, на первый взгляд, событие, как «взмах крыла бабочки» в Вашингтоне, может вызвать «ураган» в Москве, и наоборот, «взмах крыла бабочки» в Москве станет причиной «урагана» в Вашингтоне. Другими словами, кажущееся малозначительным решение в конгрессе США может серьезно осложнить отношения Вашингтона с Москвой.

Идентичность влияния обилия всевозможных мелочей на крупные, весомые, и почти трагические последствия, т. е. на конечный результат, и в метеорологии, и особенно в военной отрасли, несомненна. Поэтому не трудно проследить роль «эффекта бабочки» в военной сфере, опираясь на гениальность выдающихся полководцев всех веков, которые использовали складывающуюся ситуацию в своих интересах, что приносило им «эффект» ожидаемой победы.

Во главе ряда такого рода гениев по праву стоит полководец и государственный деятель Александр Македонский. Его гениальность впитала в себя мудрость и творчество его учителя – Аристотеля, который, в свою очередь, гениально, в сжатой форме и весьма

доступно сформулировал два жизненно важных для человечества условия управленческого подхода:

правильного установления конечной цели всякого рода деятельности;  
отыскания соответствующих средств, ведущих к конечной цели.

Цель Александра была и благородна, и велика по своим масштабам, ибо он решил объединить все государства в одно во главе с демократичной и священной Элладой. Для достижения поставленной цели Александр Македонский выбрал свое средство. Роль «бабочки» у него выполнял штаб, офицеры которого не только готовили детальный, с учетом всех имеющихся и могущих возникнуть мелочей, план будущего сражения, но и следили за выполнением разработанного плана непосредственно в ходе самого сражения. Любое серьезное отклонение от намеченного плана в ходе сражения немедленно корректировалось путем использования имеющегося резерва.

Так, 33 тыс. греков во главе с Александром Македонским вступили на территорию Персии, где царствовал Кир II, войско которого насчитывало 1 млн 200 тыс. воинов. После нескольких сражений греки овладели Персией. Присоединение земель продолжалось вплоть до захвата греками Индии. Александр Македонский не пропустил ни единого сражения. Его всегда можно было увидеть в золотых доспехах на направлении главного удара на любимом коне Буцефале – тем самым он воодушевлял свое войско, наводя ужас на врагов. Он лично разработал стратегию, оперативное искусство и тактику, творчески применяемые выдающимися полководцами и по сей день. Это они, греки, показали, что воевать надо не числом, а умением. Поэтому штабы всех уровней, а особенно Генеральные, обязаны, анализируя все сильные стороны противника, найти свою «бабочку», «взмах крыла» которой обеспечит эффект победы – эффект защиты Отечества в современных условиях.

Выдающиеся полководцы прошлого находили болевые точки противника, характеризующие имеющиеся у него слабые стороны, а также, как правило, изыскивали способы превращения сильных сторон противника в слабые [4]. Таким образом, в реальных условиях обеспечивался настоящий «эффект бабочки».

К примеру, Федор Федорович Ушаков, один из родоначальников Черноморского Флота России и его первый командующий, разработал маневренный вид морского сражения и разгромил могучую турецкую эскадру, лишив тем самым Турцию права хозяйничать на Черном море. Адмирал Ф. Ф. Ушаков одним из первых по-настоящему оценил боевую эффективность палубной артиллерии, организовав идеальную подготовку канониров. Таким образом, адмирал Ф. Ф. Ушаков на флоте, а генералиссимус А. В. Суворов на суше одновременно организовали управление силами и средствами.

В свою очередь, Александр Васильевич Суворов продемонстрировал свой вариант «эффекта бабочки» при взятии меньшими силами неприступной турецкой крепости Измаил.

С этой целью им было организовано предметное моделирование штурма войсками реального, построенного в тайне от турок, макета крепости.

Война Советского Союза с фашистской Германией показала масштабность проявления «эффекта бабочки» с обеих сторон. Использование данного «эффекта» в военном противостоянии для одной стороны является выгодным, а для другой – может иметь катастрофические последствия.

Объективно оценивая причины поражения Красной Армии в начале войны, следует согласиться с Юрием Мухиным, утверждавшим в газете «Дуэль», что причина не в том, что Сталин не отдал приказа на отражение агрессии. Этот приказ был дан, войска были готовы.

Причина в другом – наши генералы трагически недооценили значение радиосвязи.

Радиосвязь – это та маленькая частичка в системе вооружения и военной техники, роль которой в военном противостоянии не смог рассмотреть и оценить Генеральный штаб, возглавляемый Г. К. Жуковым. И это при том, что еще в 1931 г. на осмотре авиационной техники И. В. Сталин обратил внимание конструкторов на невозможность управлять авиацией с земли и в воздухе без использования радиосвязи, однако его заверили, что все будет сделано. Геринг и Гитлер с самого начала поняли, что ВВС без радиосвязи ничего не

стоят, поскольку самолетам в воздухе нельзя передать команду, а значит, они не управляются в принципе. А неуправляемые войска – это не войска. Поэтому немецкие генералы обеспечили не только всю свою авиацию надежной современной радиосвязью, но и вооруженные силы, обеспечивая тем самым их высокую мобильность в процессе непосредственного управления боевыми действиями. У немцев уже к началу Великой Отечественной войны на одного человека летного состава (летчик, штурман, стрелок) приходилось 15 связистов на земле, которые передвигались в составе немецкой сухопутной армии на специально оборудованных бронетранспортерах с мощными станциями.

Радиосвязь у немцев и явилась тем «крылом бабочки», взмах которого способствовал эффективному управлению немецким командованием силами и средствами при разгроме и уничтожении воинских формирований Красной Армии, лишенных управления.

История дает убедительное подтверждение тому, что в любую эпоху явление, известное как «эффект бабочки», однозначно связано с управленческим аспектом [1]. Другими словами, для достижения подобного «эффекта» лицу, принимающему решение в ходе боевых действий, требуется проявить творческий подход, при этом на него ложится ответственность за возможные последствия.

Ярким примером творческого подхода явилась разработанная и блестяще проведенная маршалом К. К. Рокоссовским Белорусская операция «Багратион».

Через неделю после нападения фашистской Германии на Советский Союз И. В. Сталин принял решение взять руководство войсками в свои руки, разочаровавшись в высшем комсоставе армии. Благодаря его государственному и полководческому гению удалось переломить ситуацию и в итоге одержать победу. Он верил в стойкость своего народа, а народ верил ему.

Об управленческой гениальности И. В. Сталина, позволившей одержать победу СССР в ВОВ, объективно и убедительно было сказано Уинстоном Черчиллем в палате лордов при произнесении речи, посвященной 80-летию со дня рождения И. В. Сталина.

Для достижения «эффекта бабочки» в будущих сражениях в основу их подготовки должен быть положен опыт прошлых войн с учетом непрерывно меняющихся условий обстановки, вооружения и военной техники.

На основе вышесказанного и при детальном анализе стремлений и действий современного агрессора нетрудно сделать обоснованный вывод:

1. Разработанный агрессором вариант бесконтактных войн основан на проведении воздушных наступательных операций (ВНО).

2. Проведение ВНО невозможно без превосходства в воздухе, которое достигается в современных условиях нанесением на первом этапе ВНО массированного ракетного авиационного удара (МРАУ), характеризующегося внезапностью, скоротечностью, непредсказуемостью, использованием преимущественно предельно малых (25...150 м) и малых (150...600 м) высот [2].

3. МРАУ предусматривает массированное использование крылатых ракет (КР) различного вида базирования, самолетов-невидимок, выполненных по технологии «Стелс», ударной штурмовой бомбардировочной и фронтовой авиации, имеющей навигационное оборудование, позволяющее вести боевые действия в ночных условиях и с огибанием рельефа местности.

4. В критические моменты борьбы за мировое господство агрессор не остановится перед введением в состав МРАУ, кроме уже широко используемого высокоточного оружия (ВТО), беспилотных и пилотируемых вариантов СВН, всех типов баллистических ракет и орбитальных ударных космических средств.

5. Разумно организованная, детально продуманная, эффективно действующая в современных условиях система управления группировкой зенитных ракетных войск (ЗРВ) позволит системе ПВО в целом обеспечить неприкосновенность воздушных рубежей от посягательств современного агрессора. ЗРВ по своему предназначению обладают не только

требуемыми огневыми возможностями, но и необходимой для противовоздушного боя оперативностью.

6. Зенитная ракетная оборона обязана быть устойчивой, равнопрочной, всевысотной, мобильной и обладать высокой огневой эффективностью, производительностью и максимально возможной оперативностью управления боевыми действиями. В этом случае группировка ЗРВ должна быть смешанного состава, иметь численность огневых каналов, превосходящую численность средств воздушного нападения (СВН), участвующих в МРАУ, а ее автоматизированная система управления боевыми действиями (АСУ ЗРВ) обязана предоставлять командиру не только оперативно принимать решения, но и реализовывать их практически, опираясь на подчиненные ему силы и средства непосредственно в ходе отражения МРАУ.

7. В настоящее время ввиду отсутствия технических средств, способных расширить пределы физических возможностей командира (ЛПР), управляющего боевыми действиями, практически невозможно отразить МРАУ по причине того, что обороняющаяся сторона не в состоянии управлять ни своими силами, ни средствами. Пример тому Ливия, а точнее Джамахирия, ПВО которой не в состоянии была отразить МРАУ «Одиссея – Рассвет» в 2011 г., хотя организация ее системы ПВО отвечала современным требованиям, а управление боевыми действиями осуществляла АСУ «Сенеж» [2].

Таким образом, при подготовке Вооруженных Сил к современной, а не к прошедшей войне, руководству страны и Вооруженных Сил следует понимать, что эра танковых батальонов осталась далеко в прошлом, а эра ВНО агрессора уже началась.

В подобных условиях для успешной защиты суверенитета государства его Вооруженные Силы должны быть в состоянии отразить МРАУ агрессора. Для решения этой проблемы руководство Вооруженных Сил обязано уделить самое серьезное внимание созданию и организации эффективной группировки ЗРВ смешанного состава. Это будет являться необходимым, но не достаточным условием. Достаточные условия связаны с возможностью командира эффективно и оперативно управлять боевыми действиями группировки ЗРВ смешанного состава непосредственно в процессе отражения МРАУ.

Указанная проблема требует разработки и реализации перспективной АСУ ЗРВ, выполняющей роль инструмента интеллектуальной поддержки командира, осуществляющего одновременно оценку обстановки и принятие решения на боевые действия в целях оперативного парирования противодействия воздушного агрессора непосредственно в процессе отражения наносимого МРАУ.

Таким образом, данная проблема является проблемой сугубо научной.

Без управления не может существовать никакая организация, однако бессмысленно говорить об управлении, если отсутствует информация, на основе которой формулируется цель управления. И не удивительно, что в структуру АСУ входят три подсистемы: информационная, управляющая и исполнительная.

Центральным вопросом управления боевыми действиями в современных условиях является разработка способов и нахождение источников информации, позволяющих добывать и преобразовывать боевую информацию к виду, удобному для практического использования командиром.

Требования актуальности и реалистичности, предъявляемые в современных условиях к боевой информации, могут быть реализованы только лишь на основе тщательно продуманного комплексирования получаемой информации от различных по физической природе источников, функционирующих в различных частотных диапазонах. Примером таких источников разведки могут служить радиолокационные станции различного частотного диапазона и назначения, радионавигационные системы, оптико-электронные и тепловизионные средства, средства радиосвязи и радиотехнического обеспечения и т. п.

Сам подход, связанный с комплексированием боевой информации от различных источников разведки, позволяет уточнять информацию, получаемую отдельным источником разведки, информацией от других источников, что обеспечивает командование любого

уровня иерархии достоверной информацией, невзирая на любые противодействия агрессора. А это дает возможность Вооруженным Силам быть готовыми к отражению агрессии в современной и перспективной войне.

#### Список литературы

1. Диалектика технологий воздушно-космической обороны / под ред. В. Н. Минаева. – М.: Столич. энцикл., 2011.
2. Кругликов, В. В. Адаптивное управление зенитным ракетным оружием: моногр. / В. В. Кругликов, С. В. Кругликов. – Минск: ВА РБ, 2013. – 381 с.
3. Кругликов, В. В. Теория организационного управления: моногр. / В. В. Кругликов, С. В. Кругликов. – Минск: ВА РБ, 2011. – 285 с.
4. Карпов, В. В. Генералиссимус / В. В. Карпов. – М.: Вече, 2000. – С. 56.
5. Кругликов, В. В. Основы менеджмента / В. В. Кругликов, Н. В. Суша. – Минск: МИУ, 2004. – С. 210.

---

\*Сведения об авторах:

Кругликов Владимир Владимирович,

Хвисевич Андрей Васильевич,

Денисенко Игорь Григорьевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 05.11.2014 г.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УДК 355.91

В. К. Утекалко, А. Н. Крючков, В. М. Булойчик, В. В. Бирзгал\*

*За последние десятилетия в составляющей военной мощи промышленно развитых стран начинают играть все более заметную роль новые понятия, такие как «геоинформационные ресурсы», «геоинформационные технологии и системы». Это объективно обусловлено внедрением и развитием передовых информационных технологий.*

*Геоинформация, ее источники, а также методы и средства ее сбора, обработки, хранения, распространения и использования, относящиеся к технологиям военного назначения, оказываются стратегически важным ресурсом.*

*Over the past decade in part the military might of the industrialized countries play an increasingly important role new concepts, such as «GIS resources», «GIS technology and systems». This is due to objective introduction and development of advanced information technology.*

*Geo-information and its sources, and methods and means of collecting, processing, storage, distribution and use of, relating to technology for military purposes, are strategically important resource.*

Отличительной чертой военных конфликтов нового типа конца XX – начала XXI века стало возрастание роли информационных аспектов в обеспечении действий вооруженных сил. Этому способствовало бурное развитие информационных технологий, которые начали вторгаться во все области человеческой деятельности, включая военную сферу. Обеспечение информационного превосходства над противником стало одним из решающих факторов достижения успеха в войне.

По мнению руководства МО США, в вооруженных конфликтах и локальных войнах нового столетия выиграет тот, кто сможет быстрее собрать многоплановые, постоянно меняющиеся данные о ходе боя, проанализировать их, сделать правильные выводы, принять верное решение и быстро довести его до подчиненных. Для гарантированной победы необходимо достичь над противником так называемого информационного превосходства, что позволит предупредить его в принятии правильного решения в планировании хода боевых действий. Для реализации этих задач в настоящее время производственные мощности США (как министерства обороны, так и гражданских организаций) обеспечивают создание более 300 видов геоинформационных документов для ВС США и их союзников [1]. Объемы и разнообразие документов, содержащих информацию о местности, состоянии атмосферы и космического пространства, состоянии своих войск и противника, зависят от масштаба использования военной силы и территории вооруженного конфликта.

Анализ задач, решаемых Вооруженными Силами Республики Беларусь, Российской Федерации и других стран СНГ при подготовке и в ходе проведения различных тренировок, учений, а также средств и методов их решения, свидетельствует о серьезном отставании в вопросах использования геоинформационных систем (ГИС) и технологий от армий США, ФРГ и ряда других развитых стран [2, 3, 4].

Очевидно, что не случайно в Концепции национальной безопасности Республики Беларусь редакции 2010 г. [5] отдельным направлением ее обеспечения выделено приоритетное развитие инновационных технологий. К ним, безусловно, относятся информационные технологии вообще, геоинформационные и навигационные технологии в частности.

Геоинформационные технологии одновременно с наращиванием своих узкоспециализированных возможностей по обработке географической информации имеют тенденцию к упрощению интерфейса и представлению любому пользователю доступных

функций по обработке пространственных данных. Общеизвестно, что геоинформация доминирует в 70 % объема всей циркулирующей информации [6, 7]. В связи с этим использование ГИС-пакетов специалистами и рядовыми пользователями в своей повседневной деятельности, наряду с привычными уже офисными программами, становится реальностью. Современные стандартные функциональные возможности ГИС-пакетов позволяют в режиме реального времени оперативно построить по табличным данным или отредактировать тематическую картограмму, оперативно подготовить для печати отчет, иллюстрированный текстом, рисунками, таблицами, фотографиями, картами.

Следствием развития знаний по геоинформатике и универсальности применения ГИС-технологий является их активное использование в таких отраслях деятельности человека, как география, экология, архитектура и градостроительство, транспорт, археология, биология, территориальное управление, управление учреждением, предприятием, населенным пунктом, регионом и др. Уже сейчас они становятся императивом при решении управленческих задач вне зависимости от конкретной предметной области.

Современные информационные и сетевые технологии в военном деле являются основой для интеграции географически рассредоточенных органов управления, средств разведки, наблюдения и целеуказания, группировок войск и средств поражения в высокоадаптивную глобальную систему.

В настоящее время появились новые инструменты, которые отражают современный уровень геоинформатики и находят все большее применение. К ним можно отнести средства сложного многофакторного пространственного анализа и подготовки высококачественных синтезированных изображений на основе цифровых карт, снимков и оперативной обстановки.

Геоинформационные технологии позволяют перейти к объединенной системе планирования, сформировать единую картину ситуационной осведомленности, разработать современные методы контроля и управления средствами вооруженной борьбы, включая беспилотные и роботизированные комплексы, повысить прозрачность и оперативность работы тыла и снизить уровень передового присутствия посредством формирования виртуально удаленных штабов и других органов управления [8].

Однако использование разнородных программных продуктов, форматов представления данных, технологий, основанных на различной идеологии формирования, обработки и хранения пространственных данных, становится главным препятствием по созданию единого информационного пространства государства.

Одним из путей решения данной проблемы является создание единых стандартов языка описания моделирующего пространства. Основу информационного обеспечения средств получения данных об объектах оперативно-тактической обстановки (ОТО) составляют унифицированные и стандартизированные правила цифрового и графического описания объектов топоосновы и ОТО, формализованные протоколы обмена, графические и текстовые документы.

Если еще геопространственная информация в какой-то мере стандартизирована (работы выполнялись еще в советское время), то стандартизация объектов ОТО, языков управления и других элементов информационного обеспечения (стандарты представления объектов, обмена, взаимодействия компонент и т. д.) отсутствует и работы в этой области не ведутся.

Очевидно, выбор единой базовой ГИС-платформы должен стать первым этапом по созданию единого информационного пространства государства. ГИС военного назначения как информационная составляющая национальной безопасности Республики Беларусь должна обеспечивать должностных лиц органов управления различного уровня информацией о местности, поддерживать коллективную работу с пространственными данными, в том числе с оперативной обстановкой, решать геоинформационные задачи и поддерживать программные интерфейсы для функций ГИС, встраиваемой в автоматизированные системы управления войсками (АСУВ), другие автоматизированные

системы и комплексы, обеспечивающих удаленный доступ к пространственным данным, их отображение в виде 2D- и 3D-моделей в заданной системе условных знаков, решение прикладных задач с использованием современных сетевых технологий обработки данных.

Трудности возникают при необходимости выбора одной из множества предлагаемых ГИС. Они вызваны отсутствием объективной методики оценки ГИС с точки зрения ее пригодности для решения задач.

Чтобы определить целесообразность использования конкретной ГИС, необходимо знать, насколько она удовлетворяет требованиям, обусловленным спецификой задач, решаемых при обработке геопрограммной информации.

Затрудняет правильный выбор тех или иных программных средств ГИС и отсутствие их четкой классификации.

При всем многообразии целей, областей, операций информационного моделирования, проблемной ориентации и иных атрибутов, характерных для создаваемых и действующих ГИС, логически и организационно в них можно выделить ряд функциональных блоков, часто называемых подсистемами или модулями, выполняющими более или менее четко определенные функции. Это модули ввода данных, хранения и манипулирования, моделирования и анализа, вывода и управления. Каждый блок поддерживается совокупностью технологических операций, которые, как правило, оформляются в виде самостоятельных взаимосвязанных друг с другом или независимых структурных единиц (модулей).

Понятно, что полным набором всех средств практически не обладает ни одна ГИС и в зависимости от проблемной ориентации в ней могут доминировать средства одного функционального блока и ограниченно представляться другие блоки операций.

ГИС обладают тремя основными характерными свойствами – наличием пространственных баз данных, координатной привязкой объектов моделирования и анализа, средствами пространственного анализа. Видимо, из этого надо исходить, учитывая целевую направленность информационной системы и глубину использования цифровых моделей при пространственном анализе.

По мнению многих специалистов в области информационных технологий, применение ГИС является одним из перспективных направлений развития АСУВ, призванных существенно повысить эффективность решения наиболее трудоемких задач автоматизации процессов управления войсками (силами).

Одной из основных ошибок при определении и практическом апробировании некоторых методических подходов к построению ГИС военного назначения (ВН) в составе автоматизированных систем управления является то, что геоинформационные системы военного назначения (ГИС ВН) рассматриваются в первую очередь как средство формирования и отображения оперативной обстановки на электронных картах [7].

Исходя из вышеизложенного в наибольшей степени подходят для решения задач соответствующего компонента АСУВ ГИС с развитой ГИС-платформой, реализующие широкий перечень базовых функций по интегрированной обработке и анализу разнородных данных, управлению базами данных и ситуационному моделированию.

ГИС должна обеспечивать интеграцию различного вида данных (растровых, векторных, матричных, текстовых) в целях решения прикладных задач и создания синтезированных изображений моделируемой обстановки на основе единых стандартов, форматов, классификаторов описания пространственной информации.

В качестве инструментальных ГИС для создания ГИС военного назначения могут быть использованы мощные зарубежные программные продукты, разработанные для различных аппаратных и программных платформ, такие как ArcInfo, MapInfo, WinGIS и ряд других.

Все указанные выше продукты обеспечивают анализ геопрограммной информации с использованием различных источников (карты, снимки) и форм

представления (векторная, растровая, матричная) информации в виде 2D- и 3D-моделей, имеют достаточно развитые языки создания пользовательских приложений и хорошо поставленный сервис по обслуживанию и сопровождению поставляемых продуктов. Как правило, базовые пакеты этих продуктов стоят достаточно дорого (стоимость, например, пакета ArcInfo для рабочих станций составляет около 25 000 долл. США, для персональных компьютеров – около 3 000 долл.), не обладают полным составом функций, работают в собственной закрытой от пользователя информационной среде, что практически делает невозможным их модернизацию и сопровождение собственными силами и, как правило, очень сложны в эксплуатации.

В настоящее время настройка на конкретного пользователя – основная тенденция для ГИС военного назначения. Готовый программный продукт должен быть доработан для конкретных заданий. На примере развития программных продуктов разных разработчиков четко прослеживается эволюция в подходе к созданию ГИС. Если раньше это был небольшой набор логично законченных программных продуктов, то сейчас все большее внимание уделяется развитию инструментальных средств. Инструментальные средства можно представить как большой набор модулей, из которых можно построить сложную систему для конкретных пользователей и задач, при этом опираясь на общий информационный фундамент в виде стандартов, обменных форматов, классификаторов и т. д. Для реализации такого подхода необходима ГИС, которая позволит создавать и поддерживать цифровые модели оперативной обстановки для решения конкретных задач.

Исходя из этих задач, а также возможности разработки многообразных программных ГИС-приложений, необходимых для решения специальных задач, самостоятельного расширения функциональности базового программного продукта, сопоставимого интерфейса, наличия полного комплекта документации, по своим функциональным возможностям и быстродействию возможно использование российских программных продуктов, таких как ГИС «Панорама», ГИС «Оператор», ГИС «Карта-2011» и средства для разработки ГИС-приложений – «Gis ToolKit Free».

Однако при использовании зарубежных программных продуктов кроме функциональных требований предъявляются требования к безопасности информации и к авторским правам на разрабатываемые приложения, правам собственности на создаваемую продукцию, гарантийным обязательствам и др.

В первую очередь ГИС военного назначения должна отвечать требованиям безопасности информации в части контроля отсутствия недекларированных возможностей и соответствия реальных функциональных возможностей возможностям, изложенным в документации на программный продукт. Это достигается в первую очередь открытостью программного кода как используемой операционной системы, так и самого программного продукта. Выполнить это требование, как и ряд других, для зарубежных программных продуктов весьма затруднительно.

В объединенном институте проблем информации (ОИПИ) НАН Беларуси в рамках опытно-конструкторской работы, выполненной в интересах МО Республики Беларусь, был разработан программный комплекс поддержки принятия решений ГИС ВН, который включает в себя полный перечень базовых функций по пространственному анализу свойств местности, нанесению оперативно-тактической обстановки и визуализации растровых и векторных моделей местности, решению специальных задач. Практическая реализация использования базовых функций по пространственному анализу свойств местности уже осуществлена в НИР «Альманах» («Обоснование облика и тактико-технических требований к объединенной системе навигации, связи и опознавания»), ОКР «Формула» («Разработка подвижного навигационно-топографического комплекса»), «Фараон» («Разработка подвижного навигационно-геодезического комплекса») и ряде других ОКР.

Тестирование и опытная эксплуатация ГИС ВН показали, что комплекс требует развития как в части его базовых функций, так и в переходе от базовых функций к методикам и технологиям оперативного анализа обстановки на основе базовых функций,

а также по расширению функциональных возможностей при работе с ОТО, множеством карт, по оптимизации используемых ресурсов ПЭВМ. Комплекс поддержки принятия решений ГИС ВН разработан в кроссплатформенном исполнении и функционирует в средах ОС Windows и ОС Linux, осуществлена поддержка широкого перечня картографических проекций и систем координат, реализованы специальные задачи:

оценка тактических свойств местности по характеру рельефа, условиям маскировки и наблюдения, условиям проходимости для произвольно задаваемого района;

выбор площадок по заданным параметрам (отсутствие или наличие объектов, удаленность от них, крутизна склонов и т. д.);

выбор оптимального маршрута по заданным критериям с возможностью обхода возникающих препятствий;

расчет запаса топографических карт.

Стандартизация геопространственной информации в ГИС ВН обеспечивается базовым информационным обеспечением (БИО), поддерживающим векторные форматы F20S, SXF, Shape, DXF, MID/MIF. В состав БИО входит Единая система классификации и кодирования топографической информации, правила цифрового описания объектов, правила отображения электронных карт, правила кодирования имен файлов цифровых карт местности и пространственных моделей местности, таблицы соответствия форматов SXF и F20S и др. Другими словами, выполнена определенная работы по унификации информационного обеспечения с другими системами, разрабатываемыми и используемыми в интересах ВС РБ, других силовых структур и организаций в части геопространственной информации.

Исходя из анализа возможностей геоинформационных систем и проблем, связанных с их созданием и использованием, можно предположить, что наиболее перспективным программным продуктом для использования в Вооруженных Силах Республики Беларусь в качестве геоинформационной системы военного назначения является комплекс поддержки принятия решений ГИС ВН. Однако его применение в полном объеме возможно только после выполнения определенных организационно-технических мероприятий.

Первостепенной задачей является модернизация программного продукта, в ходе которой должны быть не только устранены выявленные в ходе тестирования и опытной эксплуатации недостатки, но и значительно увеличен перечень задач, решаемых геоинформационной системой военного назначения путем расширения функциональных возможностей базовых функций в части работы с множеством цифровых карт местности, покрывающих большие регионы, нанесения и редактирования объектов оперативно-тактической обстановки, формирования графических отчетных документов.

Особая необходимость возникла в создании библиотек функций на основе разработанных базовых процедур для применения их пользователями в целях создания собственных приложений для решения различных военно-прикладных задач, что обеспечит полную информационную совместимость разрабатываемых приложений в интересах Вооруженных Сил. В зависимости от уровня сложности решаемых задач необходимо использовать соответствующие программные и аппаратные средства.

Для организации информационного обмена в части ОТО с другими программными комплексами уже разработанных в интересах МО РБ и других силовых структур, использующих обменный формат SXF, необходимо провести работу по унификации информационного обеспечения, по примеру реализованной в ГИС ВН унификации геопространственной информации.

Становится очевидным, что выбор единой базовой ГИС-платформы является полумерой в создании единого геоинформационного пространства государства.

Необходима разработка нормативно-правовой базы при создании Единого геоинформационного пространства государства (Концепция), так как анализ действующей

нормативно-правовой базы, на наш взгляд, не позволяет выявить официальный подход к пониманию сущности геоинформационной политики в области обороны.

Создание единых стандартов языка описания моделирующего пространства (единых классификаторов и правил цифрового и графического описания объектов местности и оперативно-тактической обстановки, унификация и стандартизация правил цифрового и графического описания объектов топоосновы и ОТО) – необходимый и обязательный этап в процессе формирования единого информационного пространства Вооруженных Сил, сопряжения различных уровней управления.

### Список литературы

1. Геоинформационное обеспечение ВС США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gistechnik.ru/pub/3-publik/37-ws.html>.
2. Беленков, В. В. Основные направления применения геоинформационных технологий в военном деле США / В. В. Беленков, М. М. Корж [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gisinfo.ru/item/41.htm>.
3. Исследование и обоснование основных тактико-технических требований и облика вычислительно-коммуникационной системы с учетом особенностей сетцентрических подходов к военным действиям: отчет о НИР; шифр «Система-И»/ ОИПИ НАН Беларуси. – Минск, 2013. – 376 с.
4. ГИС-отставание признано угрозой для России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cnews.ru/news/top/index.shtml>.
5. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь: Указ Президента Респуб. Беларусь, 9 ноября 2010 г., № 575 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 276. – 46 с.
6. Гуральник, А. М. Геоинформационные системы: вопросы разработки / А. М. Гуральник. – Воен. мысль. – 2004. – № 6.
7. Воронкин, С. Г. Концептуальные вопросы создания геоинформационной технологии военного назначения / С. Г. Воронкин, А. И. Трубецкой, – Информация и космос. – 2005. – № 4 – С.53–64.
8. Скоков, С. И. Сетцентрические системы управления вооруженных сил РФ и необходимые меры по ускорению развития АСУ войсками (силами) / С. И. Скоков. – Вестн. АВН. – 2014. – № 1 (46).

---

\*Сведения об авторах:

Утекалко Виктор Константинович,  
 Булойчик Василий Михайлович,  
 Бирзгал Виталий Владимирович,  
 УО «Военная академия Республики Беларусь»;  
 Крючков Александр Николаевич,  
 Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси.  
 Статья поступила в редакцию 11.03.2015 г.

## 2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

### ВАРИАНТ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГРУППОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТАКТИЧЕСКОГО ЗВЕНА

УДК 621.397.1

А. Р. Бекиш, С. В. Кругликов\*

*В статье рассмотрен вариант построения имитационной модели групповой деятельности операторов, являющийся наиболее приемлемым для оценки эффективности организации боевой работы в автоматизированных системах управления тактического звена.*

*The article deals with variant of constructing a simulation model of the operators' group activity, is the most appropriate for evaluating the effectiveness of the organization of combat operation of automated control systems on tactical level.*

В настоящее время деятельность боевых расчетов автоматизированных систем управления тактического звена (АСУ ТЗ) характеризуется высокой динамичностью, степенью неопределенности и наличием экстремальных условий, что требует предельно четкой организации и слаженности в действиях всего личного состава пунктов управления с использованием современных высокотехнологичных комплексов средств автоматизации (КСА) [1]. Для выработки и оценки рационального варианта организации деятельности в АСУ целесообразно комплексное применение CASE-технологий (компьютерные системы поддержки проектирования сложных систем и методология их применения) и имитационного моделирования [2, 3], что позволит преодолеть постоянно возрастающую сложность процессов управления.

Необходимость оценки качества коллективной работы операторов возникает при обосновании:

1. Рациональной степени автоматизации процесса управления.
2. Целесообразного варианта распределения функций между коллективом операторов и техническими средствами системы управления.
3. Целесообразного варианта распределения функций между операторами в коллективе.
4. Количественного состава коллектива операторов, способного выполнять поставленные задачи  $U_i$  с определенной вероятностью  $P U_i$  и заданной точностью  $K_i U_i$ .
5. Требований к временным, надежностным и точностным характеристикам работы операторов в контурах системы управления, а через них и к техническим средствам системы.

В общем случае процесс управления предусматривает решение коллективом операторов ряда различных по своей важности задач.

Выбор оптимальных форм организации групповой деятельности следует проводить исходя из достижения максимума показателя качества деятельности, который может быть выражен вероятностью решения всех задач  $\bigcup U_i$ , возлагаемых на коллектив операторов  $\bigcup O_j$  с учетом важности задач  $C_{U_i}$ :

$$P_{\bigcup O_j} \bigcup U_i = \frac{\sum_j^{NO} \sum_i^{NZ} C_{U_i} \cdot \hat{n}_{O_j} K_i U_i}{\sum_j^{NO} \sum_i^{NZ} C_{U_i} \cdot n_{O_j} U_i}, \quad (1)$$

где  $\tilde{n}_{O_j}$ ,  $K_i$ ,  $U_i$  – количество задач  $U_i$ -го типа, по которым принял решение  $O_j$  оператор с заданной точностью  $K_i$ ,  $U_i$ ;  $n_{O_j}$ ,  $U_i$  – количество задач  $U_i$ -го типа, поступающих к  $O_j$ -му оператору;  $NO$  – количество операторов;  $NZ$  – количество типов задач.

Принятие решения по задаче  $U_i$  представляет собой совокупность нескольких совместно выполняемых основных операций  $\varepsilon_q U_i$  ( $\varepsilon_1$  – восприятие и анализ исходных данных по задаче;  $\varepsilon_2$  – подготовка вариантов возможных действий по задаче (подготовка решения);  $\varepsilon_3$  – выбор (утверждение) варианта решения (принятие решения);  $\varepsilon_4$  – выдача принятого решения на исполнение):

$$P U_i = P \left( \bigcap_q \varepsilon_q U_i \right). \quad (2)$$

Качество выполнения перечисленных операций  $\varepsilon_q$  при принятии решения по  $U_i$  задаче в общем случае зависит как от конструктивных параметров технических средств деятельности  $a_{11}$ , так и от способов ее организации (организационных параметров  $a_{12}$ ).

К организационным параметрам  $a_{12}$  можно отнести: способ построения информационной модели обстановки, которой пользуется коллектив операторов при принятии решений по задачам  $B_{ИМ}$ ; распределение задач между операторами и КСА  $B_{Ч-М}$ ; распределение задач между операторами  $B_{Ч-Ч}$ ; взаимодействие операторов со средствами автоматизации управления  $B_{ВзЧ-М}$ ; взаимодействие операторов между собой  $B_{ВзЧ-Ч}$ .

Влияние перечисленных параметров на вероятность выработки решения не имеет явного выражения в виде аналитических зависимостей и в общем виде может быть представлено функционалом

$$P \bigcup U_i = \Phi a_i, B_{ИМ}, B_{Ч-М}, B_{Ч-Ч}, B_{ВзЧ-М}, B_{ВзЧ-Ч}. \quad (3)$$

Выбор метода оптимизации функционала (3) существенно зависит от выбора способа формализации работы коллектива операторов в СЧМ.

В общем виде модель работы коллектива операторов состоит из описания следующих основных элементов процесса выработки решений [4]:

1. Описания потоков задач, поступающих для решения к операторам.
2. Описания процесса их решения.

3. Описания структурных связей, складывающихся между операторами в ходе выработки решений.

1. *Описание потоков задач.* Все задачи  $U_i$  представляются в виде совокупности частных задач (ЧЗ) или заявок различных типов. Каждый тип ЧЗ (заявок) описывается следующими характеристиками:

1.1. Интенсивностью поступления заявок в систему обслуживания  $\lambda_{U_i}$ . Поскольку на практике потоки ЧЗ различных типов имеют неодинаковую интенсивность в течение времени функционирования СЧМ, то следует выделять несколько временных интервалов с различной интенсивностью поступления ЧЗ в них  $\lambda_{\nu U_i}$ .

1.2. Законом распределения моментов поступления заявок в систему. В качестве такого закона может быть выбран простейший поток с плотностью распределения  $f \Delta \tau_{U_i} = \lambda_{\nu U_i} e^{-\lambda_{\nu U_i} \Delta \tau_{U_i}}$  с временным интервалом  $\Delta \tau_{U_i}$  между двумя последовательными поступлениями заявок  $U_i$ -го типа.

1.3. Законом распределения длительностей существования заявок на решение  $F t_{\text{доп}U_i}$  за время существования потока задач данного типа ( $T_{\text{нач}U_i}; T_{\text{кон}U_i}$ ). Время, отводимое

для принятия решения по ЧЗ каждого типа  $U_i$ , не должно превышать некоторого допустимого времени решения:

$$t_{\text{доп}U_i} = t_{\text{сущ}U_i} - t_{\text{дов}U_i} - t_{\text{реал}U_i}, \quad (4)$$

где  $t_{\text{сущ}U_i}$  – время существования задачи  $U_i$ -го типа;  $t_{\text{дов}U_i}$  – время доведения решения до исполнителей;  $t_{\text{реал}U_i}$  – время, необходимое для реализации решения:

$$F t_{\text{доп}U_i} = P t_{\text{сущ}U_i} - t_{\text{дов}U_i} - t_{\text{реал}U_i} \leq t_{\text{доп}U_i}. \quad (5)$$

Известно, что плотность распределения времени  $t_{\text{доп}U_i}$ , представленного в виде суммы независимых случайных величин (разность заменяется суммой) вида (4), определяется как свертка (композиция) плотностей распределения слагаемых [5]:

$$f t_{\text{доп}U_i} = f t_{\text{сущ}U_i} * f t_{\text{дов}U_i} * f t_{\text{реал}U_i}. \quad (6)$$

1.4. Вероятностями влияния ЧЗ  $U_i$ -го типа на появление других ЧЗ  $U_i$ -го типа в случае ошибочных (или близких к ним) решений, принятых по ЧЗ  $U_i$ -го типа (или матрицы вероятностей потоков последействия). Данная характеристика означает, что исходный поток ЧЗ  $\lambda_{\text{в}U_i}$  определяется в предположении оптимальных действий операторов. Потоки ЧЗ, вызванные неоптимальными решениями, должны рассматриваться как «дополнительные» к первичным или как потоки «последействия». Таким образом, в систему обслуживания будут поступать суммарные потоки заявок всех типов, образованные первичными  $\lambda_{\text{в}U_i}$  и дополнительными потоками заявок  $\lambda_{\text{доп}U_i}$ . Дополнительные потоки следует задавать законом равномерной плотности поступления заявок в оставшемся временном интервале длительности существования потока ЧЗ ( $\tau_{U_i}; T_{\text{кон}U_i}$ ).

2. *Описание процесса принятия решения оператором* по отдельной ЧЗ сводится к описанию последовательности выполняемых им при этом операций  $\varepsilon_q U_i$ . Выполнение каждой операции  $O_j$  принятия решения по ЧЗ  $U_i$ -го типа описывается следующими характеристиками:

2.1. Плотностью распределения времени выполнения всех операций, также определяемой через интеграл свертки:

$$f t_{U_i} = f t_{\varepsilon_1 U_i} * f t_{\varepsilon_2 U_i} * f t_{\varepsilon_3 U_i} * f t_{\varepsilon_4 U_i}. \quad (7)$$

Анализ экспериментальных данных по временам выполнения операторами различных операций  $\varepsilon_q U_i$  по задачам различных типов позволяет установить для них наличие общих вероятностных закономерностей и, в частности, возможность описания законов распределения времени выполнения операций усеченным нормальным, логарифмически нормальным, бета-распределением, гамма-распределением [6]. Выбор конкретного вида закона распределения для практического использования обусловлен в первую очередь возможностями определения параметров распределения и простотой аналитического описания. Наиболее часто выбирается усеченное гамма-распределение, позволяющее описывать различные времена работы оператора: от экспоненциального до вырожденного случая, когда время выполнения операции является постоянным.

2.2. Точностью  $K_l U_i$  выполнения оператором операций  $\varepsilon_q U_i$  принятия решений по ЧЗ. Для оценки правильности решений можно выбрать следующие градации точности: ошибочное ( $l = 1$ ), плохое ( $l = 2$ ), среднее ( $l = 3$ ) и хорошее ( $l = 4$ ). Правильность решений оценивается по соответствию достигнутого результата желаемому:

$$\Delta K_l U_i = K_l U_i^* - K_l U_i, \quad (8)$$

где  $K_l U_i^*$  – требуемое действие (решение) по ЧЗ;  $K_l U_i$  – принятое решение по ЧЗ.

При этом под ошибочным решением будем понимать такие погрешности в деятельности оператора, при которых решение, принятое по ЧЗ, не разрешает конфликтную ситуацию. Выделение ошибки по конечному результату деятельности оператора можно рассматривать как интегральную характеристику ошибочных действий оператора, совершаемых в процессе выполнения им всех операций принятия решения по ЧЗ.

Анализ имеющихся экспериментальных и теоретических исследований по этому вопросу позволяет выделить два основных фактора, от которых зависит количество ошибочных действий оператора  $n K_l U_i$  :

время выполнения операций в условиях его дефицита  $t_{\text{дон}U_i}$ ;

состояние работоспособности оператора при различных режимах работы: нормальном  $S_m = S_1$ , напряженном  $S_m = S_2$ , утомления  $S_m = S_3$ .

Следовательно,

$$n K_l U_i = f(t_{\text{дон}U_i}, S_m). \quad (9)$$

В условиях дефицита времени на принятие решения по ЧЗ  $t_{\text{дон}U_i}$  оператор выполняет действия по сокращенному алгоритму, состоящему из укрупненных операций, устанавливающих связи между рядом главных признаков проблемной ситуации. При этом, выигрывая во времени, оператор может проигрывать в качестве принимаемых решений за счет неполноты учета всех факторов, характеризующих проблемную ситуацию. Аналогично действует оператор и в случае накопления очереди ЧЗ, по которым требуется принимать решения. Известно, что способность оператора перестраивать свой способ действия в различных условиях сопряжена с необходимостью мобилизации внутренних резервов человека. Состояние работоспособности оператора  $S_m$  прежде всего скажется на времени и точности выполнения операций.

Будем считать, что при напряженном режиме работы оператор будет выполнять операции за минимальное время:

$$m t_{\varepsilon_q U_i, S_2} = \min t_{\varepsilon_q U_i}, \quad (10)$$

где  $m t_{\varepsilon_q U_i, S_2}$  – математическое ожидание времени выполнения операции оператором в напряженном режиме работы.

Характеристики закона распределения времени выполнения операций оператором в состоянии утомления смещаются в сторону максимального времени выполнения операции:

$$m t_{\varepsilon_q U_i, S_3} = \frac{\max t_{\varepsilon_q U_i} - m t_{\varepsilon_q U_i}}{2}, \quad (11)$$

где  $m t_{\varepsilon_q U_i}$  – математическое ожидание времени выполнения операции  $\varepsilon_q U_i$  оператором в нормальном состоянии.

Закон распределения времени выполнения операций  $F t_{\varepsilon_q U_i}$  оператором в нормальном состоянии может быть представлен выражением гамма-распределения. В качестве факторов, вызывающих изменение состояния работоспособности оператора, следует учитывать:

лимит времени на выполнение требуемых действий  $t_{\text{дон}U_i}$ ;

количество ЧЗ, требующих разрешения (величина очереди  $Z_{O_i}$ );

срочность обслуживания ЧЗ (приоритет  $W_{U_i}$ );

длительность непрерывной работы оператора  $O_j$  по обслуживанию ЧЗ  $T_{O_j}$ .

Ввиду отсутствия достоверных экспериментальных данных по точностным характеристикам деятельности зависимость (9) можно представить в виде аппроксимирующего полинома табличной функции.

### 2.3. Порядком обслуживания ЧЗ равных типов одним оператором.

В зависимости от «важности» ЧЗ  $C_{U_i}$  можно установить четыре группы приоритетности обслуживания и прерывания начатого обслуживания  $[(a,b), (b,c), (c,d), d]$ . Заявки, принадлежащие группе  $(a,b)$ , не прерывают заявки, принадлежащие группе  $(b,c)$ , прерывают обслуживание заявок группы  $(a,b)$ , но не прерывают обслуживание заявок своей группы. Заявки группы  $(c,d)$  прерывают обслуживание любой заявки, имеющей более низкий приоритет. В зависимости от того, при выполнении какой операции было совершено прерывание обслуживания, возможны следующие случаи дальнейшего продолжения процесса обслуживания:

продолжение с того момента, с которого было прервано обслуживание;

повторение прерванной операции с теми же временными характеристиками обслуживания;

повторение прерванной операции с выбором других характеристик обслуживания.

Если обслуживание прерывается на операции  $\varepsilon_i U_i$ , то имеет место последний случай.

При прерывании обслуживания на последующих операциях  $\varepsilon_q U_i$  ( $q \neq 1$ ) продолжение обслуживания производится по первому или второму случаю.

При скоплении очереди заявок у оператора можно предложить следующий порядок их обслуживания, основанный на использовании методов теории упорядочения.

По каждой заявке, стоящей в очереди, известно:

время пребывания ее в системе обслуживания  $t_{\text{доп}U_i}$ ;

среднее значение времени, необходимого для ее обслуживания  $m t_{U_i}$ ;

важность заявки  $C_{U_i}$  и принадлежность ее к приоритетной группе  $W_{U_i}$ .

Оптимальным следует считать такой порядок обслуживания, при котором будет минимизироваться количество пропущенных наиболее важных заявок:

$$\min \sum_i C_{U_i} \Delta n_{U_i} = \min \sum_i C_{U_i} n_{U_i} - \hat{n} [K_{i \neq 1} U_i], \quad (12)$$

где  $n_{U_i}$  – количество заявок  $U_i$ -го типа, поступивших к оператору на обслуживание;

$\hat{n} [K_{i \neq 1} U_i]$  – количество заявок  $U_i$ -го типа, которые сможет обслужить оператор с требуемой точностью.

Для того чтобы порядок обслуживания заявок у оператора был оптимальным, следует произвести упорядочение всех заявок, стоящих в очереди. Для этого необходимо:

определить возможные времена ожидания начала обслуживания каждой заявки, стоящей в очереди;

упорядочить очередность заявок по возрастанию длительности ожидания начала обслуживания;

выбрать в качестве первоочередной для обслуживания заявку с минимальным временем ожидания начала обслуживания;

проверить заявку, претендующую на первоочередное обслуживание по «важности» и возможным потерям в обслуживании других заявок.

### 2.4. Порядком обслуживания отдельной задачи управления коллективом операторов.

3. В результате анализа различных форм взаимодействия операторов в процессе выработки решений следует выбрать несколько схем для описания возможных вариантов взаимодействия операторов [6, 7], например таких:

старший оператор нуждается в информации о состоянии элементов, контролируемых подчиненными. По «запросу сверху» все подчиненные операторы должны немедленно выдавать требуемую информацию. Если кто-либо из них был занят обслуживанием другой ЧЗ, то оно прерывается и может быть продолжено только после выдачи информации «по запросу»;

в ряде случаев у подчиненного оператора возникает необходимость в обращении к старшему оператору («запрос снизу»). От старшего оператора в этом случае требуется выдача указаний подчиненному относительно того или иного варианта действия, заранее непредусмотренного в инструкции, связанного с непредвиденными обстоятельствами и их последствиями или с необходимостью выбора режимов работ контролируемых оператором элементов системы. При обращении подчиненного оператора к старшему оператору работа последнего не прерывается. Однако старший оператор может произвести оценку ЧЗ по важности и запасу времени, располагаемому на принятие решения, и прервать начатое обслуживание, продолжив его после выдачи указаний по вновь поступившей ЧЗ;

при обращении одного оператора сразу к нескольким с «запросом» возникает схема параллельного обслуживания ЧЗ. В зависимости от субординационных отношений между операторами прерывание начатого обслуживания происходит либо как в первом, либо как во втором случае. Момент окончания обслуживания устанавливается в зависимости от типа решаемой ЧЗ. При обслуживании по принципу «резервирования» достаточно одному из операторов завершить обслуживание, чтобы по нему установить момент окончания работы. В том случае, когда необходимо получать отчеты от всех операторов, момент окончания обслуживания определяется по последнему оператору, завершившему обслуживание.

Описанные схемы взаимосвязей операторов в процессе принятия решения по ЧЗ вызваны необходимостью согласования многообразных характеристик элементов системы, контроль которых не может быть осуществлен одним оператором. Взаимосвязь между операторами обеспечивает более эффективный режим функционирования системы вследствие более точного решения ЧЗ, наиболее важных для системы. Но поскольку при отвлечении на переговоры увеличится время на принятие решений по менее важным ЧЗ, то возможен либо пропуск этих ЧЗ, либо ухудшение качества решений по ним. В связи с этим возникает задача минимизации отрицательного эффекта взаимовлияния операторов в процессе их взаимодействия на качество принимаемых решений. Для решения данной задачи можно применить аппарат теории графов [8].

На рисунке 1 операторы  $O_j$  представлены в виде вершин графа, а связи между ними в процессе решения ЧЗ – в виде дуг  $\mu_{j-1,j}$ . Последовательность дуг, конец каждой из которых совпадает с началом предыдущей, определяет путь решения ЧЗ. Каждой дуге соответствуют две характеристики: важность ЧЗ и время пребывания в пути. Каждой вершине соответствует точность  $K_{ji} U_i$  и время обслуживания  $t_{U_i}$ . Для каждого типа ЧЗ задается ограниченное количество вершин графа, через которые может проходить путь решения ЧЗ и определяются отношения предшествования в порядке прохождения вершин.  $\varepsilon$

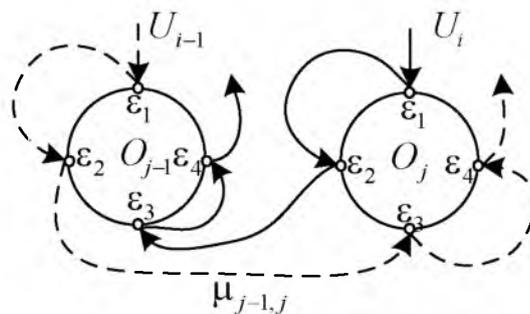


Рисунок 1. – Элемент графа деятельности из двух операторов

В каждый момент времени  $\tau$  необходимо определять такой путь  $\mu$ , для которого:

время прохождения по  $N$ -му пути  $t_{\mu N} = \sum_j t_{\mu_{j-1,j}}$  не превышало бы допустимого

времени решения ЧЗ;

выполнялись все требования предшествования и ограничения на заходы в вершины, обусловленные субординацией и специализацией операторов.

Из всей совокупности путей по всем типам ЧЗ требуется выбрать такие, которые проходят через каждую вершину графа только один раз и обеспечивают максимум функции:

$$\max_N \sum_j C_{U_j} [K_{j,l \neq 1} U_i]_N, \quad (13)$$

где  $[K_{j,l \neq 1} U_i]_N$  – точность безошибочного решения  $U_i$  заявки  $j$ -м оператором при прохождении ее по  $N$ -му пути.

Выражение (13) представляет собой функцию риска в том смысле, что качество принимаемых решений по ЧЗ улучшается с увеличением количества операторов разных иерархических уровней, принимающих участие в выработке решений, т. е. с увеличением пути  $\mu$ . С другой стороны, с увеличением пути  $\mu$  уменьшается вероятность своевременно принятых решений по ЧЗ из-за ограниченности времени ( $t_{U_i} \leq t_{\text{доп}U_i}$ ).

Описанная имитационная модель коллективной работы операторов относится к моделям теории массового обслуживания. Особенностью исследуемого типа систем является то, что их моделирование должно включать самые общие случаи обслуживания разнородных потоков заявок различной важности и при различной дисциплине обслуживания, а самое главное – в ней должна содержаться оптимизация структур взаимосвязей операторов в процессе обслуживания заявок, зависящая от целого ряда факторов.

При выборе наиболее предпочтительного для обслуживания заявки оператора необходимо прежде всего учитывать специализацию оператора и степень его ответственности за решение ЧЗ данного типа. С этой целью для каждого типа ЧЗ следует указывать степень предпочтительности обслуживания различными операторами. При поступлении в систему заявка должна быть поставлена в очередь к наиболее предпочтительному оператору. Если в процессе упорядочения очереди по приоритету и времени пребывания в очереди у данного оператора окажется, что поступившая заявка не обслуживается, то должна просматриваться возможность обслуживания ее другими, менее предпочтительными операторами. При этом следует выделять два случая:

прием заявки на обслуживание производится неравноправными операторами, принадлежащими к различным иерархическим уровням и имеющими шкалу приоритетности, соответствующую положению операторов в иерархической структуре;

в качестве предпочтительного оператора по обслуживанию ЧЗ выделяется только один оператор, а все остальные рассматриваются как равноправные между собой.

При отборе оператора, способного лучше других произвести обслуживание вновь поступившей заявки, из числа равноправных операторов необходимо учитывать следующие условия:

среди операторов, способных произвести обслуживание заявки, выбирается тот, который не был занят обслуживанием к моменту поступления заявки в систему;

если при поступлении заявки все операторы были заняты обслуживанием других заявок, то для обслуживания вновь поступившей выбирается тот оператор, который по времени был менее других загружен обслуживанием;

среди равноправных операторов, способных обслужить заявку, выбирается тот, у которого заявка меньше всего могла ожидать начала обслуживания.

Описанные способы выбора операторов для обслуживания заявок, поступающих в систему, позволяют найти рациональный вариант организации работы коллектива операторов.

Таким образом, с использованием рассмотренного варианта построения имитационной модели групповой деятельности операторов в АСУ ТЗ можно решать следующие задачи:

1. Выбирать рациональный вариант распределения функциональных обязанностей внутри коллектива операторов, занятых решением разнородных, но взаимосвязанных между собой потоков частных задач управления.

Исходными данными при этом являются:

1.1. Опорный вариант распределения функциональных обязанностей между коллективом операторов и техническими средствами системы.

1.2. Вариант информационной модели, которой пользуются операторы при принятии решений по ЧЗ.

1.3. Способ связи операторов с техническими средствами системы и доведение информации по принятым решениям до исполнителей.

1.4. Планируемый состав коллектива операторов.

1.5. Ограничения на возможность и степень участия в подготовке и принятии решения по каждой ЧЗ должностных лиц коллектива.

1.6. Характеристики потоков ЧЗ: время существования потока; плотности поступления ЧЗ на различных интервалах процесса управления; закон распределения времени существования ЧЗ; степень взаимовлияния разнородных потоков ЧЗ друг на друга (в виде матрицы возникновения потоков последействия); степень влияния ЧЗ на качество функционирования системы (в виде «важности»);

1.7. Характеристики выработки операторского решения по ЧЗ (закон распределения времени выполнения оператором основных операций выработки решения по ЧЗ в зависимости с напряженности обстановки и состояния оператора).

2. Обосновывать состав коллектива операторов.

Исходные данные те же, что и в задаче 1, за исключением параметра 1.4, который в данном случае является варьируемой переменной. При этом должны вводиться ограничения на минимальный и максимальный состав функциональных групп коллектива операторов.

3. Перераспределять функции между коллективом операторов и техническими средствами системы. В исходных данных, перечисленных по задаче 1, варьироваться будет параметр 1.1.

4. Обосновывать требования к временным характеристикам работы коллектива операторов. Для решения названной задачи варьированию подлежат временные и вероятностные характеристики выработки решения по ЧЗ.

Таким образом, использование предлагаемого варианта построения модели групповой деятельности операторов для решения вышеперечисленных задач позволит обосновать рациональный вариант организации боевой работы и распределения функций в АСУ ТЗ. Выработку рационального варианта организации боевой работы целесообразно осуществлять методом направленного перебора итерационным путем начиная с опорного (действующего) варианта. Значения функционала вида (3) в этом случае определяются методом статистических испытаний на модели групповой деятельности операторов. Поскольку экстремум выражения определяется в виде максимума многокомпонентного функционала, то для обеспечения направленного выбора значений его компонент целесообразно применять оптимизаторы, использующие эвристические алгоритмы поиска квазиоптимального решения.

#### Список литературы

1. Кругликов, В. В. Адаптивное управление зенитным ракетным оружием: моногр. / В. В. Кругликов, С. В. Кругликов. – Минск: ВА РБ, 2013. – 386, [2] с.
2. Бекиш, А. Р. Подход к моделированию индивидуальной и групповой операторской деятельности с использованием CASE-технологий / А. Р. Бекиш, С. В. Кругликов // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2012. – № 22. – С. 30–37.

3. Анохин, А. Н. О возможности применения CASE-технологий в задачах моделирования деятельности оператора / А. Н. Анохин // Диагностика и прогнозирование состояния объектов сложных информационных интеллектуальных систем: сб. науч. тр. № 13 каф. АСУ; под общ. ред. В. А. Острейковского. – Обнинск-Сургут: ИАТЭ-СГУ, 1999. – С. 130–135.

4. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 400 с.

5. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учеб. пособие / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – 5-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 480 с.

6. Журавлев, Г. Е. Имитационное моделирование групповой деятельности операторов / Г. Е. Журавлев, В. Ф. Рубахин, Ю. А. Субботин // Психология и математика. – М.: Наука, 1976. – С. 263–294.

7. Герасимов, Б. М. Имитационное моделирование операторской деятельности в системах массового обслуживания / Б. М. Герасимов, В. М. Львов, А. Н. Сударик // Личность и группа в социально-психологических исследованиях. – 1994. – № 1. – С. 89–100.

8. Лекции по теории графов: учеб. пособие / В. А. Емеличев [и др.]. – 2-е изд. – М.: Либроком, 2009. – 392 с.

---

\*Сведения об авторах:

Бекиш Александр Романович,

Кругликов Сергей Владимирович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 14.01.2015 г.

## ЧИСЛЕННОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВЫХ ПЛОСКИХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ СХЕМАМИ ПИТАНИЯ

УДК 621.396.677

Ю. Ю. Бобков, И. Ф. Шаляпин, О. А. Юрцев\*

*Излагаются результаты численного моделирования и экспериментального исследования двух типов двухмерных полосковых решеток, в которых излучатели возбуждаются от полосковых линий последовательно по строкам и столбцам. Численное моделирование выполнено с помощью программы AWR Microwave Office (далее – AWR). Эксперимент проведен на измерительной установке в пространственно-временной области с пересчетом в пространственно-частотную область.*

*The results of numerical simulation and measurements of two types of two-dimensional stripe arrays, where radiators are excited serially in rows and columns, are described. Numerical simulation is implemented with AWR Microwave Office (AWR). The experiment is conducted with measurement equipment at time domain with recalculating into frequency domain.*

### Введение

Полосковые антенные решетки являются одним из основных типов антенных решеток, используемых в сантиметровом диапазоне волн. В большинстве случаев электронное сканирование в таких решетках производится в одной плоскости (2 космических РЛС и РОСА), и решетка строится по модульной схеме. Каждый модуль – это полосковая решетка. В одном модуле может быть  $N$  строк. Излучатели одной строки возбуждаются от общего входа с помощью параллельной или последовательной схемы деления мощности на полосковых линиях. Последовательная схема имеет преимущества перед параллельной по габаритам, но уступает по диапазонным свойствам. Последовательную схему можно расположить на одной плате с излучателями. Параллельная схема требует использования нескольких слоев, что усложняет и удорожает конструкцию решетки. Несколько строк (например,  $M$ ) могут быть объединены в один модуль, образуя двухмерную решетку. При  $M = 1$  фазовые центры соседних модулей (строк) расположены на расстоянии, меньшем длины волны, что обеспечивает максимальный сектор электронного сканирования без появления дифракционных (побочных) главных лепестков диаграммы направленности (ДН) в плоскости, перпендикулярной строкам. Но интерес представляют и случаи, когда  $M > 1$ . Подобные модули используются для сканирования в более узком секторе углов или в несканирующих антенных решетках. В плоскости строк в одном модуле обычно много излучателей. Поэтому сканирование в такой плоскости в многомодульной решетке производится в узком секторе углов [1].

Поляризация поля модуля может быть перпендикулярной или параллельной строке. Далее такие решетки в статье называются решетками типа 1 и типа 2. Несмотря на большое количество опубликованных статей и монографий [2–4] по полосковым антеннам, полосковым решеткам с последовательными схемами питания посвящено немного работ, в которых тем не менее приводятся схемы питания излучателей. На рисунке 1 показана схема питания для решетки из двух строк, взятая из [2].

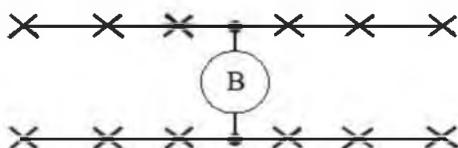


Рисунок 1. – Схема питания решетки с последовательным возбуждением

На рисунке 1 буквой В обозначено место возбуждения решетки, крестиками – полосковые излучатели, линиями – полосковые линии передачи. Возбуждение решетки происходит в центре. При этом обе строки возбуждаются синфазно, в каждой строке левая и правая половины возбуждаются также синфазно. Этим исключается эффект частотного сканирования. В настоящей статье используется такая схема, но рассматриваются конкретные полосковые решетки, предназначенные для применения в качестве излучателей разреженных антенных решеток, в которых расстояние между фазовыми центрами соседних излучателей по ортогональным осям больше длины волны (не выполняется условие единственности главного лепестка ДН).

Материалы, представленные ниже, отчасти являются новыми и дополняют опубликованную информацию по полосковым решеткам. Целью настоящей статьи является также сравнение результатов численного моделирования, полученных с помощью программы AWR Microwave Office, и эксперимента. Этот вопрос в литературе также слабо освещен.

### 1. Результаты математического моделирования полосковых антенных решеток

Рассмотрим два указанных выше типа антенных решеток с последовательным возбуждением.

В решетках типа 1 электрической плоскостью ( $E$ -плоскостью) является плоскость  $YOZ$ , магнитная плоскость ( $H$ -плоскость) – это плоскость  $XOZ$ . На рисунке 2 приведен пример решеток типа 1 (рисунок создан в программе AWR). Далее такие решетки называются решетками с перпендикулярной поляризацией (перпендикулярной по отношению к линии расположения излучателей). На рисунке 2, а показана антенная решетка А1, цифрой 1 обозначено место расположения зонда возбуждения, ориентированного вдоль оси  $Z$  от вертикальной полоски к базовой пластине. Этот зонд является продолжением внутреннего проводника коаксиального СВЧ-разъема, устанавливаемого на базовой пластине.

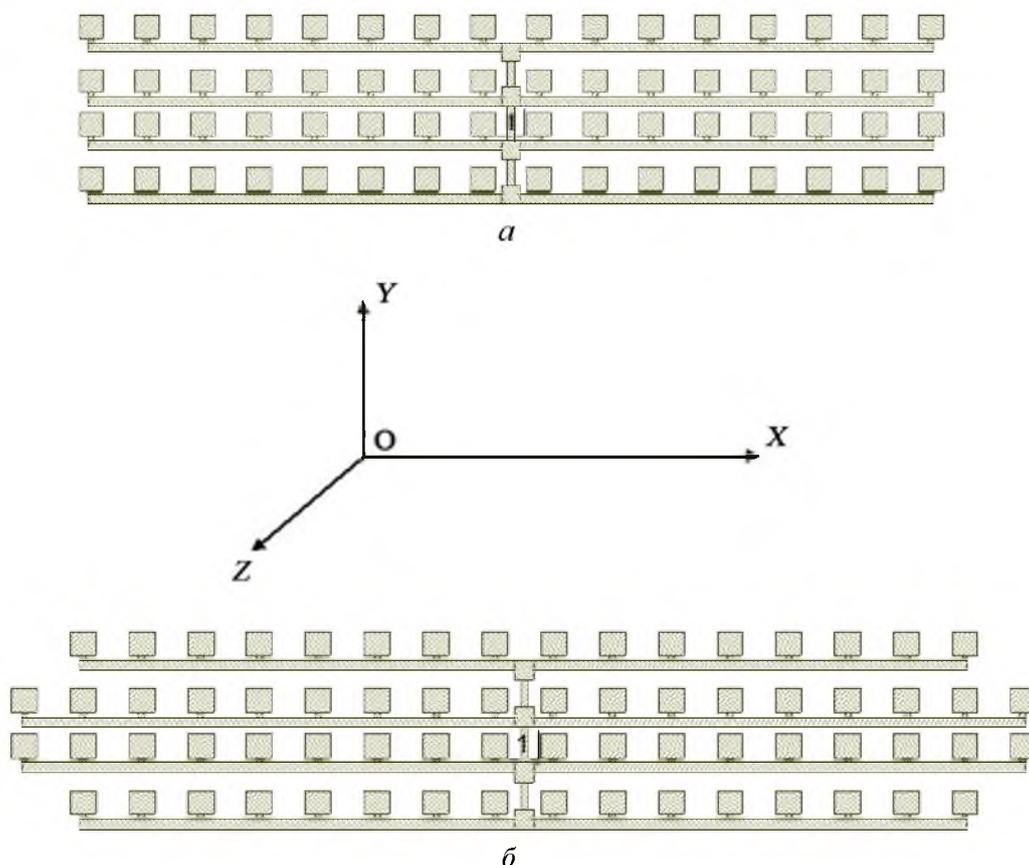
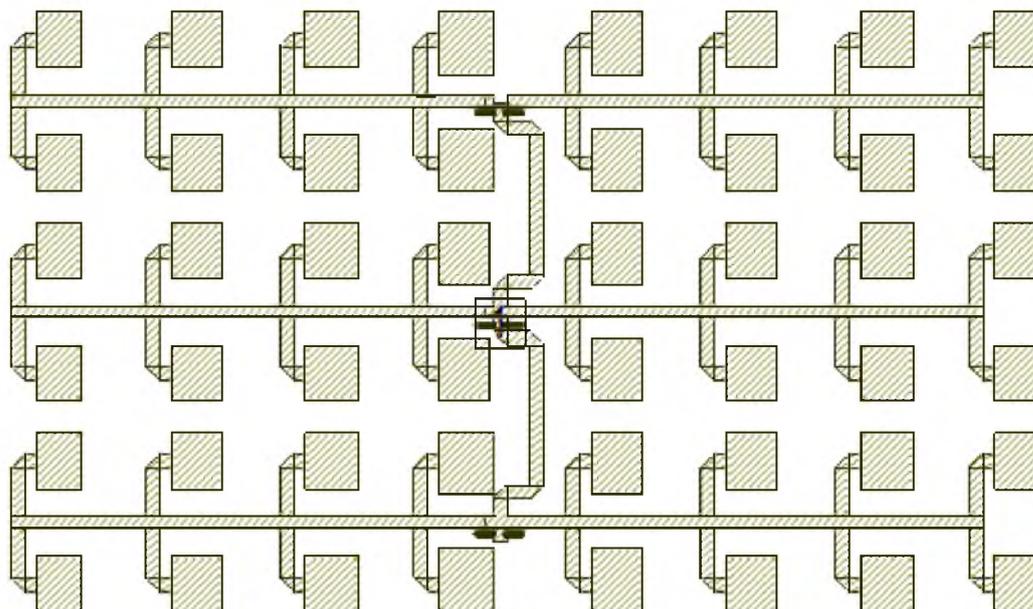


Рисунок 2. – Плоские решетки с последовательным возбуждением и вертикальной поляризацией

Обозначим число строк в решетке символом  $N_y$ , число излучателей в строке – символом  $N_x m$ , где  $m$  – номер строки начиная снизу. В решетке, показанной на рисунке 2, б (A2):  $N_y = 4$ ;  $N_{x1} = N_{x4} = 16$ ;  $N_{x2} = N_{x3} = 18$ .

На рисунке 3 показана решетка A3 типа 2 с параллельной поляризацией для параметров  $N_y = 6$ ,  $N_x = 8$ .



**Рисунок 3. – Плоская решетка с параллельной поляризацией с прямоугольным раскрывом**

Ниже приводятся результаты численного моделирования, описывающие следующие закономерности:

зависимость параметров диаграммы направленности в плоскостях  $E$  и  $H$  – ширины главного лепестка ( $2\theta_{0,5}$ ) и максимального УБЛ ( $F_{bm}$ ) от числа излучателей в строке – для варианта, представленного на рисунках 2, а и 3);

зависимость параметров ДН от формы раскрыва – для варианта решетки, показанного на рисунке 2, б.

Данные закономерности, следующие из теории антенн, являются известными. Но для конкретных рассматриваемых решеток на данные закономерности накладывается ряд особенностей: изменение амплитудного распределения возбуждения излучателей в строках и столбцах при изменении их числа, влияние неравномерности фазового распределения возбуждения излучателей в строках и в столбцах при отклонении частоты от средней. Под средней частотой понимается частота с минимальными значениями, соответствующая синфазному возбуждению излучателей в решетке. На такой частоте расстояние между соседними излучателями вдоль питающей линии передачи, для примера, равно длине волны в этой линии. Поскольку параллельно подключенные к линии излучатели вносят в линию реактивность, длина волны в линии отлична от случая отсутствия излучателей. Это приводит к некоторым трудностям при численном моделировании – приходится подбирать расстояние между соседними излучателями, ориентируясь на вид ДН и ее изменение при изменении частоты. Поэтому синфазность возбуждения излучателей обеспечивается приближенно.

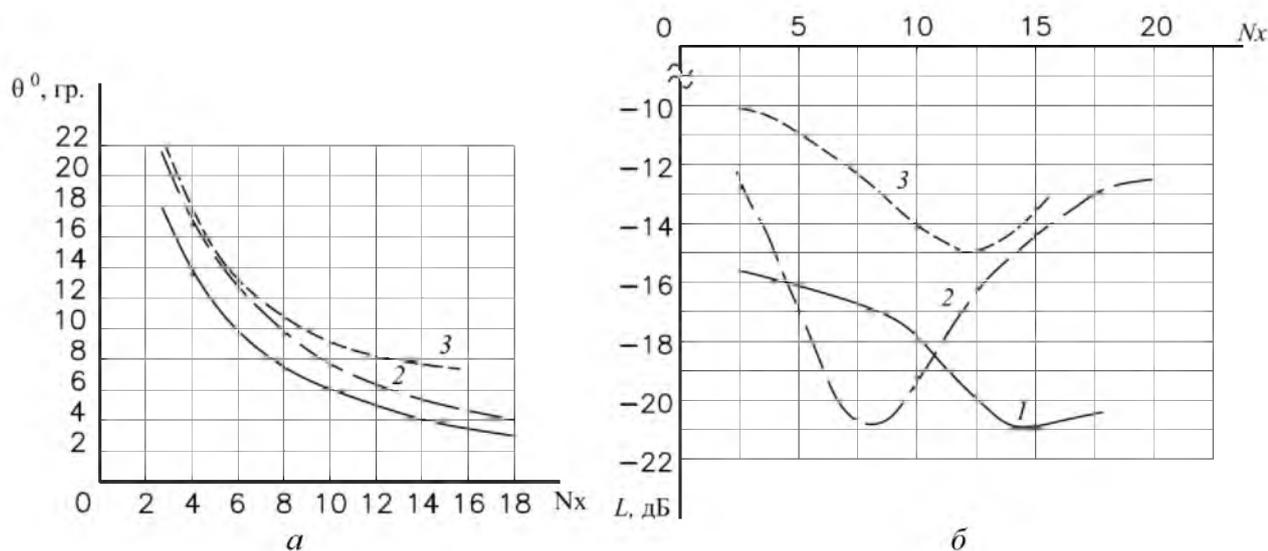
На рисунке 4 представлены результаты численного исследования зависимости ширины главного лепестка диаграммы направленности (ГЛ ДН) максимального уровня боковых лепестков (УБЛ) от числа излучателей  $N_x$  для решеток:

типа 1 (см. рисунок 2, а) при  $N_y = 2$  для однослойной подложки из фольгированного диэлектрика Rogers (диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 3,38$ , толщина подложки  $H = 1,524$  мм) – на рисунке 4, а эта решетка обозначена 1;

типа 1 (см. рисунок 2, б) при  $N_y = 2$  для двухслойной подложки; первый слой такой же, как на антенне A1, второй слой – защитный, из фольгированного диэлектрика «Флан»

(диэлектрическая проницаемость  $\varepsilon = 2,5$ , толщина подложки  $H = 2$  мм) – на рисунке 4, *a* эта решетка обозначена 2;

типа 2 (см. рисунок 3) при  $Ny = 2$  для двухслойной подложки, как в решетке А2. Эта решетка на рисунке 4 обозначена 3.



**Рисунок 4. – Зависимость ширины ГЛ ДН и УБЛ от числа излучателей  $Nx$**

Анализ рисунка 4 показывает:

с ростом числа излучателей амплитудное распределение возбуждения излучателей спадает до более низкого уровня от центра решетки к краям, что ведет к уменьшению УБЛ. Одновременно растет несинфазность раскрыва. Это вызывает рост УБЛ. Следовательно, УБЛ имеет минимум при некотором числе излучателей;

в решетках типа А1, А2 минимум УБЛ примерно одинаков, но достигается при разном числе излучателей, в решетке А1 – при большем числе. Значит, в данной решетке АР с ростом числа излучателей спадает более медленно. Это подтверждают и графики зависимости ширины ГЛ ДН от числа излучателей: ширина ГЛ ДН в решетке А1 уже при одном и том же числе излучателей;

в решетке с продольной поляризацией при одном и том же числе излучателей ширина ГЛ ДН и УБЛ больше, чем в решетках А1 и А2;

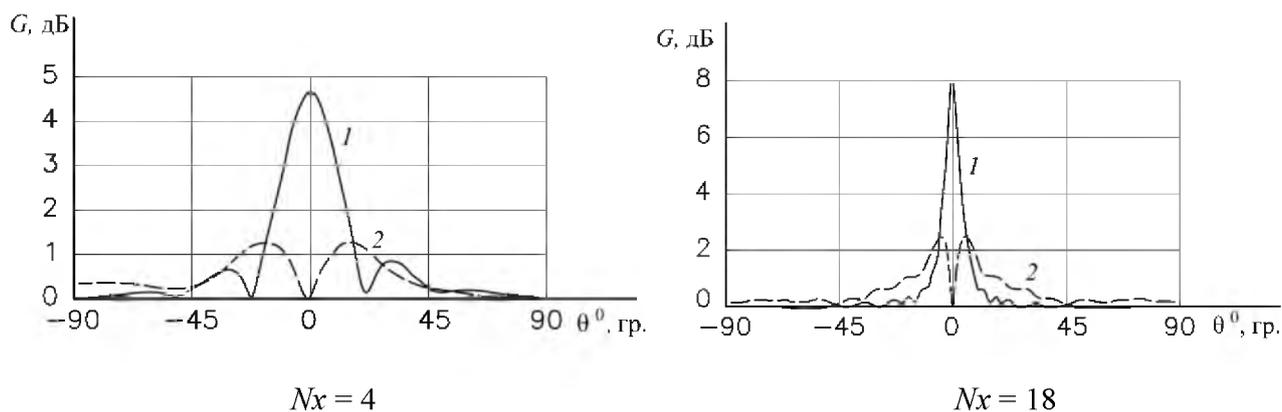
согласование слабо зависит от числа излучателей  $Nx$ , если  $Nx > 4$ ;

ДН в поперечной плоскости почти не зависит от числа излучателей в продольной плоскости  $Nx$ ;

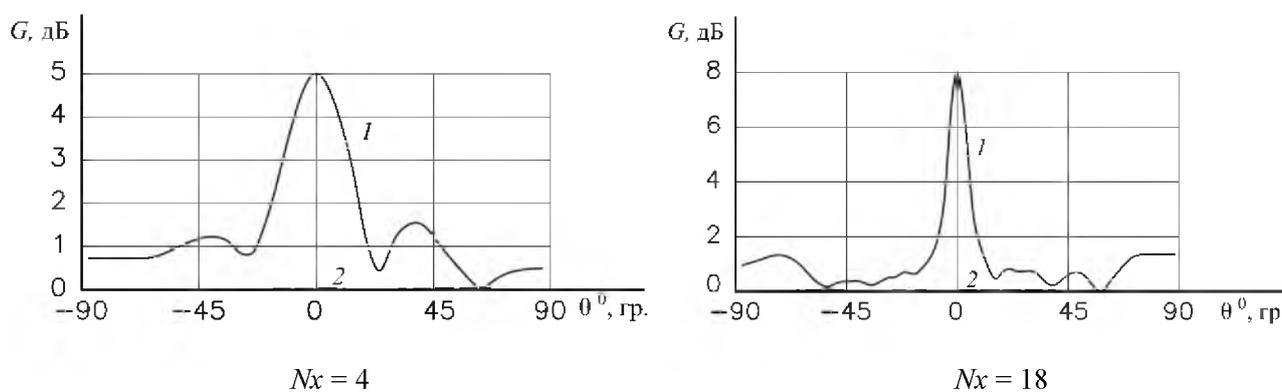
поле по кроссполяризации меньше в решетках А2 и А3 по сравнению с решеткой А1 и слабо зависит от числа излучателей  $Nx$ . В решетке А3 диаграмма направленности имеет некоторую асимметрию относительно нормали к решетке;

все решетки согласованы в широкой полосе частот (относительная полоса частот согласования более 20 %), но ДН со сравнительно низким УБЛ сохраняется в более узкой полосе частот (не более 5–10 %).

Для иллюстрации различия в ДН при разном числе излучателей на рисунке 5 показаны ненормированные ДН решеток А1 и А3 при разном числе излучателей для продольной плоскости (см. рисунок 2 – плоскость  $XZ$ ) на частоте 9,3 ГГц. По основной поляризации ДН показаны толстой линией, по кроссполяризации – пунктирной линией.



а



б

1 – диаграммы направленности по основной поляризации;  
2 – диаграммы направленности по кроссполяризации

Рисунок 5. – ДН в продольной плоскости решеток А1 (а) и А3 (б) при разном числе излучателей

На рисунке 6 представлено согласование в решетке А1 при разных  $N_x$ . Коэффициент стоячей волны (КСВ) рассчитан в линии с волновым сопротивлением 50 Ом.

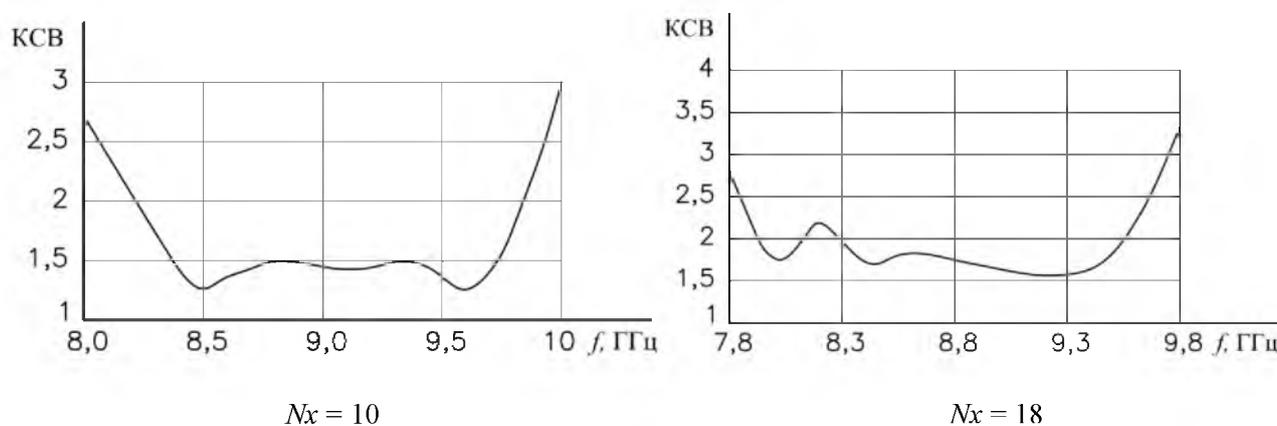
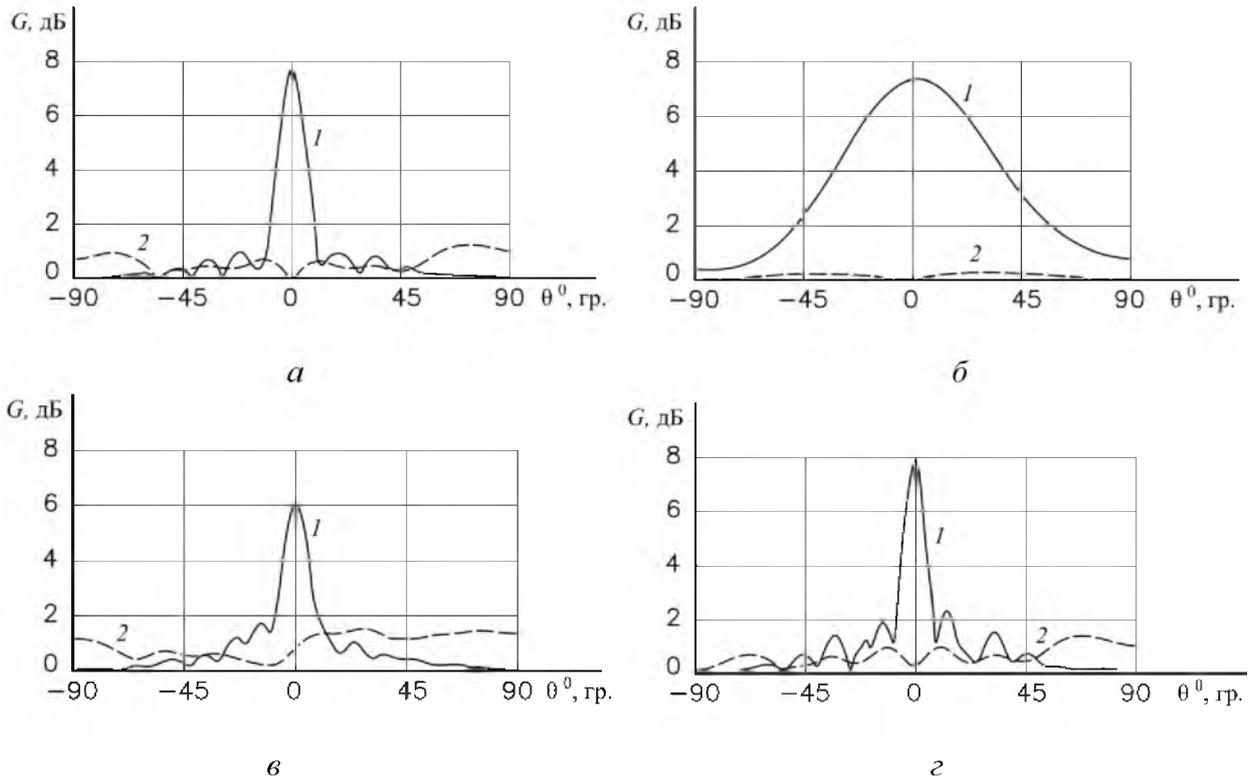


Рисунок 6. – Зависимость коэффициента стоячей волны от частоты для решетки А1

На рисунке 7 показаны ненормированные диаграммы направленностей решетки А2 с параметрами  $N_y = 2$ ,  $N_x = 12$  в диапазоне частот. Эти результаты иллюстрируют диапазонные свойства рассматриваемых решеток с последовательным возбуждением по параметрам ДН. В продольной плоскости  $XOZ$  показаны ДН на трех частотах – средней и двух крайних (крайние – понятие условное, так как крайняя частота зависит от требований к параметрам ДН по сравнению с параметрами на средней частоте).

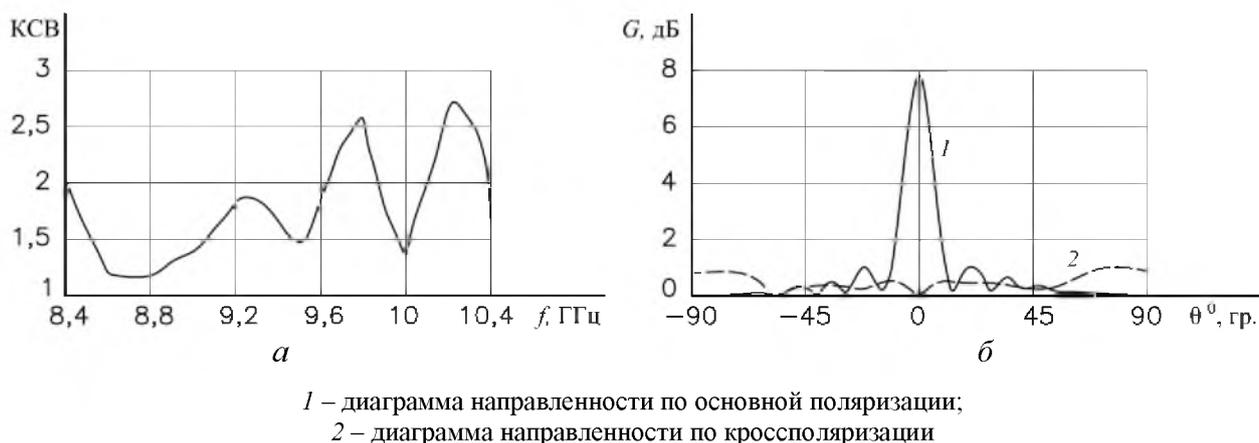
В поперечной плоскости  $YOZ$  диаграмма направленности показана только на средней частоте, так как в этой плоскости для всех рассмотренных решеток она почти не зависит от числа излучателей  $N_x$  и частоты.



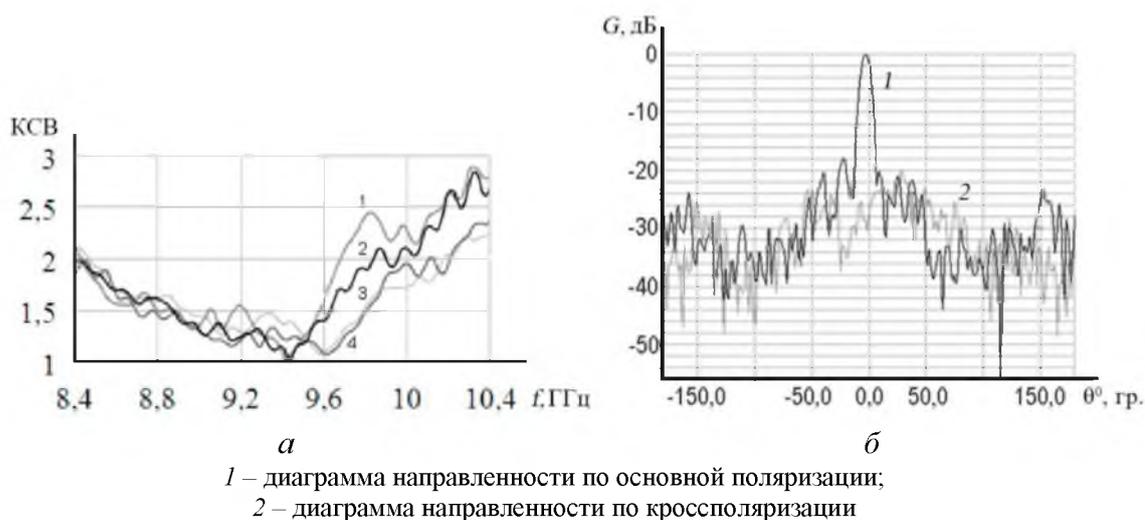
1 – диаграммы направленности по основной поляризации;  
 2 – диаграммы направленности по кроссполяризации;  
 а – частота 9,5 ГГц, плоскость  $XOZ$ ; б – частота 9,5 ГГц, плоскость  $YOZ$ ;  
 в – частота 9,1 ГГц, плоскость  $XOZ$ ; г – частота 9,7 ГГц, плоскость  $XOZ$

**Рисунок 7. – Диаграмма направленности в диапазоне частот решетки А2**

Результаты сравнения расчета в программе AWR и эксперимента для решетки А2 с параметрами  $N_y = 2$ ,  $N_x = 12$  представлены на рисунках 8 и 9. Экспериментальные характеристики антенной решетки приведены на основании результатов измерений, проводимых в свободном пространстве с использованием необходимых средств измерений. ДН показаны на частоте 9,4 ГГц. Экспериментальная модель представляла собой решетку из семи пар строк с расстоянием между центрами пар, равным  $1,1 \lambda_0$  ( $\lambda_0$  – длина волны, соответствующая частоте 9,4 ГГц). На рисунках 8 и 9 максимальный уровень поля по кроссполяризации по сравнению с полем по основной поляризации обозначен символом СР. На рисунке 9, а представлены четыре кривые зависимости КСВ ( $f$ ) соответствующие разным парам строк. Кривая 4 показывает зависимость КСВ ( $f$ ) для средней пары строк плоской решетки.



**Рисунок 8.** – Расчетные: зависимости КСВ от частоты (а) и ДН (б) на частоте 9,4 ГГц. Параметры диаграммы направленности: ширина главного лепестка  $2\theta_{0,5} = 6,5^\circ$ ; УБЛ = -14 дБ; СР = -15 дБ



**Рисунок 9.** – Экспериментальные зависимости КСВ от частоты (а) и ДН (б) на частоте 9,4 ГГц. Параметры ДН:  $2\theta_{0,5} = 8,26^\circ$ ; УБЛ = -18,8 дБ; СР = -19,1 дБ

Из сравнения результатов расчета и эксперимента можно сделать выводы, что параметры экспериментальной модели по УБЛ и СР несколько лучше, чем следует из расчета, но экспериментальная модель согласована несколько хуже, чем по расчету. В целом расчетные результаты моделирования соответствуют проведенным экспериментам.

Численное моделирование решетки, показанной на рисунке 2, б, подтвердило возможность заметного снижения уровня боковых лепестков ДН в двух ортогональных плоскостях и возможность согласования такой решетки в широкой полосе частот. Как и для других рассмотренных вариантов А1, А2 и А3, диапазон частот, в котором сохраняется низкий уровень боковых лепестков, существенно меньше, чем диапазон частот по критерию согласования.

### Заключение

В статье рассмотрены варианты построения двумерных полосковых антенных решеток с последовательной схемой возбуждения излучателей в строках. Решетки разработаны для применения в качестве излучателей разреженных антенных решеток. Рассмотрены решетки с однослойной и двухслойной подложкой, с вектором поляризации, ориентированным вдоль строки и перпендикулярно строке. Численно исследованы основные закономерности – зависимость параметров диаграммы направленности от числа излучателей в строке решеток. Результаты численного моделирования с помощью программы AWR сравниваются с экспериментом.

## Список литературы

1. eoPortal [Электронный ресурс] / Earth Observ. resources. – Режим доступа: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/t/terrasar-x>. – Дата доступа: 11.08.2014.
2. Chen, Zhi Ning. Broadband Planar Antennas. Design and Applications / Zhi Ning Chen, Michael Y. W. Chia. – John Wiley and Sons, 2006. – P. 239.
3. Fang, D.G. Microstrip Antennas / D.G. Fang. – Taylor and Fransis Group, 2010. – P. 296.
4. Handbook of Microstrip Antennas / ed. J. R. James, P. S. Hall. – Published by Peter Peregrinus, 1989. – P. 1295.

---

\*Сведения об авторах:

Бобков Юрий Юрьевич,

Шаляпин Иван Федорович,

Юрцев Олег Анатольевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 20.01.2015 г.

### 3. ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

#### СИНТЕЗ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ПЕЛЕНГА ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ МНОГОЛУЧЕВЫМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПЕЛЕНГАТОРОМ С БЕСПОИСКОВЫМ КРУГОВЫМ ОБЗОРОМ В ОДНОЙ ПЛОСКОСТИ

УДК 621.396.96

А. Г. Боровой, С. Б. Калитин, Д. В. Морозов\*

*В классе дискретных конечномерных сигналов синтезирован алгоритм оценки пеленга источника радиоизлучения в многоканальной приемной системе, осуществляющей беспойсковый круговой обзор в горизонтальной плоскости набором одинаковых широконаправленных антенн. Полученные выражения являются математически строгими и инвариантными к количеству приемных каналов.*

*In the class of finite-dimensional discrete signals synthesized algorithm for estimating the bearing of the radio source in a multichannel receiver system, fulfilling without scanning round visibility in the horizontal plane of the same set of broadly directional antennas. The obtained expressions are mathematically rigorous and invariant to the number of receiving channels.*

Пеленгование (определение углового положения) источников радиоизлучения является достаточно распространенной задачей в широком круге радиотехнических систем (РТС). При этом наиболее часто на практике применяются РТС с измерением пеленга в одной плоскости, например горизонтальной. Обзор пространства в таких РТС обеспечивается либо методом сканирования диаграммы направленности (ДН) одной антенны, либо беспойсковым обзором – построением неподвижных антенных решеток, в которых кроме частотно-временных параметров принятого сигнала используются соотношения начальных фаз сигналов на входах антенн. Второй подход позволяет наиболее полно использовать информацию, содержащуюся в пространственно-временной структуре электромагнитного поля, однако платой за высокую информативность является существенное сужение сектора мгновенного обзора и усложнение реализации данных систем на практике.

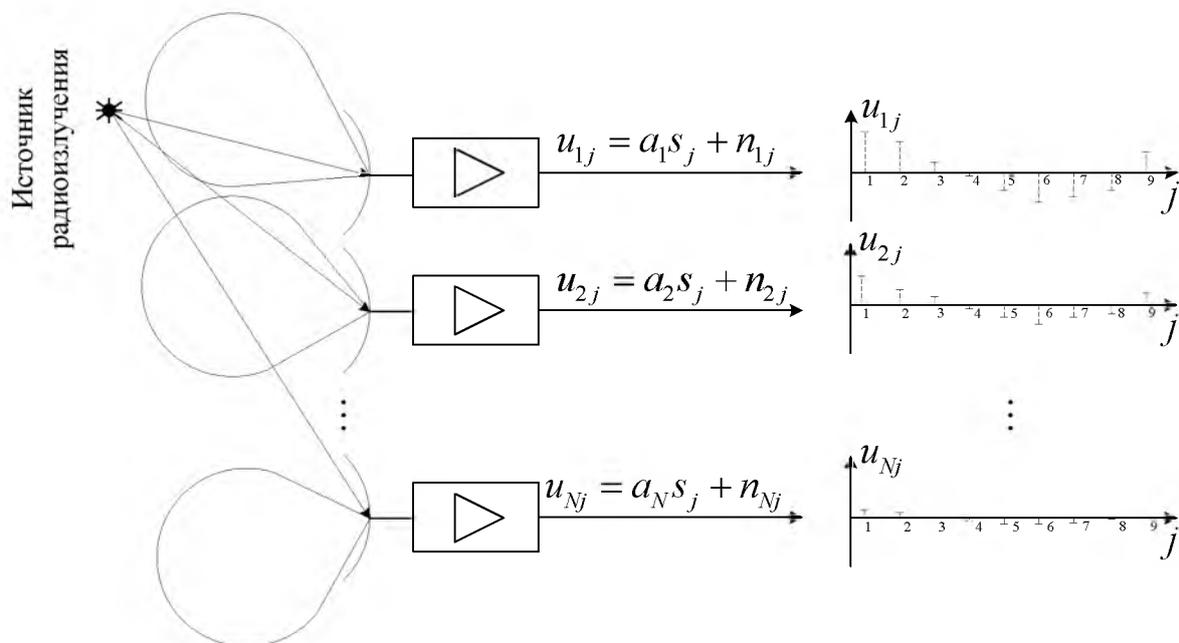
Вместе с тем в некоторых практических задачах (например, когда требуется обеспечить мгновенный обзор «вкруговую» в одной плоскости) беспойсковый обзор пространства и определение пеленга на источник радиоизлучения могут быть обеспечены с помощью системы широконаправленных антенн с перекрывающимися диаграммами направленности и обработки информации, заключенной в соотношении действительных огибающих сигналов независимых приемных каналов.

#### *Постановка задачи*

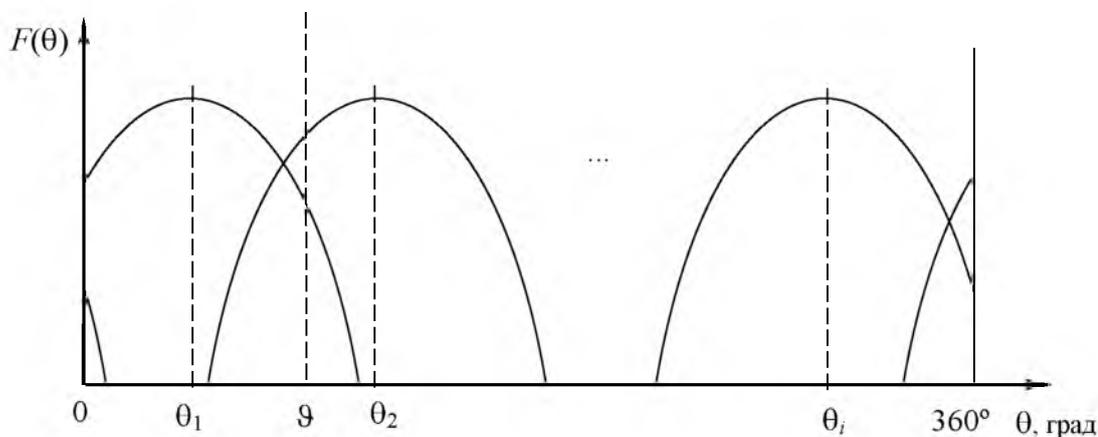
Рассмотрим многолучевую пеленгационную систему (МПС), состоящую из  $i = \overline{1, N}$  полностью идентичных приемных каналов, которые обеспечивают круговой прием радиосигналов в горизонтальной плоскости с помощью совокупности ( $N$ ) одинаковых антенн (рисунок 1, *a*). При этом диаграммы направленности антенн МПС имеют в горизонтальной плоскости широкий главный лепесток (рисунок 1, *b*). Такое допущение справедливо для широкого класса рупорных антенн, диаграммы направленности которых в логарифмическом масштабе с высокой точностью аппроксимируются квадратичными полиномами [1]. При поступлении в МПС с углового направления  $\vartheta$  произвольного радиосигнала, частота

которого находится в полосе пропускания МПС, на выходах приемных каналов МПС будут сформированы сигналы разной амплитуды (рисунок 1, а).

Требуется найти значение оценки пеленга  $\vartheta$  источника радиоизлучения по векторам временных отсчетов сигналов  $u_{ij}$ ,  $i=\overline{1, N}$ ,  $j=\overline{1, M}$ , сформированным на выходах приемных каналов МПС (рисунок 1, а).



а



б

а – структура МПС; б – диаграммы направленности антенн МПС

**Рисунок 1. – Многолучевая пеленгационная система кругового обзора**

Пусть  $s = s_j$ ,  $j=\overline{1, M}$ , – вектор-столбец временных отсчетов сигнала источника радиоизлучения в фазовом центре антенной системы. Тогда отсчеты сигнала на выходе  $i$ -го приемного канала МПС могут быть представлены в виде

$$u_{ij} = a_i(\theta_i, \vartheta) s_j + n_{ij}, \quad (1)$$

где  $a_i(\theta_i, \vartheta)$  – коэффициент, определяющий амплитуду сигнала в зависимости от формы диаграммы направленности антенны, направления максимума ДН  $\theta_i$  и угла пеленга объекта  $\vartheta$ ;

$n_{ij}, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}$  – элемент матрицы, составленной из векторов временных отсчетов гауссовского некоррелированного шума  $i$ -го приемного канала МПС.

Перейдем от уравнения (1) к векторно-матричному уравнению:

$$U = s a^T + N, \quad (2)$$

где  $a = a_i, i = \overline{1, N}$  – вектор-столбец амплитудных коэффициентов.

Информация о пеленге  $\vartheta$  заключена в векторе  $a$ , поэтому на первом этапе решения задачи необходимо найти его оценку. Оптимальной в смысле минимума квадрата ошибки является оценка  $\hat{a}$ , доставляющая минимум квадратичному функционалу:

$$\rho = \|U - s \hat{a}^T\|^2. \quad (3)$$

Здесь и далее символ  $\| \cdot \|$  обозначает евклидову норму матрицы.

Найдем частные производные функционала (3) по неизвестным переменным  $s, \hat{a}$  и приравняем их нулю:

$$\frac{\partial \rho}{\partial s} = U - s \hat{a}^T \quad \hat{a} = U \hat{a} - s \|\hat{a}\|^2 = \emptyset \Rightarrow s = \frac{1}{\|\hat{a}\|^2} U \hat{a}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial a} = U - s \hat{a}^T \quad s = U^T s - \hat{a} \|s\|^2 = \emptyset. \quad (5)$$

Подставив выражение для вектора  $s$  (4) в уравнение (5) и проведя несложные преобразования, получим систему однородных уравнений

$$W - \lambda I \hat{a} = \emptyset, \quad (6)$$

где  $W = U^T U, \lambda = \|s\|^2 \|\hat{a}\|^2, I$  – единичная матрица размером  $N \times N$ .

Векторно-матричное уравнение (6) является линейным преобразованием, в котором  $\hat{a}$  – собственный вектор, а  $\lambda$  – собственное значение матрицы  $W$ . Для того чтобы уравнение (6) имело ненулевое решение, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие

$$\det W - \lambda I = 0. \quad (7)$$

Выражение (7) – алгебраическое уравнение  $i$ -й степени относительно  $\lambda$ . Такое уравнение имеет  $i$  корней (с учетом комплексных и равных), при этом собственными значениями являются только действительные корни уравнения (7). Для нахождения собственного вектора  $\hat{a}$  необходимо полученное из (7) собственное значение  $\lambda$  подставить в выражение (6) [2, 3].

Используя выражения (1) и (2), сформируем структуру матрицы  $W$ :

$$W = \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^N \|a_{1j} s_j + n_{1j}\|^2 & \sum_{j=1}^N a_{1j} s_j + n_{1j}^T a_{2j} s_j + n_{2j} & \cdots & \sum_{j=1}^N a_{1j} s_j + n_{1j}^T a_i s_j + n_{ij} \\ \sum_{j=1}^N a_{2j} s_j + n_{2j}^T a_{1j} s_j + n_{1j} & \sum_{j=1}^N \|a_{2j} s_j + n_{2j}\|^2 & \cdots & \sum_{j=1}^N a_{2j} s_j + n_{2j}^T a_i s_j + n_{ij} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{j=1}^N a_{ij} s_j + n_{ij}^T a_{1j} s_j + n_{1j} & \sum_{j=1}^N a_{ij} s_j + n_{ij}^T a_{2j} s_j + n_{2j} & \cdots & \sum_{j=1}^N \|a_{ij} s_j + n_{ij}\|^2 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

При условии идентичности и независимости приемных каналов МПС равенство (8) после вычитания значения мощности шума из главной диагонали преобразуется к следующему виду:

$$W \approx \begin{pmatrix} a_1^2 & a_2 a_1 & \cdots & a_i a_1 \\ a_1 a_2 & a_2^2 & \cdots & a_i a_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_1 a_i & a_2 a_i & \cdots & a_i^2 \end{pmatrix} \|s\|^2. \quad (9)$$

Для определения собственного числа матрицы  $W$  подставим (9) в уравнение (6) и после преобразований получим

$$\left( \begin{pmatrix} a_1^2 & a_2 a_1 & \cdots & a_i a_1 \\ a_1 a_2 & a_2^2 & \cdots & a_i a_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_1 a_i & a_2 a_i & \cdots & a_i^2 \end{pmatrix} - \|a\|^2 I \right) \hat{a} \|s\|^2 = \emptyset. \quad (10)$$

Из выражения (10) следует, что собственное значение получается равным

$$\lambda = \|a\|^2 = a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_i^2. \quad (11)$$

Для определения координат собственного вектора рассмотрим систему (6). Определитель данной системы равен нулю, поскольку это было условием нахождения собственных чисел матрицы  $W$ . Это означает, что уравнения системы (6) не являются независимыми. Тогда рассмотрим  $i - 1$  уравнений при условии, что, например,  $a_i = 1$ . Находя корни системы (6), при оговоренном условии получим собственный вектор  $a^*$ :

$$a^* = \left[ \frac{a_1}{a_i} \quad \frac{a_2}{a_i} \quad \frac{a_3}{a_i} \dots \frac{a_{i-1}}{a_i} \quad 1 \right] \|s\|^2. \quad (12)$$

Векторы  $a^*$  и  $\hat{a}$  совпадают по направлению, но отличаются по модулю (что объясняется произвольностью длин собственных векторов). Для того чтобы перейти к искомому вектору  $\hat{a}$ , необходимо произвести нормировку  $a^*$  и умножить его на собственное значение  $\lambda$  [3]:

$$\hat{a} = \frac{a^* \sqrt{\lambda}}{\|a^*\|} = a_1 \ a_2 \ a_3 \dots a_i. \quad (13)$$

Теперь, используя оценку собственного вектора  $\hat{a}$ , полученную из (7)–(13), можно найти искомый пеленг  $\vartheta$ .

Пусть в соответствии с условием задачи диаграмма направленности каждой антенны МПС с высокой точностью аппроксимируется в логарифмическом масштабе квадратичным полиномом

$$a_{i,dB}(\theta_i, \vartheta) = 20 \lg a_i(\theta_i, \vartheta) = k \theta_i - \vartheta^2, \quad (14)$$

где  $k$  – безразмерный коэффициент.

Тогда, задавшись равенством  $\hat{a}_{dB} = 20 \lg \hat{a}$ , составим квадратичный функционал:

$$\mu = \left\| k \theta - \hat{\vartheta} e^{(2)} - \hat{a}_{dB} \right\|^2, \quad (15)$$

где  $\theta = \theta_1 \dots \theta_N$  – вектор-столбец значений направлений максимумов ДН антенн МПС;

$\hat{\vartheta}$  – оценка пеленга;  
 $e$  – единичный вектор-столбец размерностью  $N$ ;  
 $\theta - \hat{\vartheta}e^{(2)}$  – операция поэлементного возведения в квадрат вектора  $\theta - \hat{\vartheta}e$ .

Для удобства дальнейшего анализа введем оператор диагонализации вектора  $\theta$ , который представляет собой операцию умножения вектора  $\theta$  на единичный тензор третьей валентности [4]:

$$D \theta = \begin{bmatrix} \theta_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \theta_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \theta_i \end{bmatrix}.$$

Теперь функционал (15) может быть записан в виде векторно-матричного выражения

$$\mu = k^2 \left\| D \theta \theta - 2\hat{\vartheta}\theta + \hat{\vartheta}^2 e - \frac{\bar{a}_{dB}}{k} \right\|^2. \quad (16)$$

Продифференцируем (16) по  $\hat{\vartheta}$ :

$$\frac{\partial \mu}{\partial \hat{\vartheta}} = 2k^2 \left( D \theta \theta - 2\hat{\vartheta}\theta + \hat{\vartheta}^2 e - \frac{\bar{a}_{dB}}{k} \right)^T 2\hat{\vartheta}e - 2\theta. \quad (17)$$

Приравняв выражение (17) к нулю и проведя соответствующие математические преобразования, получим общее кубическое уравнение относительно искомой оценки  $\hat{\vartheta}$ :

$$p_3 \hat{\vartheta}^3 + p_2 \hat{\vartheta}^2 + p_1 \hat{\vartheta} + p_0 = 0, \quad (18)$$

где  $p_3 = \|e\|^2$ ,  $p_2 = -3\theta^T e$ ,  $p_1 = 3\|\theta\|^2 - \frac{e^T \bar{a}_{dB}}{k}$ ,  $p_0 = \frac{\theta^T \bar{a}_{dB}}{k} - \theta^T D \theta \theta$ .

Анализ уравнения (18) показывает, что его дискриминант меньше нуля, из чего следует, что оно имеет один действительный и два комплексно сопряженных корня. Решение (18) может быть найдено с помощью формул Кардано [5]:

$$\hat{\vartheta} = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{-\frac{27q^2 - 4p^3}{108}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{-\frac{27q^2 - 4p^3}{108}}} - \frac{p_2}{3p_3}, \quad (19)$$

где  $p = -p_2^2 / (3p_3^2) + p_1 / p_3$ ,  $q = 2p_2^3 / (27p_3^3) - p_2 p_1 / (3p_3^2) + p_0 / p_3$ .

Таким образом, синтезированный алгоритм (19) оценки пеленга в многолучевом измерительном пеленгаторе с беспойсковым круговым обзором обладает следующими достоинствами:

1. Определение пеленга в многолучевой пеленгационной системе осуществляется при помощи математически строгих и однозначных процедур линейной алгебры.
2. Отсутствуют ограничения по количеству антенн многолучевой пеленгационной системы и направлению их максимумов диаграмм направленности.
3. Алгоритм инвариантен к типу принимаемого сигнала.
4. Простота синтезированных алгоритмов позволяет осуществлять функционирование МПС в реальном масштабе времени.

#### Список литературы

1. Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ: учеб. для радиотехн. спец. вузов / Д. М. Сазонов. – М.: Высш. шк., 1988. – 432 с.

2. Уоткинс, Д. Основы матричных вычислений / Д. Уоткинс. – М.: БИНОМ, 2006. – 664 с.
3. Ланцош, К. Практические методы прикладного анализа / пер. с англ. М. З. Кайнер; под ред. А. М. Лопшица. – М., 1961. – 524 с.
4. Лапука, О. Г. Анализ и синтез в классе дискретных конечномерных систем / О. Г. Лапука, К. К. Пашенко. – Минск: ВА РБ, 2010. – 372 с.
5. Гусак, А. А. Справочник по высшей математике / А. А. Гусак, Г. М. Гусак, А. Е. Бричикова. – Минск: Тетра Системс, 1999. – 640 с.

---

\*Сведения об авторах:

Боровой Александр Григорьевич,

Калитин Сергей Борисович,

Морозов Дмитрий Васильевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 05.11.2014 г.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ РАДИОЛИНИИ В ДИАПАЗОНАХ 10–18 И 18–30 ГГц

УДК 621.396.614

Д. В. Заневский, В. В. Гладейчук, А. В. Бычков\*

*Статья посвящена сравнительной статистической оценке энергетических затрат и пропускной способности космической радиолинии в Ka и Ku диапазонах для коэффициента готовности 99,7 %.*

*The article is devoted comparative statistical evaluation of energy consumption and transfer capability satellite radio link in Ka and Ku band for the availability factor of 99.7 %.*

Повышение несущей частоты на космической радиолинии приводит к увеличению ее пропускной способности, что в настоящее время является актуальным в связи со значительной нагрузкой геостационарных орбит и необходимостью выполнения требования ЭМС. Однако рост частоты требует увеличения энергетических затрат за счет возрастания затухания в свободном пространстве, уровня потерь за счет дождя, сцинтилляций, потерь в молекулах газа, парах воды и увеличения помех от атмосферы и поверхности земли. Рост потерь несколько компенсируется увеличением коэффициента усиления (КУ) антенн из-за возрастания их волновых размеров.

### 1. Постановка задачи

Рассмотрим космические радиолинии от передатчика земной станции (ЗС) до приемника транспондера искусственного спутника земли (ИСЗ), которую называют «линией вверх» и от передатчика транспондера до приемника ЗС – «линия вниз». Для анализа энергетических соотношений возьмем две частоты в Ku диапазоне (вниз – 12,6, вверх – 14 ГГц) и две частоты в диапазоне Ka (вниз – 19,841, вверх – 29,651 ГГц) [1].

Уровень сигнала на входе приемника  $P$  (дБ) определяется из выражения

$$P = P_1 + G_1 - L_{\phi 1} + G_2 - L_{\phi 2} - L(q),$$

где  $P_1$  – мощность передатчика, дБ;

$G_{1(2)}$  – коэффициент усиления (КУ) передающей (приемной) антенны, дБи;

$L_{\phi 1(2)}$  – потери в фидерном тракте передатчика (приемника), дБ;

$L(q)$  – общие потери на радиолинии, не превышающие данного значения в  $q$  % времени года, дБ. Значение  $q$  совпадает со значением коэффициента готовности 99,7 %.

Минимально необходимый уровень сигнала на входе приемника

$$P_{\min} = P_{\text{ш}} + P_{\text{с/ш}},$$

где  $P_{\text{ш}}$  – мощность, обусловленная внешними и внутренними шумами приемника;

$P_{\text{с/ш}}$  – защитное отношение сигнал/шум, обеспечивающее заданное значение коэффициента ошибок, исправляемое помехоустойчивым кодированием (BER (PER), битовый (пакетный) коэффициент ошибок).  $P_{\text{с/ш}}$  определяется технологией связи, модуляцией и скоростью кодирования [2].

Определим запас по уровню сигнала, получаемый в Ka и Ku диапазонах:

$$P_{\text{с/ш}} = P_1 + G_1 - L_{\phi 1} + G_2 - L_{\phi 2} - L(q) - P_{\text{ш}},$$

в соответствии с которым и будем выбирать вид модуляции, кодирования и скорость передачи информации.

В [2] приведены таблицы значений защитных отношений для различных технологий широкополосного обмена информацией: TDMA, MC-CDMA, OFDM, CI-OFDM. В них в зависимости от запаса уровня приводятся различные виды модуляции и кодирования с соответствующими значениями спектральной эффективности  $B$  (Бит/с/Гц). Пропускная

способность радиолонии  $V$  (Мбит/с) зависит от возможной ширины полосы частот  $\Delta f$  (МГц),  $V = B \Delta f$ , определяемой несущей частотой модулированного сигнала.

В данной статье рассматриваются два вопроса.

1. Как необходимо увеличить энергетическую радиолонии в  $Ka$  диапазоне, чтобы обеспечить такую же спектральную эффективность, что и в  $Ku$  диапазоне.

2. Как изменится пропускная способность радиолонии при неизменных значениях мощности передатчика в полосе 1 % от величины несущей частоты.

## 2. Методика статистической оценки потерь на космической радиолонии

Общие потери на космической радиолонии  $L(q)$  складываются из основных потерь  $L_0$  и дополнительных потерь  $L_d(q)$ :

$$L(q) = L_0 + L_d(q), \quad L_d(q) = L_{гм}(q) + L_r(q),$$

где  $L_{гм}(q)$  – объединенные потери в гидрометеорах (в дожде) и за счет замираний сигнала в условиях ясного неба (методика их расчета приведена в [3]), дБ;

$L_r(q)$  – потери в газах (молекулах кислорода и парах воды), дБ.

Основные потери определяются из выражения

$$L_0 = 20 \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right) \quad \text{или} \quad L_0 = 92,44 + 20 \log f + 20 \log d,$$

где  $f$  – частота (ГГц),  $d$  – расстояние до ИСЗ (км)  $d = \sqrt{a + H^2 - a^2 \cos^2 \theta} - a \sin \theta$ ,  $a$  – радиус Земли (6375 км),  $H$  – высота геостационарной орбиты (35 786 км),  $\theta$  – угол места ИСЗ над ЗС:

$$\theta = \arctg \left[ \frac{\cos \varphi_2 - \varphi_1 \cos \vartheta - 0,151}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_2 - \varphi_1 \cos^2 \vartheta}} \right],$$

где  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – долгота ИСЗ и ЗС,  $\vartheta$  – широта ЗС.

Потери в молекулах кислорода достаточно стабильны и существуют независимо от условий ясного неба или дождя.

Потери в парах воды зависят от их концентрации в тропосфере. Концентрация паров существенно возрастает во время дождя. Поэтому потери радиосигнала в парах воды будут зависеть от процента времени выпадения дождя в году, который определяется статистическими параметрами дождя.

Погонное ослабление (дБ/км) на уровне моря из-за влияния кислорода [4]

$$\gamma_0 = \left[ \frac{7,2}{f^2 + 0,34} + \frac{0,62}{(54 - f)^{1,16} + 0,83} \right] f^2 \cdot 10^{-3}.$$

Погонное ослабление (дБ/км) на уровне моря из-за влияния водяных паров [4]:

$$\gamma = \left\{ 0,046 + 0,0019\rho + \frac{3,98 \eta}{(f - 22,235)^2 + 9,42 \eta^2} \left[ 1 + \left( \frac{f - 22}{f + 22} \right)^2 \right] \right\} f^2 \rho \cdot 10^{-4}, \quad \eta = 0,955 + 0,006 \rho,$$

$$\rho = \rho(0) \exp h_{зс} / 2000,$$

где  $h_{зс}$  – географическая высота антенны ЗС, м,  $\rho$  – плотность водяных паров, г/м<sup>3</sup>.

В условиях ясного неба  $\rho_c(0)$  и условиях дождя  $\rho_r(0)$  плотность водяных паров существенно отличается. Медианное значение поверхностной плотности водяных паров в условиях отсутствия дождя  $\rho_c(0)$  определяется в соответствии с географическими координатами точки расположения ЗС из файла данных «surfww\_50.txt», связанного с рекомендацией [5].

Плотность водяных паров в условиях дождя рассчитывается как [4]:

$$\rho_r(0) = \begin{cases} \rho_c(0) + 0,4 + 0,0003h_{3C}, & h_{3C} \leq 2\,600 \text{ м} \\ \rho_c(0) + 5 \exp -h_{3C} / 1\,800, & h_{3C} > 2\,600 \text{ м} \end{cases}$$

Погонное затухание в сухую погоду  $\gamma_c$  определяется в соответствии с подстановкой вместо  $\rho(0)$  вычисленного значения  $\rho_c(0)$ , погонное затухание в дожде  $\gamma_r$  – подстановкой  $\rho_r(0)$ . Эффективные расстояния в кислороде и парах воды рассчитываются как [4]:

$$d_{3o} = d_o \exp -h_{3C} / 5\,000, \quad d_o = \frac{5}{0,65 \sin 0,001 \theta + 0,35 \sqrt{\sin^2 0,001 \theta + 0,00304}},$$

$$d_{3пв} = d_{пв} \exp -h_{3C} / 2\,000, \quad d_{пв} = \frac{2}{0,65 \sin 0,001 \theta + 0,35 \sqrt{\sin^2 0,001 \theta + 0,00122}}.$$

Уровни ослабления из-за влияния кислорода и водяных паров как в условиях дождя, так и в его отсутствии, для трассы от терминала до ИСЗ определяется как

$$A_o = \gamma_o d_{3o}, \quad A_w = \gamma_c d_{3пв}, \quad A_{wr} = \gamma_r d_{3пв}.$$

А детерминированная составляющая потеря радиоволны в молекулах кислорода и парах воды рассчитывается по формуле

$$L_{ГД} = A_o + A_w.$$

Случайная составляющая, зависящая от процента времени выпадения осадков в году, определяется [4]:

$$L_{ГС}(q) = F_{wvr}(q)(A_w - A_{wr}),$$

где  $F_{wvr}(q)$  – интегральная функция распределения, учитывающая интегральные функции распределения интенсивности и вероятности выпадения дождя. Методика ее расчета приведена в [3].

Тогда результирующие потери в атмосферных газах могут быть рассчитаны

$$L_{Г}(q) = F_{wvr}(q)(A_w - A_{wr}) + A_o + A_w.$$

### 3. Методика оценки уровня шумов на входе приемника и частотной зависимости коэффициента усиления антенны

Внутренние шумы определяются пересчитанными ко входу приемного устройства шумами приемника  $P_{ш. пр}$ , шумами фидерного тракта  $P_{ш. ф}$  и шумами антенны  $P_{ш. а}$ . Внешние шумы  $P_{ш. вн}$  принято приводить к эквивалентной мощности внешних шумов на входе антенны. Для определения суммарной мощности шумов эти составляющие пересчитаем ко входу приемника.

$$P_{ш} = P_{ш. пр} + P_{ш. ф} + \eta_{ф} P_{ш. а} + \eta_{ф} \eta_{а} P_{ш. вн},$$

где  $\eta_{ф}$  – потери в фидере,  $\eta_{а}$  – потери в антенне.

В рекомендации [5] внешние шумы выражаются в шумовой температуре, однозначно связанной с мощностью шума  $P_{ш} = \kappa B T_{ш}$ ,

$$T_{ш} = T_{ш. пр} + T_{ш. ф} + \eta_{ф} T_{ш. а} + \eta_{ф} \eta_{а} T_{ш. вн},$$

где  $\kappa = 1,38 \cdot 10^{-23}$  – постоянная Больцмана,  $B$  – полоса приемника (Гц).

Для приемных устройств наземного и космического оборудования шумы традиционно задаются коэффициентом шума приемника  $K_{ш. пр}$  (дБ), который связан с шумовой температурой следующим образом:

$$T_{ш. пр} = (10^{-K_{ш. пр}/10} - 1) T_o,$$

где  $T_o$  – абсолютная температура приемника (290 К).

В спутниковых системах связи используются приемники с малыми собственными шумами за счет использования входных параметрических малошумящих усилителей. Коэффициент шума приемника ЗС составляет 1,6 дБ, а ИСЗ – 3 дБ.

Шумовая температура фидера и антенны определяются тепловыми потерями энергии в них и рассчитываются из выражения

$$T_{ш. ф(а)} = (1/\eta_{ф(а)} - 1) T,$$

где  $T$  – абсолютная температура фидера (антенны) (для ЗС принята 290 К, для ИСЗ – 220 К).

В соответствии с [6] основными источниками внешних шумов в  $Ka$  и  $Ku$  диапазонах являются шумы поверхности Земли и тропосферы. Шумы тропосферы в рассматриваемых диапазонах частот можно рассчитать в зависимости от дополнительных потерь в тропосфере  $L_{\text{доп}}$  (дБ):

$$T_{\text{ш.зс}} = 275(1 - \exp(-L_{\text{д}}/4,343)) + 2,7.$$

Значения шумов земной поверхности  $T_{\text{ш.пз}}$  для приемника ЗС не критичны, так как они ослабляются на 30–40 дБ боковыми лепестками диаграммы направленности (ДН) антенны ЗС. Относительно ИСЗ земля находится в основном лепестке ДН, поэтому

$$T_{\text{ш.исз}} = T_{\text{ш.зс}} + T_{\text{ш.пз}}.$$

$T_{\text{ш.пз}}$  определяется в соответствии с [6] в зависимости от географической широты геостационарного ИСЗ и рабочей частоты.

При росте частоты и неизменном размере апертуры антенны  $D$  автоматически увеличивается максимальное значение КУ  $G_{\text{max}}$ . В случае  $D/\lambda > 30$  КУ связан с волновыми размерами антенны в диапазоне 10–30 ГГц следующим образом [7]:

$$G_{\text{max}} \approx 20 \log \frac{D}{\lambda} + 7,7.$$

Следовательно,  $\Delta G = 20 \log (\lambda_2 / \lambda_1)$  или  $\Delta G = 20 \log (f_1 / f_2)$ .

Таким образом, при неизменных размерах апертуры антенны выигрыш за счет роста коэффициента усиления равен разности частот в логарифмическом масштабе  $f_{Ka} - f_{Ku}$ , где частота  $f$  дБ (ГГц).

#### 4. Расчет энергетических затрат и пропускной способности

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1, результаты – в таблице 2.

Таблица 1. – Исходные данные для расчета

Характеристики оборудования	Земная станция	Космическая станция
Географические координаты, град	г. Минск, долгота 27° в. д., широта 54° с. ш.	Express-AM4R орбитальная позиция 80° в. д.
Мощность передатчика, Вт	100	35
Диаметр зеркала антенны, м	0,5	1
Потери фидерного тракта, дБ	0,5	0,5
Частота передатчика $Ku$ , $Ka$ диапазонов, ГГц	14; 29,651	12,6; 19,841
Суммарная полоса приемников (транспондеров), МГц	126; 198,4	140; 296,5
Коэффициент шума приемника, дБ	1,6	3
Метод передачи цифровой информации	TDMA	

Таблица 2. – Результаты расчетов космической радиолинии

Рассчитываемый параметр	Линия «вверх»		Линия «вниз»	
	14 ГГц	29,65 ГГц	12,6 ГГц	19,84 ГГц
Основные потери передачи, дБ	207,4	214	206,5	210,5
Потери в дожде и за счет сцинтилляций, дБ	3,5	10,8	3,3	5,2
Потери в газах и парах воды, дБ	0,3	0,9	0,2	0,8
Дополнительные потери на радиолинии, дБ	3,8	11,8	3,3	6,1
Общие потери на радиотрассе, дБ	211,3	225,8	210,2	216,6
Коэффициент усиления антенн, дБ	35,7	42,2	40,8	44,8
Уровень сигнала на входе приемника (транспондера), дБ (Вт)	-114,8	-116,3	-120,1	-118,6
Общая шумовая температура, К	547	604	373	408
Запас по уровню сигнала, дБ	1 4,9	9 ,7	11,6	10,6
Возможный вид модуляции и кодирования	32-APSK 5/6	16-APSK 2/3	16-APSK 5/6	16-APSK 3/4
Удельная скорость передачи информации, Бит/с/Гц	4,119	2,637	3,3	2,96

Суммарная пропускная способность, МБит/с	576,7	791,1	415,8	593,3
--	-------	-------	-------	-------

### Выводы

В качестве выводов проведем сравнительную оценку параметров радиолинии «вниз» (на частоте  $Ku$  диапазона 12,6 ГГц по сравнению с частотой  $Ka$  диапазона 20 ГГц) и радиолинии «вверх» (на частоте  $Ku$  диапазона 14 ГГц по сравнению с частотой  $Ka$  диапазона 30 ГГц)

1. При увеличении частоты растут потери на радиолинии. На частоте 20 ГГц потери увеличиваются на 6,4 дБ, а на частоте 30 ГГц – на 14,5 дБ.

2. При увеличении частоты также растут шумы атмосферы Земли и ее поверхности. На частоте 20 ГГц уровень шумов увеличивается на 3,6 дБ, а на частоте 30 ГГц – на 3,9 дБ.

3. Возрастание потерь и уровня шумов частично компенсируется увеличением КУ антенны при неизменной апертуре за счет роста ее волновых размеров. КУ увеличивается одновременно и одинаково на обоих терминалах. На частоте 20 ГГц КУ увеличивается на 8 дБ, а на частоте 30 ГГц – на 13 дБ.

4. Суммарное уменьшение запаса по уровню на частоте 20 ГГц составляет 1 дБ, а на частоте 30 ГГц – на 5,2 дБ. Это приводит к необходимости выбирать вид модуляции и кодирования, которые осуществляют передачу информации с меньшей удельной скоростью (спектральной эффективностью, бит/с/Гц). На частоте 20 ГГц скорость уменьшается на 10 %, а на частоте 30 ГГц – на 36 %.

5. При увеличении частоты повышается возможная суммарная полоса приемников. Так на 1 % от несущей полоса приемника на частоте 20 ГГц составляет 200 МГц (возрастает на 57 %), а на частоте 30 ГГц – 300 МГц (возрастает в 2 раза).

6. Возрастание суммарной полосы приема происходит намного быстрее уменьшения удельной скорости передачи информации, что в итоге дает увеличение пропускной способности космической радиолинии. Так на частоте 20 ГГц суммарная пропускная способность возрастает на 42 %, а на частоте 30 ГГц – на 37 %.

### Список литературы

1. Возможности для глобального широкополосного доступа в Интернет для систем фиксированной спутниковой службы: рекомендация МСЭ-R S.1782. – Женева, 2007.

2. Multi-carrier based transmission techniques for satellite systems: Report ITU-R S.2173. – Geneva, 2011.

3. Заневский, Д. В. Статистическая оценка дополнительных потерь в диапазоне 10–30 ГГц на космической радиолинии / Д. В. Заневский, А. В. Бычков // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2015. – № 1.

4. Универсальная модель наземного распространения радиоволн в широкой полосе частот 30 МГц – 50 ГГц: рекомендация МСЭ-R P.2001-1. – Женева, 2013.

5. Водяные пары: плотность у поверхности Земли и общее объемное содержание: рекомендация МСЭ-R P.836-5. – Женева, 2014.

6. Radio noise: recommendation ITU P.372–11. – Geneva, 2013.

7. Эталонные диаграммы направленности земных станций ФСС для использования в процессе оценки помех с негеостационарными спутниками в полосах частот между 10,7 ГГц и 30 ГГц: рекомендация МСЭ-RS.1428-1. – Женева, 2001.

\*Сведения об авторах:

Заневский Дмитрий Валентинович,  
Гладейчук Владимир Владимирович,  
Бычков Антон Васильевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 23.04.2015 г.

## ОБОБЩЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА В СУММАРНО-ДАЛЬНОМЕРНОЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

УДК 621.396.96

С. Б. Калитин\*

*На основе векторно-алгебраического подхода получено строгое в математическом смысле решение задачи определения координат объекта в обобщенной суммарно-дальномерной радиотехнической системе, инвариантное к количеству передающих и приемных позиций, а также геометрии их расположения.*

*On the basis of vector-algebraic approach, a strict mathematical sense in the solution of the problem of determining the coordinates of the object in the generalized total range-radio system that is invariant to the number of transmit and receive-governmental positions, as well as the geometry of their location.*

Суммарно-дальномерные (эллиптические) многопозиционные радиотехнические системы (МРС) позволяют определять координаты объекта по суммам дальностей от него до разнесенных передающих и приемных позиций. В большинстве подобных систем осуществляется двухэтапная процедура определения местоположения. На первом этапе обычными для однопозиционных РЭС методами оцениваются первичные параметры – суммарные дальности, связанные с каждой парой позиций «передатчик-приемник». На втором этапе по этим оценкам вычисляются декартовы координаты объекта в единой для всех позиций центральной системе координат [1, 2]. Положение объекта в пространстве при этом определяется как точка пересечения поверхностей эллипсоидов вращения, соответствующих измеренным суммарным дальностям.

Если положение каждой  $i$ -й передающей и каждой  $j$ -й приемной позиции задаются соответственно векторами с координатами  $(x_{\text{прд}i}, y_{\text{прд}i}, z_{\text{прд}i})$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $(x_{\text{прм}j}, y_{\text{прм}j}, z_{\text{прм}j})$ ,  $j = \overline{1, K}$ , то координаты объекта  $(x_c, y_c, z_c)$  связаны с ними и измеренными суммарными дальностями  $d_{ij}$  системой из  $N \times K$  трансцендентных уравнений

$$d_{ij} = \sqrt{x_c - x_{\text{прд}i}^2 + y_c - y_{\text{прд}i}^2 + z_c - z_{\text{прд}i}^2} + \sqrt{x_c - x_{\text{прм}j}^2 + y_c - y_{\text{прм}j}^2 + z_c - z_{\text{прм}j}^2}. \quad (1)$$

Решение системы (1) теоретически позволяет найти координаты объекта, однако явные конечные выражения даже в случае минимально достаточного количества передающих и приемных позиций удается получить только для простейших вариантов их симметричного расположения. В более общем случае решение ищется одним из двух наиболее распространенных способов – линеаризацией нелинейных функциональных соотношений (1) либо с помощью последовательных приближений [1–3].

Такой подход не обеспечивает получение точного и математически строгого решения даже при отсутствии ошибок измерения первичных параметров. Поэтому на практике для повышения точности определения координат используют избыточность измерений, когда число измеряемых первичных параметров превышает число неизвестных координат объекта. Традиционное решение задач с избыточностью заключается в их декомпозиции и параллельном решении нескольких «безыбыточных» систем, в результате чего появляется несколько вариантов координат одного и того же объекта, требующих дальнейшей обработки [2].

Следовательно, актуальной является задача нахождения однозначного, математически строгого аналитического решения системы (1) в виде прямого функционального преобразования

$$c = F(d_{ij}, x_{\text{прд}i}, y_{\text{прд}i}, z_{\text{прд}i}, x_{\text{прм}j}, y_{\text{прм}j}, z_{\text{прм}j}), \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, K}, \quad (2)$$

где  $c = [x_c \ y_c \ z_c]^T$  – вектор координат объекта.

Основной проблемой получения такого решения является нелинейность уравнений связи (1). Примеры успешного решения ряда задач с триангуляционными и разностно-дальномерными измерениями позволяют предположить, что преодолеть данную проблему позволит векторно-алгебраическое представление исходной задачи с последующей формализацией соответствующих уравнений в классе линейных систем [4, 5].

*Общая постановка задачи* для суммарно-дальномерной МРС в векторно-алгебраической форме формулируется следующим образом. В трехмерном пространстве координаты  $N$  передающих и  $K = M - N$  приемных позиций задаются соответственно линейно независимыми радиусами-векторами  $r_n = [x_n \ y_n \ z_n]^T$ ,  $n = \overline{1, N}$ , и  $r_m = [x_m \ y_m \ z_m]^T$ ,  $m = \overline{(N+1), M}$ . Местоположение объекта  $C$  определяется радиусом-вектором  $c = [x_c \ y_c \ z_c]^T$ . Расстояния от объекта  $C$  до позиций МРС  $A_{n,m}$  равны  $s_{n,m}$ , а направления на него из позиций МРС задаются единичными направляющими векторами  $p_{n,m}$ ,  $\|p_{n,m}\| = 1$  (здесь и далее символ  $\| \cdot \|$  обозначает евклидову норму вектора). Первичными измеряемыми параметрами являются суммы дальностей «передатчик-объект», «приемник-объект»:

$$d_{nm} = s_n + s_m, \quad n = \overline{1, N}, \quad m = \overline{(N+1), M}. \quad (3)$$

Требуется найти координаты вектора  $c = [x_c \ y_c \ z_c]^T$  в виде прямого функционального преобразования вида (2).

На рисунке 1 такая постановка задачи проиллюстрирована примером суммарно-дальномерной МРС с двумя передающими позициями  $A_1, A_2$ , обозначенными квадратами, и двумя приемными  $A_3, A_4$ , обозначенными треугольниками.

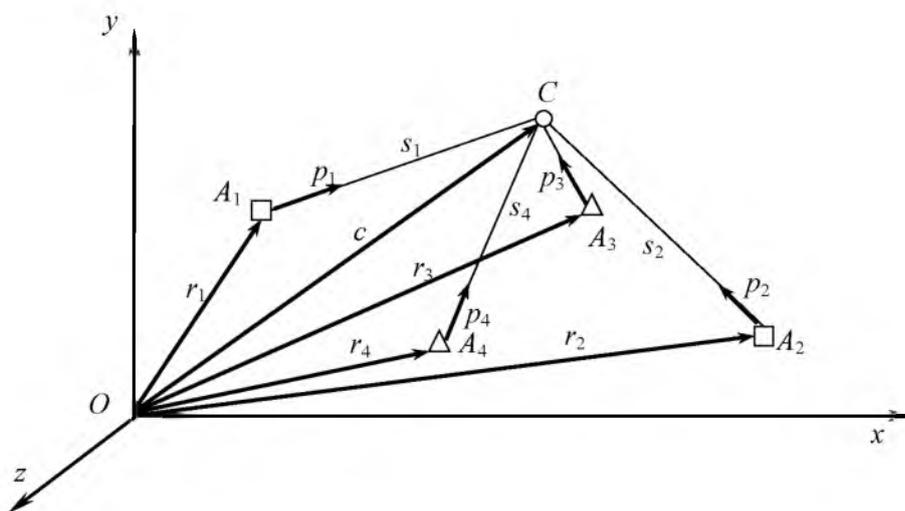


Рисунок 1. – Векторно-алгебраическое представление задачи определения координат в суммарно-дальномерной МРС с двумя передающими и двумя приемными позициями

Взаимное положение позиций суммарно-дальномерной МРС и объекта  $C$  при такой постановке задачи описывается системой векторных уравнений связи [4, 5]:

$$\begin{aligned} r_n + s_n p_n &= c, \quad n = \overline{1, N}, \\ r_m + s_m p_m &= c, \quad m = \overline{(N+1), M}. \end{aligned} \quad (4)$$

Система (4) линейна относительно определяемого вектора  $c$  и имеет размерность, зависящую от количества передающих и приемных позиций МРС. Возможность

использования нескольких передающих позиций, каждая из которых может образовывать несколько бистатических подсистем с разнесенными приемными позициями, является основной отличительной особенностью суммарно-дальномерных МРС в сравнении с разностно-дальномерными. Данный аспект определяет необходимость последовательного рассмотрения нескольких вариантов постановки и решения задачи определения координат в суммарно-дальномерных МРС различной структуры – с одной, двумя и более передающими позициями. Количество приемных позиций во всех случаях произвольное.

*Одна передающая позиция.* В этом случае в условии (3) имеется только одна дальность  $s_1$  «передатчик-объект» (т.е.  $N=1$ ), поэтому суммарные дальности могут быть сведены в вектор  $d = [d_{12} \dots d_{1M}]^T$ :

$$d = s_1 e + s, \quad (5)$$

где  $e$  – вектор размерности  $(M-1)$ , все элементы которого равны единице;

$s = [s_2 \dots s_M]^T$  – вектор расстояний от объекта  $C$  до приемных позиций МРС.

С учетом условия  $N=1$  и единичной длины направляющих векторов  $p_{1m}$  система (4) может быть преобразована к следующему виду:

$$s_1^2 = \|c\|^2 - 2r_1^T c + \|r_1\|^2, \quad (6)$$

$$s_m^2 = \|c\|^2 - 2r_m^T c + \|r_m\|^2, \quad m = \overline{2, M}. \quad (7)$$

Квадраты расстояний  $s_m^2$  объединим в вектор  $s^{(2)} = [s_2^2 \dots s_M^2]^T$ , тогда система (7) трансформируется в векторно-матричное уравнение

$$s^{(2)} = \|c\|^2 e - 2Rc + r^{(2)}, \quad (8)$$

где  $R = [r_2 \dots r_M]^T$ ,  $r^{(2)} = [\|r_2\|^2 \dots \|r_M\|^2]^T$ .

Вектор квадратов расстояний  $s^{(2)}$  может быть также выражен из уравнений (5), (6):

$$s^{(2)} = d^{(2)} - 2s_1 d + \|c\|^2 - 2r_1^T c + \|r_1\|^2 e, \quad (9)$$

где  $d^{(2)} = [d_{12}^2 \dots d_{1M}^2]^T$  – вектор квадратов суммарных дальностей.

Приравняв правые части уравнений (8), (9) и выполнив ряд преобразований, получим векторно-матричное уравнение связи вектора координат объекта  $c = [x_c \ y_c \ z_c]^T$  и дальности  $s_1$  «передатчик-объект» с векторами координат позиций МРС и измеряемыми параметрами – суммарными дальностями:

$$R - e r_1^T c - s_1 d = \frac{1}{2} r^{(2)} - d^{(2)} - \|r_1\|^2 e, \quad (10)$$

где  $e r_1^T$  – оператор формирования матрицы, состоящей из одинаковых строк  $r_1^T$ .

Уравнение (10) представляет собой классическую линейную систему вида

$$Ax = y, \quad (11)$$

где  $A = [R - e r_1^T \quad -d]$ ;  $x = \begin{bmatrix} c \\ s_1 \end{bmatrix}$ ;  $y = \frac{1}{2} r^{(2)} - d^{(2)} - \|r_1\|^2 e$ .

Матрица  $A$  имеет  $M-1$  строк и четыре столбца, следовательно, вид решения полученной системы напрямую зависит от количества приемных позиций МРС. Если их число меньше четырех, то система (11) является недоопределенной и задача имеет бесконечное множество решений. Таким образом, для определения пространственных координат минимально достаточное количество приемных позиций в суммарно-дальномерной МРС с одним передатчиком –  $(M-1) = 4$ . В этом случае матрица  $A$  является квадратной и система (11) имеет единственное решение

$$x = A^{-1}y. \quad (12)$$

При  $(M-1) > 4$  матрица  $A$  становится прямоугольной, т. е. появляется избыточность измерений. В этом случае решение может быть найдено в виде оценки  $\hat{x}$ , доставляющей минимум функционалу  $\rho = \|Ax - y\|^2$  [6]:

$$\hat{x} = A^T A^{-1} A^T y. \quad (13)$$

Выражения (12), (13) обеспечивают решение задачи в виде прямой функциональной зависимости искомых координат объекта от известных параметров – координат позиций МРС и измеренных суммарных дальностей – при любом варианте взаимного расположения передающих и приемных позиций МРС (кроме, разумеется, такого экстремального, как размещение всех позиций на одной прямой). Важным аспектом также является неизменность вида полученных решений при переходе к задаче на плоскости. Разница будет заключаться лишь в уменьшении количества столбцов матрицы  $A$  до трех и, соответственно, сокращении на единицу минимально достаточного количества приемных позиций.

*Несколько передающих позиций.* Вначале рассмотрим простейший случай, представленный на рисунке 1: в МРС, состоящей из двух передающих позиций  $A_1, A_2$  и двух приемных  $A_3, A_4$ , измеряются суммарные дальности:

$$d_{13} = s_1 + s_3, \quad d_{14} = s_1 + s_4, \quad d_{23} = s_2 + s_3, \quad d_{24} = s_2 + s_4. \quad (14)$$

Квадрат каждой дальности «приемник-объект»  $s_3, s_4$ , согласно условию (14), может быть записан двумя выражениями:

$$\begin{aligned} s_3^2 &= d_{13}^2 - 2d_{13}s_1 + s_1^2, & s_4^2 &= d_{14}^2 - 2d_{14}s_1 + s_1^2, \\ s_3^2 &= d_{23}^2 - 2d_{23}s_2 + s_2^2, & s_4^2 &= d_{24}^2 - 2d_{24}s_2 + s_2^2. \end{aligned} \quad (15)$$

Квадраты дальностей  $s_1, s_2, s_3, s_4$ , так же как и в предыдущем случае, могут быть выражены из уравнений связи (4):

$$\begin{aligned} s_1^2 &= \|c\|^2 - 2r_1^T c + \|r_1\|^2, & s_2^2 &= \|c\|^2 - 2r_2^T c + \|r_2\|^2, \\ s_3^2 &= \|c\|^2 - 2r_3^T c + \|r_3\|^2, & s_4^2 &= \|c\|^2 - 2r_4^T c + \|r_4\|^2. \end{aligned} \quad (16)$$

Подставив выражения (16) в левые и правые части уравнений (15), получим неоднородную систему из четырех линейных уравнений:

$$\begin{aligned}
2 r_1^T - r_3^T c + 2d_{13}s_1 &= d_{13}^2 + \|r_1\|^2 - \|r_3\|^2, \\
2 r_1^T - r_4^T c + 2d_{14}s_1 &= d_{14}^2 + \|r_1\|^2 - \|r_4\|^2, \\
2 r_2^T - r_3^T c + 2d_{23}s_2 &= d_{23}^2 + \|r_2\|^2 - \|r_3\|^2, \\
2 r_2^T - r_4^T c + 2d_{24}s_2 &= d_{24}^2 + \|r_2\|^2 - \|r_4\|^2.
\end{aligned} \tag{17}$$

Неизвестными переменными в системе (17) являются координаты искомого вектора  $c$  и расстояния  $s_1, s_2$ . Следовательно, если задача решается на плоскости ( $c = [x_c, y_c]^T$ ), то количество уравнений равно количеству неизвестных и существует единственное математически строгое решение системы (17), которое может быть найдено любым известным способом.

При решении пространственной задачи уравнений системы (17) становится недостаточно для определения координат вектора  $c = [x_c, y_c, z_c]^T$ . Расширить данную систему можно, проведя преобразования для дальностей «передатчик-объект»  $s_1, s_2$ , аналогичные (15), (16). В этом случае получим еще одну систему из четырех линейных уравнений:

$$\begin{aligned}
2 r_3^T - r_1^T c + 2d_{13}s_3 &= d_{13}^2 + \|r_3\|^2 - \|r_1\|^2, \\
2 r_3^T - r_2^T c + 2d_{23}s_3 &= d_{23}^2 + \|r_3\|^2 - \|r_2\|^2, \\
2 r_4^T - r_1^T c + 2d_{14}s_4 &= d_{14}^2 + \|r_4\|^2 - \|r_1\|^2, \\
2 r_4^T - r_2^T c + 2d_{24}s_4 &= d_{24}^2 + \|r_4\|^2 - \|r_2\|^2.
\end{aligned} \tag{18}$$

Системы уравнений (17), (18) имеют одинаковую размерность и являются линейно независимыми, следовательно, система (18), так же как и система (17), может быть использована для решения задачи на плоскости. Решения систем (17), (18) являются математически строгими, и при отсутствии шумов измерений полученные с их помощью координаты вектора  $c$  совпадают.

Вместе с тем данные системы уравнений имеют общие переменные – координаты вектора  $c$ , и по две дополнительные, «неосновные», переменные:  $s_1, s_2$  в системе (17) и  $s_3, s_4$  в системе (18). Следовательно, объединение систем (17), (18) приведет к переопределенной системе уравнений, т. е. к появлению избыточности, которая может обеспечить повышение точности оценок при переходе к реальным измерениям.

После группировки уравнений систем (17), (18) по переменным  $s_1, s_2, s_3, s_4$  объединенная система уравнений связи может быть записана в стандартном виде

$$Ax = y, \quad (19)$$

$$A = \begin{bmatrix} r_1^T - r_3^T & d_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ r_1^T - r_4^T & d_{14} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ r_2^T - r_3^T & 0 & d_{23} & 0 & 0 & 0 \\ r_2^T - r_4^T & 0 & d_{24} & 0 & 0 & 0 \\ r_3^T - r_1^T & 0 & 0 & d_{13} & 0 & 0 \\ r_3^T - r_2^T & 0 & 0 & d_{23} & 0 & 0 \\ r_4^T - r_1^T & 0 & 0 & 0 & d_{14} & 0 \\ r_4^T - r_2^T & 0 & 0 & 0 & 0 & d_{24} \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} c \\ s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{bmatrix}, \quad y = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} d_{13}^2 + \|r_1\|^2 - \|r_3\|^2 \\ d_{14}^2 + \|r_1\|^2 - \|r_4\|^2 \\ d_{23}^2 + \|r_2\|^2 - \|r_3\|^2 \\ d_{24}^2 + \|r_2\|^2 - \|r_4\|^2 \\ d_{13}^2 + \|r_3\|^2 - \|r_1\|^2 \\ d_{23}^2 + \|r_3\|^2 - \|r_2\|^2 \\ d_{14}^2 + \|r_4\|^2 - \|r_1\|^2 \\ d_{24}^2 + \|r_4\|^2 - \|r_2\|^2 \end{bmatrix}.$$

Матрица  $A$  в (19) имеет восемь строк. Количество столбцов в ней равно шести для задач на плоскости либо семи для задач в пространстве. Таким образом, матрица  $A$  является прямоугольной в обоих случаях и решение системы (19) будет иметь вид (13).

Полученные результаты могут быть обобщены на произвольную суммарно-дальномерную МРС, состоящую из  $M$  позиций ( $N$  передающих и  $K = M - N$  приемных). После проведения преобразований, аналогичных изложенным выше, системы уравнений (17), (18) примут соответственно следующий вид:

$$2 r_n^T - r_m^T c + 2d_{nm}s_n = d_{nm}^2 + \|r_n\|^2 - \|r_m\|^2, \quad n = \overline{1, N}, \quad m = \overline{(N+1), M}, \quad (20)$$

$$2 r_m^T - r_n^T c + 2d_{nm}s_m = d_{nm}^2 + \|r_m\|^2 - \|r_n\|^2, \quad m = \overline{(N+1), M}, \quad n = \overline{1, N}. \quad (21)$$

Системы (20), (21) состоят из одинакового количества уравнений, которое равно  $Z = N M - N$ . Количество неизвестных при этом разное: в задачах на плоскости  $N + 2$  в системе (20) и  $K + 2$  в системе (21), в пространственных задачах количество неизвестных на единицу больше –  $N + 3$  и  $K + 3$  соответственно.

Сгруппированные уравнения (20), (21) представляют собой обобщенную избыточную систему уравнений для произвольного количества передающих и приемных позиций суммарно-дальномерной МРС. Максимальное количество уравнений в такой системе равно  $Z_{\max} = 2N M - N$ , а количество неизвестных –  $M + 2$  или  $M + 3$  для задач на плоскости или в пространстве. Следовательно, если одна из приемных позиций становится передающей (в этом случае число  $N$  на единицу увеличивается, а число  $M - N$  на единицу уменьшается), то максимальное количество уравнений будет равно

$$Z_{\max}^{+1} = 2 N + 1 M - N - 1 = Z_{\max} + 2 M - 2N - 1. \quad (22)$$

Это означает, что потенциальная информационная избыточность в суммарно-дальномерных МРС достигается при  $N = M/2$ , если общее количество позиций системы  $M$  – четное, и при  $N = (M - 1) / 2$ , если  $M$  – нечетное.

В стандартной векторно-матричной записи объединенная система уравнений (20), (21) имеет вид

$$Ax = y, \quad (23)$$

$$A = \begin{bmatrix} r_1^T - r_m^T & d_{1m} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_N^T - r_m^T & 0 & \dots & 0 & d_{Nm} & 0 & \dots & 0 \\ r_{(N+1)}^T - r_n^T & 0 & \dots & 0 & d_{n(N+1)} & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots \\ r_M^T - r_n^T & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & d_{nM} & \dots \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} c \\ s_1 \\ \dots \\ s_M \end{bmatrix}, \quad y = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} d_{1m}^2 + \|r_1\|^2 - \|r_m\|^2 \\ \dots \\ d_{Nm}^2 + \|r_N\|^2 - \|r_m\|^2 \\ d_{n(N+1)}^2 + \|r_{(N+1)}\|^2 - \|r_n\|^2 \\ \dots \\ d_{nM}^2 + \|r_M\|^2 - \|r_n\|^2 \end{bmatrix},$$

$$n = \overline{1, N}, \quad m = \overline{(N+1), M}.$$

Линейная система (23) является обобщенной системой уравнений связи координат определяемого объекта с первичными измеряемыми параметрами для любой суммарно-дальномерной МРС. Данные уравнения сформированы на основе предельно простых процедур линейной алгебры без приближений и допущений. Решение обобщенной системы (23) может быть получено в виде прямого функционального преобразования (13), которое является математически строгим, однозначным, универсальным для задач на плоскости и в пространстве и не накладывает ограничений на количество передающих и приемных позиций МРС и их взаимное расположение.

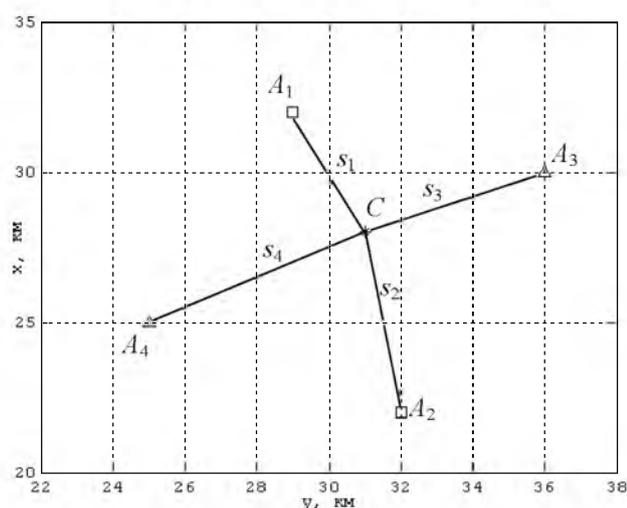
Сравнительную оценку точности определения местоположения в зависимости от используемой системы уравнений связи проиллюстрируем на примере плоскостной измерительной системы, представленной на рисунке 2:

координаты предающих позиций (км) –  $A_1(32, 29)$ ,  $A_2(22, 32)$ ;

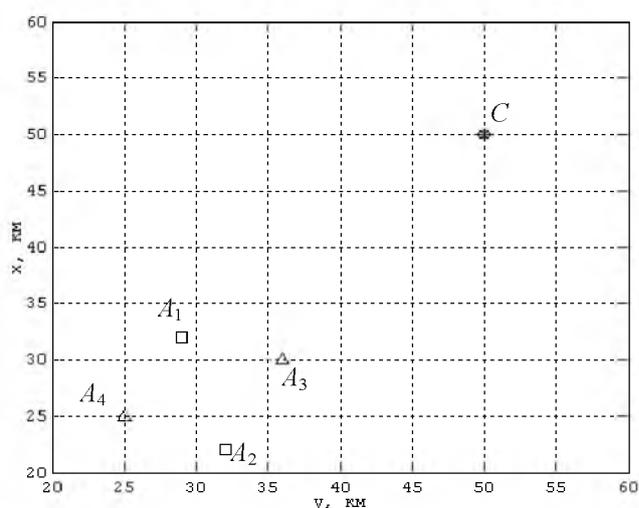
координаты приемных позиций (км) –  $A_3(30, 36)$ ,  $A_4(25, 25)$ ;

определяемый пункт в одном случае находится внутри габаритов измерительной системы в точке с координатами  $c_x = 28$  км,  $c_y = 31$  км (рисунок 2, а), в другом – вне ее габаритов в точке с координатами  $c_x = 50$  км,  $c_y = 50$  км (рисунок 2, б);

суммарные дальности  $d_{13} = s_1 + s_3$ ,  $d_{14} = s_1 + s_4$ ,  $d_{22} = s_2 + s_3$ ,  $d_{24} = s_2 + s_4$  измеряются со среднеквадратической ошибкой  $\sigma_d = 30$  м.



а

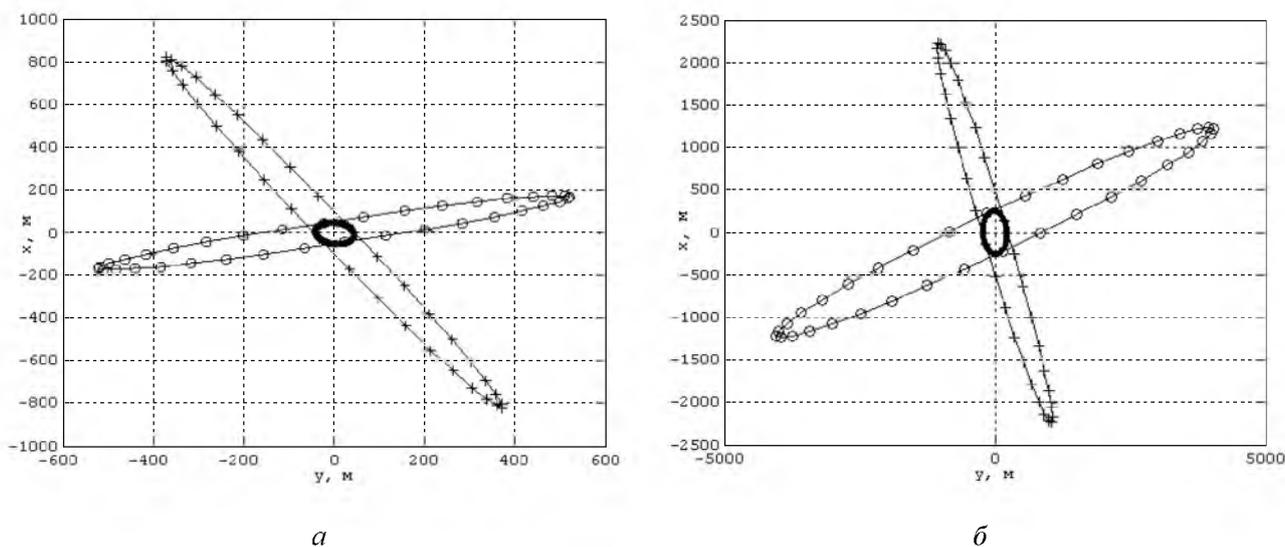


б

Рисунок 2. – Схема измерений четырехпозиционной суммарно-дальномерной МРС на плоскости

Определение координат объекта  $C$  осуществлялось тремя разными способами – путем решения систем (17), (18) и (19).

Результаты оценки точности определения местоположения приведены на рисунке 3 в виде эллипсов ошибок, каждый из которых является геометрическим местом точек равной плотности вероятности двух составляющих ( $\Delta x$  и  $\Delta y$ ) линейной ошибки определения местоположения объекта.



+ – при использовании системы (18); o – при использовании системы (19);  
жирная линия – при использовании системы (20)

**Рисунок 3. – Эллипсы ошибок определения местоположения объекта при использовании различных систем уравнений связи**

Как видно из рисунка 3, *а, б*, при использовании систем (17), (18) с минимально достаточным количеством уравнений связи получаемые оценки местоположения распределены вдоль прямых, имеющих характерную направленность. Оценки, полученные из решения системы (17), в которой дополнительными переменными являются дальности  $s_1, s_2$ , распределены вдоль прямой, параллельной отрезку  $A_1A_2$ , а оценки, полученные из решения системы (18), в которой дополнительными переменными являются дальности  $s_3, s_4$ , распределены вдоль прямой, параллельной отрезку  $A_3A_4$ .

В то же время оценки местоположения, полученные с помощью избыточной системы (19), не имеют ярко выраженного направления рассеяния, а эллипс их ошибок независимо от взаимного расположения определяемого объекта и позиций МРС оказывается вписанным в область пересечения эллипсов ошибок систем (17), (18). Это означает, что дисперсия линейных ошибок определения местоположения с использованием системы (19) не может превышать дисперсии ошибок определения местоположения с использованием систем (17), (18).

Таким образом, при одном и том же количестве позиций суммарно-дальномерной МРС наибольшую точность определения местоположения объекта обеспечивает решение обобщенной системы уравнений связи, обладающей максимальной избыточностью.

Простота и наглядность решения задач определения координат объекта по суммарно-дальномерным измерениям подтверждает адекватность векторно-алгебраического подхода и позволяет говорить о его универсальности.

#### Список литературы

1. Черняк, В. С. Многопозиционная радиолокация / В. С. Черняк. – М.: Радио и связь, 1993. – 416 с.
2. Кондратьев, С. В. Многопозиционные радиотехнические системы / С. В. Кондратьев, А. Ф. Котов, Л. Н. Марков. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.

3. Ярлыков, М. С. Статистическая теория радионавигации / М. С. Ярлыков. – М.: Радио и связь, 1985. – 344 с.
4. Калитин, С. Б. Алгоритмы оценки декартовых координат излучающих радиоэлектронных средств с использованием уравнений прямых пеленга / С. Б. Калитин, А. Г. Боровой, В. М. Морозов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь – 2013. – № 4. – С. 88–93.
5. Калитин, С. Б. Векторно-алгебраическое решение задачи определения координат объекта в разностно-дальномерной радиотехнической системе / С. Б. Калитин, А. Г. Боровой, А. В. Шарамет // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 2. – С. 79–83.
6. Уоткинс, Д. Основы матричных вычислений / Д. Уоткинс. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. – 664 с.

---

\* Сведения об авторе:

Калитин Сергей Борисович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 20.01.2015 г.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ДИСКРЕТНОЙ КОНЕЧНОМЕРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СЕПАРАБЕЛЬНЫХ ДВУМЕРНЫХ СИГНАЛОВ

УДК 621.396.96

О. Г. Лапука, А. А. Ростов\*

*Статья посвящена аналитическому представлению процедуры цифровой фильтрации сепарабельных двумерных (матричных) сигналов в классе дискретных конечномерных систем. Получены векторно-матричные выражения, характеризующие двумерную свертку. На примере картографирующей РЛС с синтезом антенной апертуры проиллюстрированы этапы цифровой обработки исходного радиолокационного изображения.*

*The article is devoted to analytical procedures representation of two-dimensional digital filtering (matrix) signals in a class of discrete finite-dimensional systems. Obtained vector-matrix expressions characterizing the two-dimensional convolution. On the example be mapped radar synthesis aperture illustrated stages of digital processing of the original radar image. Characterized by new potential capabilities for digital filtering of finite-dimensional discrete signals due to their separability.*

Широкие перспективы развития современных радиоэлектронных средств (РЭС) управления оружием открывает применение методов цифровой обработки сигналов, реализуемых в виде алгоритмического и программного обеспечения цифровых сигнальных процессоров на базе программируемых логических интегральных схем. В настоящее время известно и широко применяется большое количество стандартных цифровых процедур фильтрации, комплексных частотных преобразований, экстраполяции и интерполяции, синтеза сигналов, преобразования Фурье и т. п.

В связи с этим значительный интерес представляет собой развитие *аналитических* методов, позволяющих формально описать цифровые сигналы и устройства их преобразования. Один из новых подходов к математически строгому аналитическому представлению таких объектов представлен в монографии [1]. Он базируется на дискретном конечномерном представлении сигналов и цифровых устройств в виде алгебраических объектов – многомерных тензоров, частными вариантами которых являются скаляр, вектор, матрица, трехмерная матрица и т. д.

Одно из главных достоинств нового подхода – его формальность. В ряде работ [1–4] на многочисленных примерах проиллюстрированы широкие возможности предлагаемого математического аппарата по синтезу различных устройств цифрового преобразования сигналов (согласованного фильтра, фильтра приближения отклика к заданной форме, фильтра максимального сжатия и т. д.). Принципиально новым результатом, представленным в работе [5], является синтез «идеальной» имитирующей помехи, обеспечивающей на подавляемой стороне формирование произвольной тактической обстановки (заданное размещение устойчивых ложных целей вдоль шкалы дальности, в том числе впереди помехопостановщика).

Необходимо отметить, что предложенные в перечисленных работах иллюстрации затрагивали только процедуры цифровой обработки *одномерных* дискретных конечномерных сигналов (ДКС), представляемых в виде вектор-столбцов. Вместе с тем значительный интерес представляет расширение области применимости данных результатов к обработке многомерных сигналов. Характерный пример, находящийся в поле прикладных радиотехнических интересов авторов, – цифровая обработка двумерных (матричных) сигналов в радиолокационных станциях обзора земной поверхности с цифровым синтезом апертуры антенны (РСА). В данных станциях конечное двумерное радиолокационное изображение формируется из исходного путем последовательного выполнения процедур согласованной фильтрации над столбцами и строками исходного цифрового матричного

сигнала, сформированного как «упакованные» в матрицу вектор-строки отраженного сигнала (ОС) на каждый зондирующий импульс (ЗИ) (рисунок 1).

Вид каждой из строк данной матрицы определяется законом модуляции зондирующего сигнала, а также распределением ЭПР элементов разрешения по картографируемому участку подстилающей поверхности. В то же время форма каждого вектор-столбца исходной матрицы инвариантна к закону модуляции зондирующего сигнала. Она определяется исключительно формой так называемого траекторного сигнала [6], зависящего от скорости полета носителя, времени синтезирования и длины волны. Траекторный сигнал при боковом обзоре в первом приближении представляет собой ЛЧМ-импульс с отрицательной крутизной (с переходом мгновенной частоты из положительной области в отрицательную).

ОС на 1-й ЗИ →	$S_{11}$	$S_{12}$	...	$S_{1N}$
ОС на 2-й ЗИ →	$S_{21}$	$S_{22}$	...	$S_{2N}$
	...	...	...	...
ОС на $M$ -й ЗИ →	$S_{M1}$	$S_{M2}$	...	$S_{MN}$

Рисунок 1. – Структура матричного сигнала в РСА

Рисунок 2 характеризует яркостное отображение конкретной реализации матричного сигнала, сформированного при идеализированном радиолокационном наблюдении точечной цели (без учета миграции дальности). Характерная особенность и замечательное свойство данной матрицы – ее сепарабельность (разделяемость), т. е. возможность представления в виде тензорного, в общем случае комплексного перемножения двух независимых формирующих векторов: траекторного (вектор-столбец) и отраженного (вектор-строка) дискретных конечномерных сигналов.

Формальная математическая процедура формирования сепарабельного матричного сигнала представляет собой тензорное произведение (без свертки) [1], которое в индексных обозначениях в общем виде записывается так:

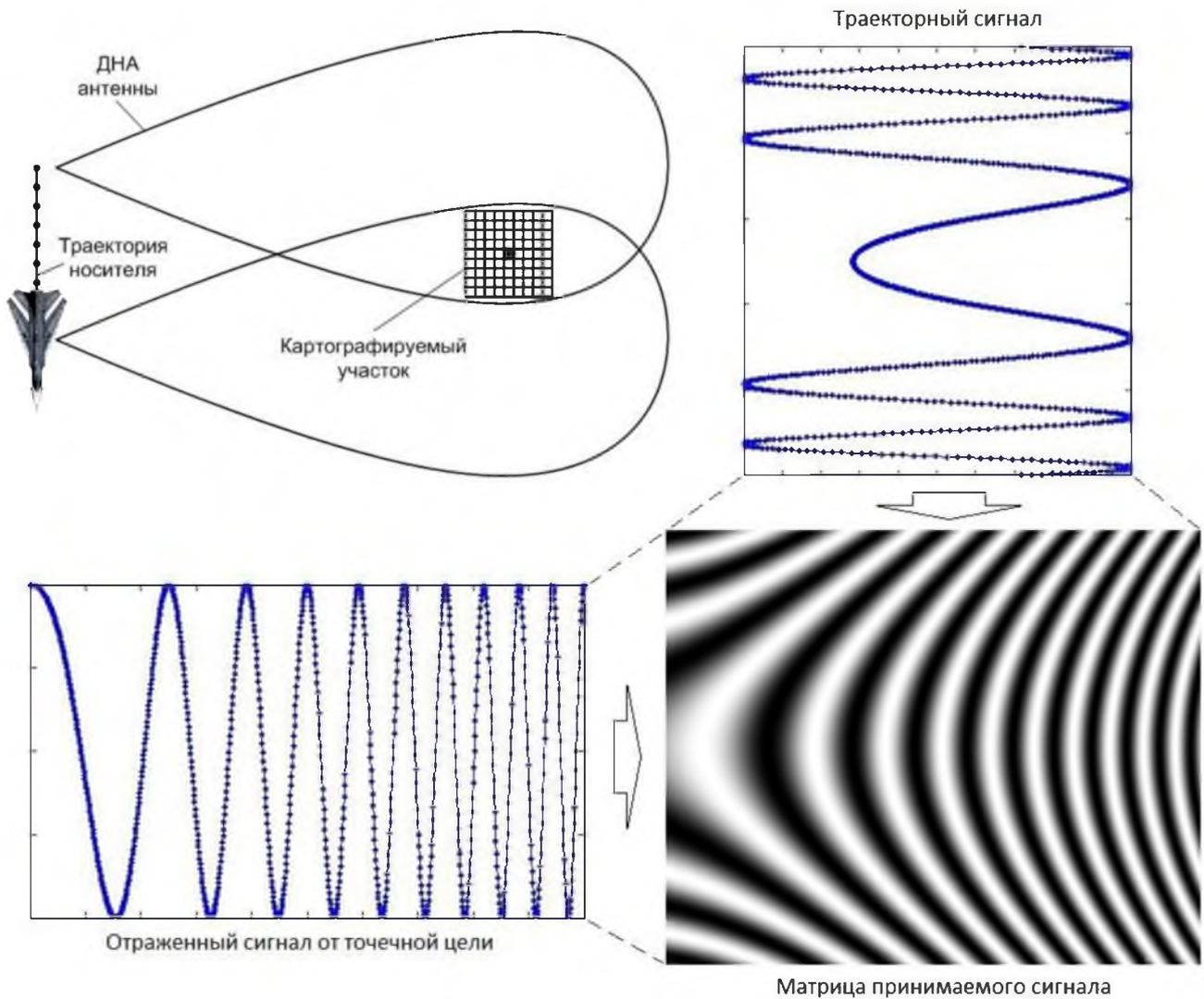
$$S = s' s''^T = s_{ij} ; s' = s'_i ; s'' = s''_j ; s_{ij} = s'_i s''_j ; i = \overline{1, M} ; j = \overline{1, N}. \quad (1)$$

В векторно-матричном представлении это же тензорное произведение запишется следующим образом (для определенности примем, что матричный сигнал имеет размерность  $M \times N = 4 \times 3$ ):

$$S = s' s''^T = \begin{bmatrix} s'_1 \\ s'_2 \\ s'_3 \\ s'_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s''_1 & s''_2 & s''_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s'_1 s''_1 & s'_1 s''_2 & s'_1 s''_3 \\ s'_2 s''_1 & s'_2 s''_2 & s'_2 s''_3 \\ s'_3 s''_1 & s'_3 s''_2 & s'_3 s''_3 \\ s'_4 s''_1 & s'_4 s''_2 & s'_4 s''_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} \\ s_{41} & s_{42} & s_{43} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Стандартной процедурой обработки сигналов в РСА является согласованная фильтрация, которая всегда выполняется в два этапа:

на I этапе отраженный сигнал на каждый зондирующий импульс фильтруется КИХ-фильтром с импульсной характеристикой, определяемой формой полезного сигнала (так называемая процедура сжатия по дальности). Фактически применительно к введенным обозначениям (1), данный этап характеризует согласованную фильтрацию отдельно каждой строки матричного сигнала  $S$ . Обозначим импульсную характеристику, используемую на данном этапе как,  $h''$ . В соответствии с теорией оптимального приема она представляет собой зеркальное отображение полезного (зондирующего) сигнала.



**Рисунок 2. – Формирование матричного сигнала в PCA при идеальном наблюдении точечной цели**

В работе [1] показано, что процедура одномерной фильтрации принимаемого ДКС (вектора-столбца)  $s$  фильтром с конечной импульсной характеристикой  $h$  в общем виде описывается векторно-матричным произведением

$$y = F B h B s, \quad (3)$$

где  $B$  – так называемая «матрица удлинения» сигнала размерностью  $r_s$  до размерности  $2r_s - 1$ , соответствующей дискретной длительности отклика КИХ-фильтра;  $F x$  – теплицева нижнетреугольная матрица, сформированная по образующему вектору  $x$  [1].

С учетом формулы (3) процедура построчной фильтрации матрицы  $S$  на I этапе обработки принятого сигнала в PCA (по строкам) будет описываться векторно-матричным выражением

$$Y_I = F B h'' B S^T{}^T = S B^T F^T B h'' . \quad (4)$$

В результате данной процедуры формируется удлиненный по строкам матричный сигнал. Если размерность импульсной характеристики  $h''$  совпадает с размерностью принимаемого сигнала, размерность матрицы  $Y_I$  в нашем случае составит  $M \times (2N - 1) = 4 \times 5$ :

$$Y_I = \begin{bmatrix} s_{11}h_1'' & s_{11}h_2'' + s_{12}h_1'' & s_{11}h_3'' + s_{12}h_2'' + s_{13}h_1'' & s_{12}h_3'' + s_{13}h_2'' & s_{13}h_3'' \\ s_{21}h_1'' & s_{21}h_2'' + s_{22}h_1'' & s_{21}h_3'' + s_{22}h_2'' + s_{23}h_1'' & s_{22}h_3'' + s_{23}h_2'' & s_{23}h_3'' \\ s_{31}h_1'' & s_{31}h_2'' + s_{32}h_1'' & s_{31}h_3'' + s_{32}h_2'' + s_{33}h_1'' & s_{32}h_3'' + s_{33}h_2'' & s_{33}h_3'' \\ s_{41}h_1'' & s_{41}h_2'' + s_{42}h_1'' & s_{41}h_3'' + s_{42}h_2'' + s_{43}h_1'' & s_{42}h_3'' + s_{43}h_2'' & s_{43}h_3'' \end{bmatrix}. \quad (5)$$

на II этапе цифровой обработки матричного сигнала выполняется его согласованная фильтрация («сжатие») по второй координате (по столбцам). При этом в качестве импульсной характеристики  $h'$  используется зеркальное отражение траекторного сигнала. Векторно-матричная запись данной процедуры будет иметь следующий вид:

$$Y_{II} = F(Bh')BY_I = F(Bh')BSB^T F^T(Bh''). \quad (6)$$

Математический поэлементный расчет конечного матричного сигнала  $Y_{II}$  в соответствии с выражением (6) не сложен, однако достаточно громоздок. Отметим лишь, что размерность матрицы конечного радиолокационного изображения составляет  $(2M-1) \times (2N-1)$ , для рассматриваемого примера –  $7 \times 5$ .

Раскрыв в формуле (6) исходную матрицу  $S$  как тензорное произведение векторов вида (1), получим:

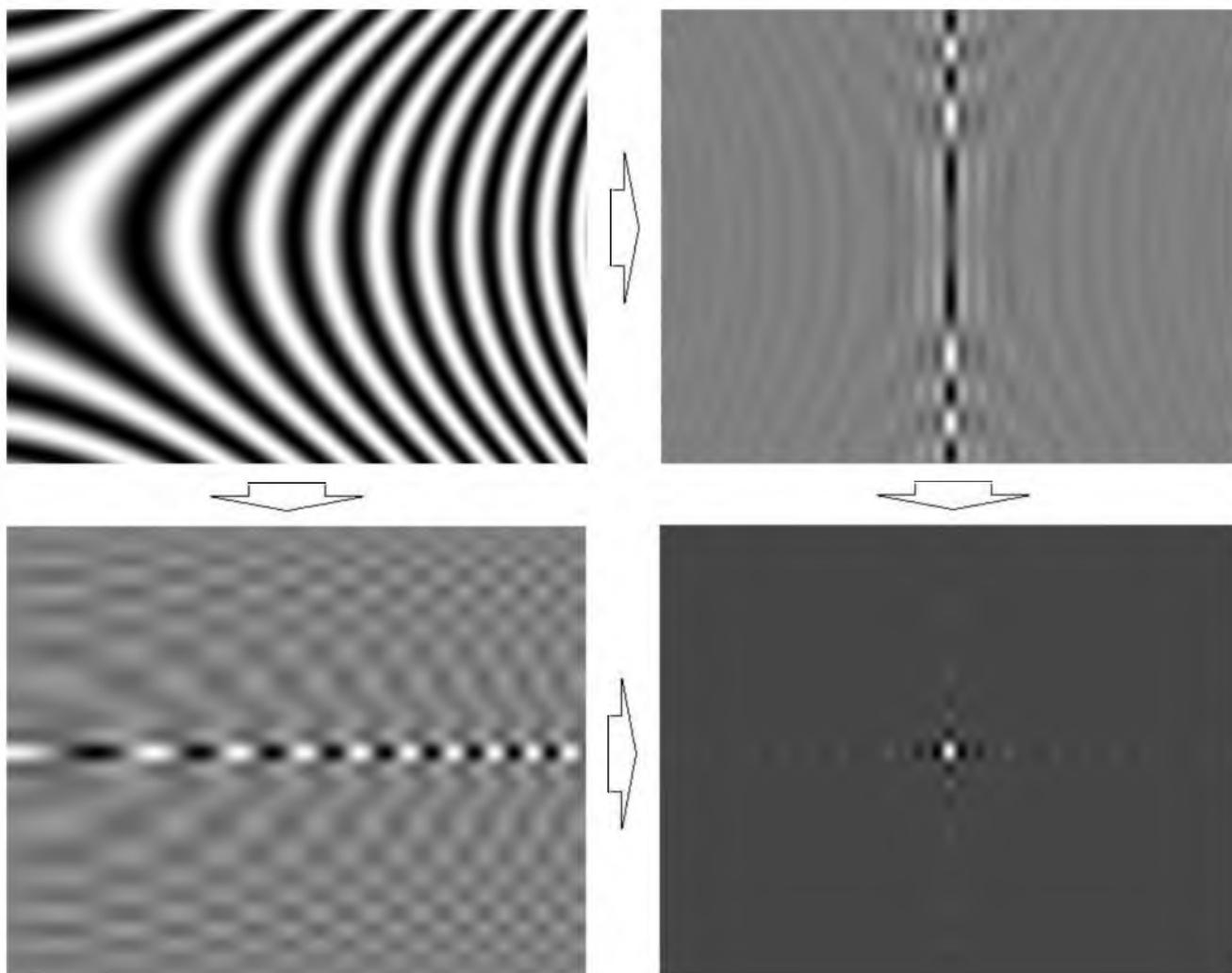
$$\begin{aligned} Y_{II} &= F(Bh')Bs's''^T B^T F^T(Bh'') = (F(Bh')Bs')(s''^T B^T F^T(Bh'')) = \\ &= (F(Bh')Bs')(F(Bh'')Bs'')^T = y'y''^T. \end{aligned} \quad (7)$$

Из данного выражения следует, что конечная матрица  $Y_{II}$  также представляется в виде произведения (без свертки) двух векторов:  $y' = F(Bh')Bs'$  и  $y'' = F(Bh'')Bs''$ . Каждый из этих векторов – свертка исходных ДКС, формирующих матрицу  $S$ , с соответствующей импульсной характеристикой согласованного фильтра. Это значит, что конечная матрица радиолокационного изображения является сепарабельной, т. е. представляемой в виде тензорного произведения соответствующих сверток:

$$Y_{II} = \begin{bmatrix} s'_1h'_1 \\ s'_1h'_2 + s'_2h'_1 \\ s'_1h'_3 + s'_2h'_2 + s'_3h'_1 \\ s'_1h'_4 + s'_2h'_3 + s'_3h'_2 + s'_4h'_1 \\ s'_2h'_4 + s'_3h'_3 + s'_4h'_2 \\ s'_3h'_4 + s'_4h'_3 \\ s'_4h'_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s''_1h''_1 & s''_1h''_2 + s''_2h''_1 & s''_1h''_3 + s''_2h''_2 + s''_3h''_1 & s''_2h''_3 + s''_3h''_2 & s''_3h''_3 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Для демонстрации корректности полученных аналитических выражений на рисунке 3 представлена иллюстрация двухэтапной процедуры преобразования исходного матричного сигнала, сформированного при наблюдении *точечного* отражателя (см. рисунок 1), в конечное радиолокационное изображение в РЛС с синтезом апертуры. Исходный матричный сигнал (верхний левый рисунок) после согласованной обработки по строкам на I этапе преобразуется в промежуточную матрицу (5) (верхний правый рисунок). После выполнения II этапа фильтрации формируется конечное радиолокационное изображение *точечного* отражателя (нижний правый рисунок).

Как и следовало ожидать, данное изображение *точечного* радиолокационного отражателя характеризуется ограниченной разрешающей способностью (по двум координатам), определяемой линейными размерами светлого пятна в центре, а также наличием боковых лепестков.



**Рисунок 3. – Иллюстрация двухэтапной процедуры согласованной обработки двумерного матричного сигнала**

Заметим, что порядок выполнения I и II этапов может быть изменен на обратный. Покажем это аналитически. Пусть на I этапе выполняется фильтрация по столбцам. В этом случае векторно-матричное выражение для соответствующей свертки, «симметричное» формуле (4), будет иметь вид

$$Y_I^* = F B h' B S. \quad (9)$$

Результат данной процедуры – матрица размерностью  $(2M-1) \times N$ . Для рассмотренного примера это составит  $7 \times 3$ , а сформированная матрица будет иметь вид

$$Y_I^* = \begin{bmatrix} s_{11}h'_1 & s_{12}h'_1 & s_{13}h'_1 \\ s_{11}h'_2 + s_{21}h'_1 & s_{12}h'_2 + s_{22}h'_1 & s_{13}h'_2 + s_{23}h'_1 \\ s_{11}h'_3 + s_{21}h'_2 + s_{31}h'_1 & s_{12}h'_3 + s_{22}h'_2 + s_{32}h'_1 & s_{13}h'_3 + s_{23}h'_2 + s_{33}h'_1 \\ s_{11}h'_4 + s_{21}h'_3 + s_{31}h'_2 + s_{41}h'_1 & s_{12}h'_4 + s_{22}h'_3 + s_{32}h'_2 + s_{42}h'_1 & s_{13}h'_4 + s_{23}h'_3 + s_{32}h'_2 + s_{43}h'_1 \\ s_{21}h'_4 + s_{31}h'_3 + s_{41}h'_2 & s_{22}h'_4 + s_{32}h'_3 + s_{42}h'_2 & s_{22}h'_4 + s_{33}h'_3 + s_{43}h'_2 \\ s_{31}h'_4 + s_{41}h'_3 & s_{32}h'_4 + s_{42}h'_3 & s_{33}h'_4 + s_{43}h'_3 \\ s_{41}h'_4 & s_{42}h'_4 & s_{43}h'_4 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Выражение, описывающее согласованную фильтрацию по строкам (II этап):

$$Y_{II}^* = F B h'' B Y_I^{*T T} = Y_I^* B^T F^T B h'' = F B h' B S B^T F^T B h'' . \quad (11)$$

Данное выражение полностью аналогично формуле (6), характеризующей результат матричной фильтрации по первому варианту (сначала по строкам, затем по столбцам), что

доказывает инвариантность результатов цифровой обработки к порядку выполнения этапов преобразований. Вторым вариантом матричной согласованной фильтрации приведен на рисунке 3 (последовательность: левый верхний рисунок, левый нижний, правый нижний).

Из представленных результатов очевидно следует, что процедура согласованной фильтрации матричного ДКС в приемнике РСА должна определяться *матричной* импульсной характеристикой, которая *в любом случае* должна быть сепарабельной:

$$H = h'h''^T = \begin{bmatrix} h'_1 \\ h'_2 \\ h'_3 \\ h'_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h''_1 & h''_2 & h''_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h'_1 h''_1 & h'_1 h''_2 & h'_1 h''_3 \\ h'_2 h''_1 & h'_2 h''_2 & h'_2 h''_3 \\ h'_3 h''_1 & h'_3 h''_2 & h'_3 h''_3 \\ h'_4 h''_1 & h'_4 h''_2 & h'_4 h''_3 \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Покажем это. С учетом того, что результат «одномерной» свертки не зависит от порядка записи свертываемых векторов ( $s$ ,  $h$ ), выражение (3) может быть записано в «симметричном» виде:

$$y = F Bs Bh. \quad (13)$$

В этом случае процедура двумерной фильтрации исходного сепарабельного матричного ДКС на I и II этапах может быть математически описана следующими выражениями:

$$Y_I = F Bs' BH; \quad (14)$$

$$Y_{II} = F Bs'' BY_I^T = Y_I B^T F^T Bs'' = F Bs' BHB^T F^T Bs'' . \quad (15)$$

Результаты фильтрации в соответствии с выражениями (6) и (15) полностью аналогичны, но второе из них справедливо лишь для сепарабельных двумерных ДКС. Если фильтруемый матричный сигнал  $S$  не является сепарабельным, то отклик матричного КИХ-фильтра не может быть представлен в виде тензорного произведения (8). Заметим, однако, что при этом выражение (6) остается справедливым.

В заключение охарактеризуем важные достоинства, обеспечиваемые за счет представленного выше формального векторно-матричного описания процедуры дискретной конечномерной фильтрации двумерных (матричных) сигналов. Во-первых, сепарабельность исходных матриц радиолокационных изображений РСА позволяет применить к ним полученные ранее и представленные в работах [1–5] результаты аналитического синтеза КИХ-фильтров, оптимальных по различным критериям (к примеру, по критерию максимального сжатия), что открывает новые возможности по цифровой обработке формируемых радиолокационных изображений. Во-вторых, и это для нас главное, данное свойство характеризует потенциальную возможность создания имитирующих помех, формирующих для РСА отдельно управляемое конечное радиолокационное изображение вдоль двух ортогональных осей, т. е. в радиальном и тангенциальном направлениях. Данная возможность обеспечивает новые широкие перспективы создания высокоэффективной аппаратуры прикрытия наземных объектов, в том числе движущихся, от радиолокационных систем обзора земной поверхности воздушного и космического базирования.

#### Список литературы

1. Лапука, О. Г. Анализ и синтез в классе дискретных конечномерных систем: моногр. / О. Г. Лапука, К. К. Пашенко. – Минск: ВА РБ, 2010. – 372 с.
2. Лапука, О. Г. Стохастический синтез цифрового фильтра оптимального приближения отклика к заданной форме / О. Г. Лапука, А. А. Ростов, Д. А. Рахоцкий // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 27. – С. 62–68.

3. Спесивцев, В. В. Оптимальное временное сжатие сигналов при радиолокационном наблюдении плотной группы целей / В. В. Спесивцев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 1 (24). – С. 107–114.

4. Синтез цифрового фильтра максимального приближения отклика к заданной форме / О. Г. Лапука, А. А. Ростов, В. Г. Сапьяник, Д. А. Рахоцкий // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 25. – С. 89–94.

5. Калитин, С. Б. Синтез «идеальной» имитирующей помехи для радиолокационных станций с широкополосными сигналами / С. Б. Калитин, Д. В. Морозов, В. Г. Сапьяник // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 4 (41). – С. 63–70.

6. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли: учеб. пособие для вузов / под ред. Г. С. Кондратенкова. – М.: Радиотехника, 2005. – 368 с.: ил.

---

\*Сведения об авторах:

Лапука Олег Георгиевич,

Ростов Алексей Анатольевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 02.03.2015 г.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ОТБРАКОВОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ЭТАПЕ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 621.396.6

А. В. Ларкин, А. В. Комяк, А. Н. Мацкевич\*

*В статье рассматриваются роль отбраковочных испытаний в процессе создания бездефектной радиоэлектронной аппаратуры, подходы к планированию отбраковочных испытаний для обеспечения требуемой надежности и проводится оценка эффективности отдельных видов испытаний.*

*The article discusses the role of screening test in the process of creating not defective radio-electronic equipment, approaches to planning screening test to provide the required reliability and evaluates the effectiveness of certain types of tests.*

В настоящее время эффективность систем вооружения в значительной степени зависит от применяемых в них радиоэлектронных средств (РЭС), их тактико-технических характеристик и надежности.

Задача обеспечения безотказности радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) как одного из основных свойств надежности решается на всех стадиях жизненного цикла аппаратуры.

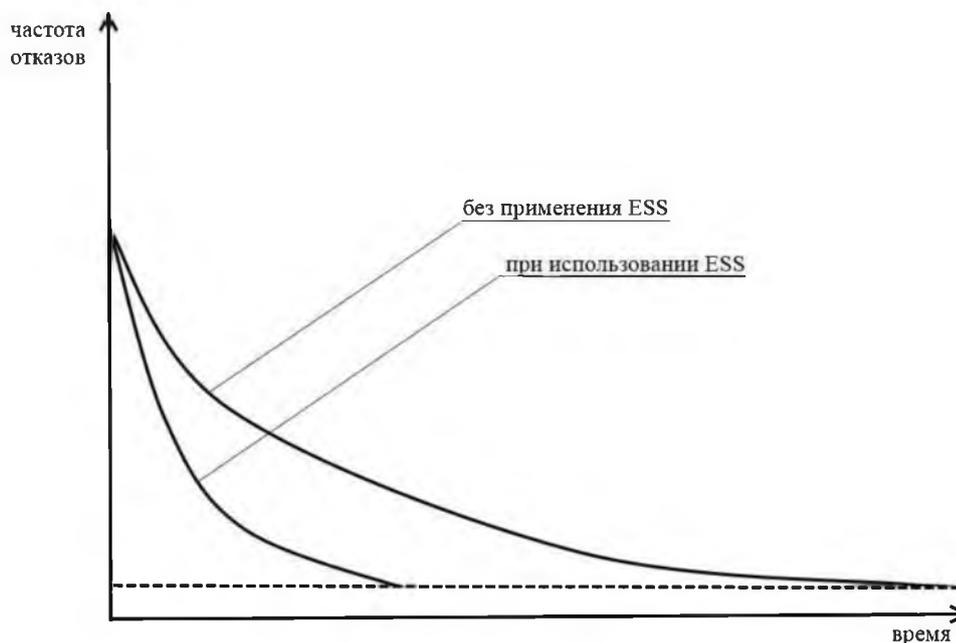
Большое влияние на безотказность РЭС оказывают условия эксплуатации, и в первую очередь тепловые, механические и другие воздействия. Статистика показывает, что до 50 % отказов связано именно с внешними воздействиями на аппаратуру, недостаточным их учетом при проектировании устройства и экономией средств на испытания и другие мероприятия на стадии производства [1].

С учетом значимости испытаний в проблеме достижения РЭС требуемых показателей надежности и стойкости к воздействию внешних факторов в последнее десятилетие произошел большой качественный скачок в методологии испытаний [2, 3], развиваемой как в нашей стране, так и в зарубежных странах (США, Япония и др.). За рубежом разработан и применяется новый подход к обеспечению надежности аппаратуры образцов вооружения и военной техники (ВВТ), который основывается на том, что в отличие от традиционных методов, уделяющих много внимания оценке и подтверждению заданных показателей надежности, упор делается на обеспечение поставки надежной продукции. Это достигается за счет внедрения в технологический процесс производства РЭС различных методов испытаний – процедуры стресс-скрининга (Environmental Stress-Screening, ESS), позволяющего выявлять и в последующем устранять скрытые производственные дефекты.

ESS – это базирующаяся на сильных динамических внешних воздействиях различной физической природы процедура последовательного выявления и отбраковки дефектных комплектующих изделий, модулей, блоков до того, как они попадут на последующий этап производства или к последующему пользователю. Использование стресс-скрининга не требует изменения идеологии проектирования и больших экономических затрат. Если традиционные приемо-сдаточные испытания позволяют исключить до 30 % отказов в РЭА, то стресс-скрининг до 95 % и более [4].

Идеология ESS базируется на априорном признании факта наличия в новой аппаратуре и ее составных частях, начиная с элементной базы, определенного числа дефектных изделий, не выявляемых, как правило, в нормальных условиях средствами внешнего и встроенного контроля. Последнее связано с тем, что все указанные средства имеют естественный порог чувствительности по выявлению дефектов и неисправностей. В связи с этим методология ESS предполагает усиление проявления или развития дефектов с помощью подходящих провоцирующих воздействий. При этом имеется в виду, что под влиянием определенного набора стрессовых нагрузок и продолжительности их воздействия основная часть «скрытых» дефектов будет трансформирована, развита и идентифицирована как явная. Из вышеизложенного следует, что для повышения эксплуатационной надежности аппаратуры необходимо этап ускоренного выявления скрытых дефектов – этап приработки –

перенести с эксплуатации на этап производства. По данным [4], до 99 % всех потенциальных отказов могут быть выявлены в процессе производства. Кривые интенсивности отказов на начальном этапе жизненного цикла аппаратуры при существующих методах обеспечения надежности и использовании ESS приведены на рисунке 1.

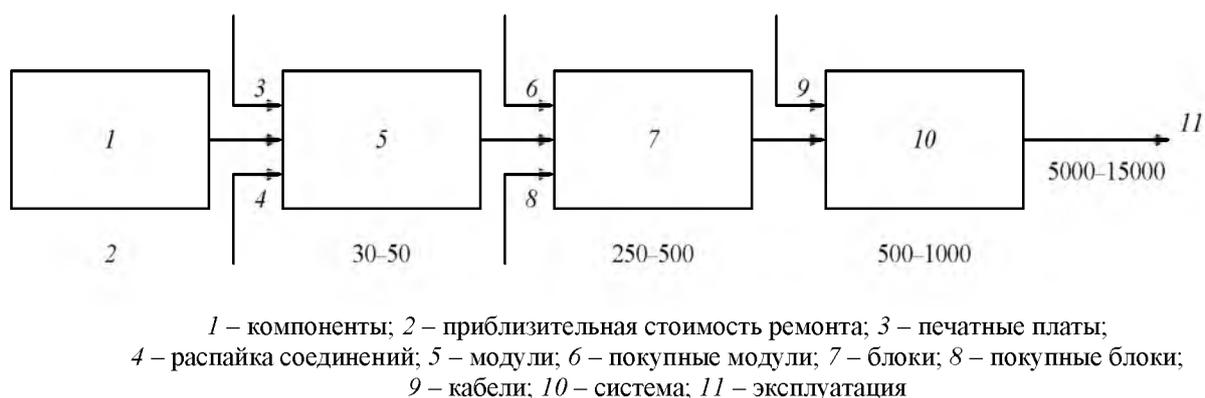


**Рисунок 1. – Интенсивность отказов на начальном этапе жизненного цикла изделий при существующих методах обеспечения надежности и использовании ESS**

Отбраковка ESS – это не испытание на воздействие окружающей среды, а часть производственного процесса, применяемая для обнаружения и устранения дефектов в ходе производственного процесса. Более того, при реализации процедуры стресс-скрининга вообще нет необходимости имитировать условия эксплуатации. Единственной связью между условиями ESS и реальными условиями эксплуатации является то, что все дефекты, которые могут возникнуть в эксплуатации, должны быть выявлены в процессе производства при реализации стресс-скрининга. При этом любой вид и способ воздействия стрессовых нагрузок, которые не вызовут развития новых дефектов, являются приемлемыми, в том числе и те виды воздействий, которые не встречаются в эксплуатации, но использование которых позволяет эффективно выявлять дефекты изделий. Указанный подход, таким образом, допускает превышение величин воздействующих факторов над уровнями, задаваемыми соответствующими нормативными документами (НД), регламентирующими процедуры испытаний аппаратуры на внешние воздействия, если это превышение не приводит к появлению новых дефектов.

Объем проверок определяется количеством скрытых дефектов, которые необходимо выявить. Если изделие имеет относительно небольшое количество дефектов, то достаточно провести одну отбраковку на самом низшем уровне сборки. Для изделий с малой надежностью, имеющих технологические дефекты, необходимо проводить отбраковку на нескольких уровнях сборки. При этом, однако, следует помнить общее правило – чтобы достигнуть 80 % результатов, необходимо затратить 20 % усилий. Оставшиеся 20 % потребуют затратить 80 % усилий. Устранение выявленных дефектов на стадии изготовления снижает интенсивность отказов в период действия гарантии (1–2 года), что приводит к существенному сокращению затрат на гарантийный ремонт, уменьшению штрафов и количества ЗИП. Наиболее действенным аргументом в пользу внедрения отбраковочных испытаний (ESS) является экономический эффект от его применения.

Как показывает зарубежный опыт, потенциальный экономический эффект от использования ESS, как правило, весьма велик. Техничко-экономическая эффективность внедрения отбраковочных испытаний определяется разницей между материальными затратами на организацию и их проведение, экономией, достигнутой за счет уменьшения числа ремонтов РЭС в эксплуатационных условиях, а также за счет поставки в эксплуатацию РЭС, имеющей более высокую надежность. Так, только за счет раннего выявления и устранения дефектов достигается значительная экономия, поскольку устранение дефектного комплектующего изделия (КИ) на входном контроле стоит около 5 у.е., замена в блоке – около 250 у.е., а на уровне системы – около 500 у.е. Потери от отказа КИ в эксплуатации достигают нескольких сотен и даже тысяч долларов. Рисунок 2 дает наглядное представление о том, что при возрастании уровня сборки стоимость ремонта возрастает почти на порядок [5].



**Рисунок 2. – Стоимость ремонта РЭА на этапе производства и эксплуатации**

Проведение технологических испытаний на этапе производства РЭА ведет к дополнительным затратам, которые определяются стоимостью тренировки, либо неразрушающего контроля, однако данные затраты приводят к снижению потерь за счет ремонта аппаратуры на этапе эксплуатации.

В отечественной практике внедрение испытаний в технологический процесс разработки аппаратуры в целях повышения надежности приходится на начало 80-х гг. Эти испытания являются составной частью программ обеспечения надежности на стадии производства и проводятся для выявления скрытых дефектов производства РЭС, обусловленных нарушениями технологических процессов изготовления, а также для стабилизации параметров узлов и блоков РЭС, содержащих полупроводниковые приборы и другие изделия электронной техники. Назывались они технологическими тренировками, технологическими прогонами, эквивалентно-циклическими испытаниями и т. п.

Для РЭС требования к проведению отбраковочных испытаний, подобных ESS, отсутствуют. Отбраковочные испытания РЭС различных уровней разукрупнения от платы до комплекса предусматривают, как правило, меньшую гамму внешних воздействий (циклически изменяющаяся температура и широкополосная случайная вибрация) и, главное, значительно заниженные нормы испытаний.

Различные виды воздействий ускоряют проявление разнотипных дефектов. Поэтому для правильного выбора наиболее эффективного воздействия необходимо знать типы дефектов, которые преобладают в аппаратуре и ее составных частях. На начальном этапе организации технологии отбраковки для выбора воздействий и режимов можно использовать накопленный к настоящему времени опыт, однако в дальнейшем опытным путем необходимо определять наиболее эффективные воздействия применительно к конкретной аппаратуре и технологическому процессу.

Как было отмечено в [6], наиболее эффективным воздействием при отбраковке РЭА является циклическое изменение температуры. При циклическом изменении температуры

возникают деформации и термические напряжения, которые способствуют проявлению механических по своему характеру дефектов: растрескивания и расслаивания покрытий, растрескивания герметизирующих компаундов, разрыва уплотнений и швов в корпусе, изменению электрических характеристик из-за механического смещения изолирующих материалов и т. д. Эти деформации увеличиваются с ростом градиентов температуры, особенно в случаях сопряженных деталей из различных материалов с различными коэффициентами линейного расширения.

При отбраковочных испытаниях аппаратуры, составных частей и сборочных единиц режимы воздействия внешних факторов (ВФ) рекомендуется выбирать максимально жесткими. Допускается превышать уровни воздействия ВФ, которые установлены в НД на аппаратуру в целом или на ее составные части и сборочные единицы, что должно быть согласовано с заказчиком, а также разработчиком (изготовителем) составных частей, сборочных единиц. При этом должны быть приняты меры, исключающие внесение новых видов дефектов, обусловленных воздействием ВФ. Например, комплектующие изделия можно выдерживать при температуре 150–240 °С не опасаясь за ухудшение качества. Но такое же воздействие выведет из строя печатную плату из-за разных коэффициентов расширения материалов этой платы.

Следует отметить, что на уровне модулей самой простой и наиболее экономичной отбраковкой является циклическое изменение температуры без подачи питания. При этом скорость изменения температуры должна быть максимально высокой в выбранном диапазоне температур, а диапазон изменения температуры составлять по крайней мере 120 °С, но не больше значений, допустимых по техническим условиям (ТУ) на изделия и материалы платы.

Эффективность термоциклирования характеризуется следующими основными параметрами:

- значения низкой  $T_{\min}$  и высокой  $T_{\max}$  температур;
- скорость изменения температуры  $\Delta T/\Delta t$  (°С/мин);
- длительности выдержки  $t_b$  изделия при температурах  $T_{\min}$  и  $T_{\max}$ ;
- число циклов  $N$ , воздействию которых должна подвергаться аппаратура;
- время «включения-выключения» аппаратуры и время проведения измерений параметров аппаратуры.

При выборе режимов термоциклирования предлагается использовать следующее эмпирическое соотношение, связывающее коэффициент эффективности с параметрами термоциклирования, полученное по результатам обобщения данных отбраковочных испытаний различных типов аппаратуры:

$$K = 0,851 - \exp -0,0023 \left[ \ln e + \Delta T/\Delta t \right]^{2,7} N^{0,5} \Delta T^{0,6}, \quad (1)$$

где  $\Delta T/\Delta t$  – средняя скорость изменения температуры в камере;

$N$  – число циклов;

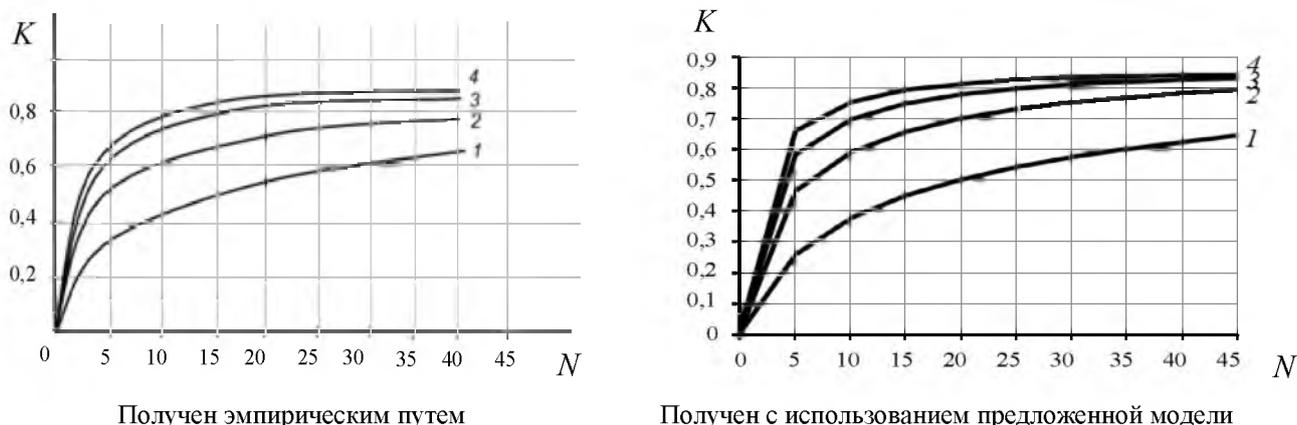
$\Delta T$  – температурный диапазон воздействий, равный  $T_{\max} - T_{\min}$ .

Продолжительность выдержки изделия при экстремальных значениях температуры должна быть достаточной для достижения теплового равновесия между температурой изделия и воздуха в камере. Указанная продолжительность выдержки может быть определена экспериментально или установлена в зависимости от массы аппаратуры.

Приведенное выражение (1) рекомендуется использовать при определении начальных характеристик режимов отбраковки. Очевидно, что по мере накопления результатов отбраковки для конкретной аппаратуры должна проводиться корректировка модели.

Для проверки адекватности и эффективности применения предложенной модели сравались результаты термоциклирования РЭА при различных скоростях изменения температуры, проведенного в лабораторных условиях, с результатами, полученными с использованием модели. Параметры термоциклирования были выбраны такие же, как в

примере для эмпирического метода. Как видно из рисунка 3, полученные различными методами зависимости практически совпадают, что подтверждает справедливость соотношения (1).



1 –  $\Delta T/\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ ; 2 –  $\Delta T/\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ ; 3 –  $\Delta T/\Delta t = 15 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ ; 4 –  $\Delta T/\Delta t = 20 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$

**Рисунок 3. – Эффективность отбраковки при термоциклировании ИС**

Таким образом, с учетом значительной эффективности от внедрения отбраковочных испытаний с точки зрения создания бездефектных РЭС использование предложенного выше способа планирования испытаний (выбор состава ВФ и режима проведения) на этапах разработки и производства позволит сократить количество отказов при эксплуатации РЭС, а также увеличить их среднюю наработку на отказ.

#### Список литературы

1. Токарев, М. Ф. Механические воздействия и защита РЭА / М. Ф. Токарев, Е. Н. Талицкий, В. А. Фролов. – М., 1993. – 256 с.
2. Доминич, А. П. Состояние и пути совершенствования методологии испытаний РЭС ВВТ на стойкость к воздействию ВФ / А. П. Доминич, В. Н. Писарев // Радиопромышленность. – 1997. – Вып. 1. – С. 22–27.
3. Писарев, В. П. Совершенствование системы испытаний РЭА на надежность и стойкость к воздействию внешних факторов / В. П. Писарев // Радиопромышленность. – 1994. – Вып. 4. – С. 75–82.
4. Ушаков, И. А. Методы расчета надежности аппаратуры при механических нагрузках: в 2 ч. / И. А. Ушаков, Ю. К. Коненков. – М.: Знание, 1973–1974. – Ч. 1. – 1993. – 60 с.; Ч. 2. – 1974. – 59 с.
5. Fiorentino, E. Planning of production Reliability Stress-Screening Programs / E. Fiorentino, A. E. Saari // IEEE. – 1999. – № 32. – P. 247–252.
6. John, J. Sexton. Environmental testing and Stress Screening technology and methods. – Holland, Michigan, USA, 1990.

\* Сведения об авторах:

Ларкин Антон Владимирович,  
 Комяк Александр Васильевич,  
 Мацкевич Артур Николаевич,  
 УО «Военная академия Республики Беларусь».  
 Статья поступила в редакцию 10.03.2015 г.

## МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРЦАЮЩЕЙ ПОМЕХИ

УДК 621.396

В. А. Малкин, А. Лемба\*

*В статье рассматривается методика аналитической оценки эффективности мерцающей помехи с частотой мерцания, находящейся в пределах полосы пропускания следящего пеленгатора радиолокационной головки самонаведения (РГС). Предлагаемая методика позволяет получить аналитические выражения для оперативной оценки статистических характеристик промаха ракеты при воздействии мерцающей помехи, а также определить оптимальные значения периода мерцания и базы между целями по критерию максимума математического ожидания промаха ракеты.*

*The methodic of analytic estimation of the efficiency of flicker jamming signal when the flicker frequency lie in the range of transmission band of the RF homing head angle channel is considered. The presented methodic allow to find the analytic correlations for simplified estimate of the guidance error statistical characteristics when flicker jamming signal influence, and define the optimal value of flicker period and targets base by the criterion of maximum mean value of the guidance error.*

### Введение

В современных и перспективных комплексах радиотехнической защиты летательных аппаратов важная роль отводится взаимной защите групп самолетов от радиоуправляемого оружия. Несмотря на ряд тактических ограничений на условия боевого применения, взаимная защита остается одним из наиболее эффективных способов противодействия авиационным и зенитным управляемым ракетам с радиолокационными системами самонаведения [1–3]. Это обусловлено прежде всего тем, что при взаимной защите основной упор делается на подавление угломерных каналов РГС, являющихся наиболее важным звеном систем самонаведения.

Подавление угломерных каналов РГС при взаимной защите осуществляется путем создания как когерентных, так и некогерентных помех. Наиболее просто реализуются способы подавления с помощью некогерентных шумовых сигналов, создаваемых из нескольких пространственно разнесенных точек. Такие помехи получили название «мерцающие помехи» (МП) и широко используются в современных бортовых станциях индивидуальной радиотехнической защиты. МП создается парой самолетов путем поочередного излучения в направлении подавляемой ГСН шумового сигнала, мощность которого значительно превышает мощность отраженного сигнала цели. Закон модуляции мощности помехового сигнала представляет собой меандр с определенным периодом повторения и скважностью. При этом парой самолетов могут создаваться как синхронные, так и несинхронные помехи. По соотношению частоты мерцаний  $\omega_m$  и полосы пропускания контура углового сопровождения подавляемой ГСН  $\Delta\Omega_{ГСН}$  различают быстрые и медленные мерцания. При быстрых мерцаниях  $\omega_m > \Delta\Omega_{ГСН}$  и ракета до момента разрешения наводится в энергетический центр целей. При медленных мерцаниях  $\omega_m \leq \Delta\Omega_{ГСН}$ , что приводит к отработке угломерным каналом ГСН и контуром самонаведения ракеты периодического входного сигнала. Таким образом, действие медленной МП приводит к созданию двух негативных эффектов: снижению скорости ракеты за счет периодического возрастания ее углов атаки и формированию больших значений текущего промаха ракеты за счет движения по траектории, близкой к гармонической кривой.

Оценка точности наведения ракеты с радиолокационной ГСН в условиях создания МП является актуальной военно-технической задачей и рассматривалась различными

авторами [1, 3]. Наиболее полный учет всех факторов, влияющих на точность наведения, возможен при исследовании процесса наведения методом имитационного математического моделирования. Однако в некоторых случаях более предпочтительным является аналитическое исследование, которое обеспечивает наглядность представления результатов при анализе влияния параметров на точность наведения и позволяет оперативно выполнять расчеты для сравнительной оценки различных вариантов постановки помех.

В приведенных выше работах получены соотношения, которые позволяют определить ошибки наведения при создании МП только с высокой частотой мерцания. В предлагаемой статье рассмотрена методика оценки статистических характеристик промаха ракеты в случае постановки МП с низкой частотой мерцаний. Представленная методика позволяет также определить (в рамках принятых допущений) оптимальные значения частоты мерцаний и базы между самолетами, при которых обеспечивается максимум математического ожидания остаточного промаха ракеты.

### Постановка задачи

Рассматривается процесс наведения управляемой ракеты с радиолокационной ГСН на пару самолетов, создающих мерцающую помеху с низкой частотой мерцаний. Наведение рассматривается в горизонтальной плоскости. Кинематическая схема наведения ракеты представлена на рисунке 1.

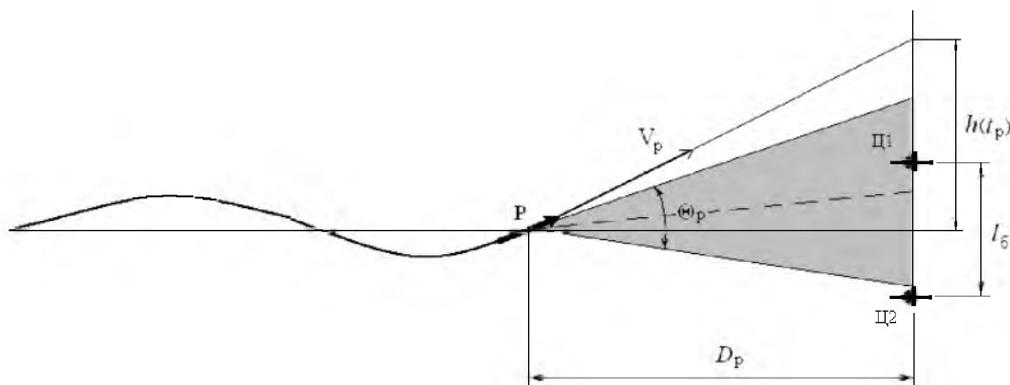


Рисунок 1. – Кинематическая схема наведения ракеты

Предполагается, что ракета наводится на групповую цель по методу пропорциональной навигации. До момента разрешения целей угломерный канал ГСН и контур управления ракетой обрабатывают знакопеременное воздействие по угловой координате. Поскольку следящая система углового сопровождения является фильтром низких частот, принимаем допущение о том, что внешним воздействием на контур наведения ракеты является первая гармоника входного сигнала ГСН.

В момент разрешения целей вектор скорости ракеты будет направлен по касательной к траектории ракеты, следовательно, будет сформирован текущий промах  $h_p(t)$ , являющийся случайной величиной. После разрешения целей контур наведения ракеты будет обнулять промах  $h_p(t)$  за счет создания управляющего ускорения  $a$  в течение времени  $t_0$ , оставшегося до конца наведения. В результате будет сформирован остаточный промах

$$d = h_p(t) - \frac{at_0^2}{2}.$$

Принимаем допущение о том, что пеленгационная характеристика канала сопровождения по угловым координатам линейна в пределах угла разрешения  $\Theta_p$ , а динамические характеристики контура самонаведения определяются только параметрами кинематического звена и следящего измерителя угловых координат [4].

Поскольку в процессе наведения ракеты параметры контура наведения являются нестационарными, при анализе будем применять метод «замороженных» коэффициентов, используя значения кинематических параметров в некоторой окрестности относительно точки разрешения целей.

Для определения статистических характеристик промаха  $h_p(t)$  вначале получим соотношение для промаха в детерминированной постановке, а затем осуществим рандомизацию данной задачи. В силу симметрии наведения относительно геометрического центра целей математическое ожидание промаха  $M[h_p(t)] = 0$ . Поэтому оптимальные параметры МП будем находить из условия максимума математического ожидания модуля текущего промаха в момент разрешения  $M[|h_p(t)|]$ .

### Решение задачи

Методика заключается в получении решения нестационарного дифференциального уравнения для текущего промаха ракеты  $h(t)$  при воздействии на контур наведения первой гармоники входного сигнала угломерного канала ГСН. Для определения текущего промаха ракеты воспользуемся результатами, полученными в работе [4]. С учетом принятых допущений о линейности следящего пеленгатора и безынерционности замкнутого контура стабилизации ракеты по ускорению, дифференциальное уравнение, связывающее текущий промах  $h(t)$  и входное воздействие по угловой координате  $\varepsilon(t)$  будет иметь вид

$$\alpha_2 \frac{d^2 h(t)}{dt^2} + \alpha_1 \frac{dh(t)}{dt} + h(t) = K_h \frac{d\varphi(t)}{dt}, \quad (1)$$

где  $\alpha_2 = T_h^2 = \frac{2T_{\text{и}} T_{\text{кз}}}{N_0 - 2}$ ,  $\alpha_1 = 2\xi T_h = \frac{2(T_{\text{кз}} - T_{\text{и}})}{N_0 - 2}$ ,  $K_h = \frac{N_0 D^2}{(N_0 - 2)|\dot{D}|}$  – коэффициенты уравнения (1);

$D, \dot{D}$  – дальность и скорость сближения ракеты и групповой цели;

$N_0$  – навигационная постоянная;

$T_{\text{кз}} = \frac{D}{2|\dot{D}|}$  – постоянная времени кинематического звена;

$T_{\text{и}}$  – постоянная времени следящего измерителя угловых координат.

Рассмотрим модель входного сигнала при воздействии мерцающей помехи на канал измерения угловых координат ГСН. При условии, что мощность помехового сигнала  $P_{\text{п}}$  значительно превышает мощность отраженного сигнала цели, угол прихода сигнала от парной цели можно описать функцией

$$\varphi(t) = \varphi_0 [f_1(t) - f_2(t)] + \varphi_{\text{гц}}(t), \quad (2)$$

где  $\varphi_0 = \frac{\Delta\Theta}{2} = \frac{l_6}{2D}$  – половина текущего углового размера базы парной цели;

$\varphi_{\text{гц}}(t)$  – закон изменения угла визирования геометрического центра целей;

$f_1(t), f_2(t)$  – нормированный закон модуляции мощности помехового сигнала первой и второй целей соответственно.

Функции  $f_{1(2)}(t)$  описываются следующей зависимостью:

$$f_{1(2)}(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } P_{\text{п}} > 0 & \text{(излучение),} \\ 0 & \text{при } P_{\text{п}} = 0 & \text{(пауза).} \end{cases}$$

Используя принцип суперпозиции, будем рассматривать воздействие только МП, т. е. первое слагаемое в правой части формулы (2).

Будем считать, что функции  $f_1(t)$  и  $f_2(t)$  представляют собой меандр с периодами повторения  $T_{m1}$  и  $T_{m2}$ . Кроме того, будем рассматривать случай, когда период мерцания первой цели будет кратным периоду мерцания второй:  $T_{m1} = mT_{m2}$ ,  $m = 2, 3, \dots$ . Начальные фазы мерцаний при этом могут быть произвольными.

Разложив функцию  $\varepsilon(t)$  в ряд Фурье и отбросив высшие гармоники, получим выражение для входного сигнала угломерного канала ГСН:

$$\varphi(t) \approx \frac{2\Delta\Theta}{\pi} \sin\left(\frac{m-1}{2}\omega_1 t + \varphi_\Sigma\right), \quad (3)$$

где  $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_{m1}}$  – круговая частота мерцаний первой цели;

$\varphi_\Sigma$  – начальная фаза закона модуляции мощности.

Как видно из соотношения (3), с учетом принятых допущений входной сигнал будет являться гармонической функцией с частотой  $\frac{(m-1)\omega_1}{2}$  и возрастающей амплитудой.

С учетом уравнения (1) и формулы (3) текущий промах  $h(t)$  будет решением нестационарного линейного дифференциального уравнения

$$\alpha_2 \frac{d^2 h(t)}{dt^2} + \alpha_1 \frac{dh(t)}{dt} + h(t) = K \cos\left(\frac{m-1}{2}\omega_1 t + \varphi_\Sigma\right), \quad (4)$$

где  $K = \frac{N_0(m-1)\omega_1 t_0 I_0}{\pi(N_0 - 2)}$ .

С учетом допущения о постоянстве коэффициентов в окрестности исследуемой точки решением уравнения (4) является гармоническая функция вида [5]:

$$h(t) = \frac{4K}{\sqrt{\alpha_2^2 \omega_1^4 - 4(2\alpha_2 - \alpha_1)\omega_1^2 + 16}} \sin\left(\frac{m-1}{2}\omega_1 t + \varphi_\Sigma\right). \quad (5)$$

Рандомизация задачи заключается в том, что в фиксированный момент времени (например, в момент разрешения целей) полная фаза функции (5) представляется в виде случайной величины, равномерно распределенной на интервале  $-\pi, \pi$ . Получено математическое ожидание модуля промаха, которое с учетом принятых допущений определяется зависимостью

$$M[|h(t)|] = \beta \frac{\omega_1}{\sqrt{\alpha_2^2 \omega_1^4 - 4(2\alpha_2 - \alpha_1)\omega_1^2 + 16}} = \beta F(\omega_1), \quad (6)$$

где  $\beta = \frac{8N_0 I_0 t_0 (m-1)}{\pi^2 (N_0 - 2)}$ .

Функция  $F(\omega_1)$  имеет максимум в области низких частот, что позволяет определить оптимальную частоту мерцаний, при которой обеспечивается максимальное значение модуля текущего промаха:

$$\omega_{10} = \frac{2\sqrt{N_0-2}}{\sqrt{T_{\text{и}}t_0}}. \quad (7)$$

Таким образом, оптимальный период мерцания будет равен

$$T_{\text{мл}} = \arg \max \{M|h(t)\} = \frac{\pi\sqrt{T_{\text{и}}t_0}}{\sqrt{N_0-2}}. \quad (8)$$

При этом максимальное значение математического ожидания модуля промаха, соответствующее дальности разрешения целей:

$$M[|h(t_p)|]_{\text{max}} = \frac{4N_0(m-1)\sqrt{l_0^3}}{\pi^2\xi\sqrt{(N_0-2)T_{\text{и}}\Theta_p}|\dot{D}|}, \quad (9)$$

где  $\Theta_p$  – ширина главного лепестка диаграммы направленности антенны РГС;

$$\xi = \frac{T_{\text{кз}} - T_{\text{и}}}{\sqrt{2T_{\text{кз}}T_{\text{и}}(N_0-2)}} - \text{коэффициент демпфирования в уравнении (1)}.$$

С учетом того, что после разрешения целей ракета будет наводиться на одну из них с некоторым средним нормальным ускорением  $\tilde{a}$ , математическое ожидание остаточного промаха  $M[d]$  будет равно

$$M[d] = \frac{4N_0(m-1)\sqrt{l_0^3}}{\pi^2\xi\sqrt{(N_0-2)T_{\text{и}}\Theta_p}|\dot{D}|} - \frac{2\tilde{a}l_0^2}{\Theta_p^2\dot{D}^2}. \quad (10)$$

Соотношение (10) позволяет получить оптимальное значение базы между целями, при котором обеспечивается максимальное значение остаточного промаха:

$$l_{60} = \frac{9N_0^2(m-1)^2\Theta_p^3|\dot{D}|^3}{2\pi^4(N_0-2)T_{\text{и}}\tilde{a}^2}. \quad (11)$$

Таким образом, соотношения (8) и (11) позволяют определить оптимальные параметры МП при низкой частоте мерцаний парной цели: период мерцания первой цели  $T_{\text{мл}}$  и базу между целями  $l_{60}$ . Принимая закон распределения промахов нормальным, можно по известным формулам оценить вероятность попадания ракеты в заданную область относительно цели (например, в область, определяемую радиусом поражения боевой части ракеты  $R_{\text{ц}}$ ):

$$P_{\text{ц}} = \left[ \Phi\left(\frac{M[d]+R_{\text{ц}}}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{M[d]-R_{\text{ц}}}{\sigma}\right) \right], \quad (12)$$

где  $\Phi(*)$  – функция Лапласа;

$\sigma = \sqrt{\frac{2}{\pi}} M[|h(t_p)|]_{\text{max}}$  – среднее квадратическое отклонение текущего промаха на дальности разрешения целей.

**Пример.** Пусть ракета с радиолокационной ГСН наводится на парную цель, создающую мерцающую помеху с низкой частотой мерцаний. Зададим следующие параметры ракеты и ее системы наведения:  $|\dot{D}| = 1000 \text{ мс}^{-1}$ ,  $N_0 = 4$ ,  $m = 2$ ,  $T_{\text{и}} = 0,15 \text{ с}$ ,  $\Theta_p = 0,2 \text{ рад}$ ,  $\xi = 0,7$ ,  $\tilde{a} = 300 \text{ мс}^{-2}$ ,  $R_{\text{ц}} = 10 \text{ м}$ .

Определим оптимальные значения базы  $l_{60}$ , периода мерцаний  $T_{M1}$ , а также вероятность поражения одной из целей  $P_{\Pi}$ .

Оптимальное значение базы найдем по формуле (11):

$$l_{60} = \frac{9 \cdot 4^2 \cdot 0,2^3 \cdot 10^9}{2 \cdot \pi^4 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 300^2} \approx 220 \text{ [м]}.$$

Определим время, оставшееся до конца наведения от момента разрешения целей:

$$t_0 = \frac{2l_{60}}{\Theta_p |\dot{D}|} = \frac{2 \cdot 220}{0,2 \cdot 1000} = 2,2 \text{ [с]}.$$

Оптимальный период мерцаний определяется по формуле (8):

$$T_{M1} = \pi \sqrt{\frac{0,15 \cdot 2,2}{2}} = 1,28 \text{ [с]}.$$

По формуле (9) определим максимальное значение математического ожидания промаха в момент разрешения целей:

$$M[h(t_p)]_{\max} = \frac{4 \cdot 4 \sqrt{220^3}}{\pi^2 \cdot 0,7 \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,2 \cdot 1000}} \approx 976 \text{ [м]}.$$

Математическое ожидание оставшегося промаха определяется формулой (10):

$$M[d] = 976 - \frac{300 \cdot 2,2^2}{2} = 250 \text{ [м]}.$$

Среднеквадратическое отклонение текущего промаха на дальности разрешения целей  $\sigma = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot 976 \approx 780$  м. Вероятность попадания в заданный интервал относительно цели, на которую производится наведение после разрешения, определяется соотношением (12):

$$P_{\Pi} = \Phi\left(\frac{220+10}{780}\right) - \Phi\left(\frac{220-10}{780}\right) \approx 0,129 - 0,118 = 0,011.$$

Как показывает анализ приведенных результатов, малое значение  $P_{\Pi}$  обусловлено в основном большим значением СКО текущего промаха при воздействии мерцающей помехи с низкой частотой мерцаний.

#### Список литературы

1. Вакин, С. А. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки / С. А. Вакин, Л. Н. Шустов. – М.: Сов. радио, 1968. – 448 с.
2. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / под. ред. Ю. М. Перунова. – М.: Радиотехника, 2008. – 416 с.
3. Куприянов, А. И. Радиоэлектронная борьба: учеб. пособие / А. И. Куприянов. – М.: Вуз. кн., 2013. – 359 с.
4. Малкин, В. А. Системы радиуправления летательных аппаратов / В. А. Малкин. – Минск: ВА РБ, 2011. – 277 с.
5. Корн, Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1977. – 832 с.

\*Сведения об авторах:

Малкин Виталий Александрович,

Лемба Абрахам,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 07.04.2015 г.

## СИНТЕЗ УСТРОЙСТВА МЕЖОБЗОРНОЙ СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ ДЛЯ РАДИОЛОКАТОРОВ КРУГОВОГО ОБЗОРА, УЧИТЫВАЮЩЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИНЯТОГО СИГНАЛА ПО ПРОСТРАНСТВУ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ

УДК 621.396.96

А. С. Солонар, П. А. Хмарский\*

*Предложен новый способ учета распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения для межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений. Синтезировано устройство межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений для радиолокаторов кругового обзора, учитывающее распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения.*

*A new technique for scan-to-scan clutter rejection is described. A novel suboptimal algorithm is developed by applying the interacting multiple model and new technique for scan-to-scan clutter rejection approach in radar applications measurements.*

### Введение

В радиолокационных станциях (РЛС) остатки компенсации мешающих отражений от объемно или поверхностно распределенных отражателей, сосредоточенных местных предметов или локальных неоднородностей атмосферы наблюдаются на индикаторах в виде целеподобных отметок и называются дискретными мешающими отражениями (ДМО) [1–7].

Дискретные мешающие отражения существенно затрудняют автоматизацию процесса межобзорного сопровождения целей в РЛС кругового обзора. Для борьбы с ДМО используют различные алгоритмы межобзорной селекции движущихся целей: алгоритмы с применением карты помех [6–11], так называемые алгоритмы «с сопровождением до обнаружения» (*track-before-detect*) [12–15], алгоритмы селекции с одновременным сопровождением ДМО и целей на этапе вторичной обработки [2, 4, 5, 16–20]. Задача селекции радиолокационных отметок истинных целей на фоне ложных рассматривается как частный случай решения задачи радиолокационного распознавания при числе альтернатив, равном двум [3–5]. В дальнейшем под задачей селекции будем понимать задачу распознавания двух классов объектов радиолокационного наблюдения: цель и ДМО.

Алгоритмы межобзорной селекции движущихся целей, в основе которых лежат карты помех, отличаются относительной простотой реализации. Карта помех учитывает пространственное распределение принятого сигнала – для этого пространство радиолокационного наблюдения разбивается на «ячейки». Минимальные размеры ячеек ограничены ошибками разового оценивания и дополнительными флуктуациями по пространству остатков компенсации распределенных ДМО, а также зависят от минимальной скорости цели. В пределах каждой ячейки производится подсчет числа отметок, попавших в нее за фиксированное число обзоров, и критерийное обнаружение ДМО. Мешающие отражатели практически не перемещаются или перемещаются со скоростью ветра, что позволяет обнаруживать факт их наличия в пределах одной ячейки. Отметки движущихся целей попадают в разные ячейки от обзора к обзору. Селекция заключается в присваивании отметке класса – «ДМО», если она попала в ячейку с решением об обнаружении ДМО, и «цель» в противном случае. На практике размеры ячейки по каждой координате выбирают равным 2–10 размерам элемента разрешения, также существуют системы, использующие для обновления карты помех дополнительные «крупные» ячейки размером до 30 элементов разрешения [8]. Для экономии памяти ячейки обычно обновляют с использованием простого рекурсивного  $\alpha$ - $\beta$  фильтра [7, 8].

Главным достоинством межобзорной селекции движущихся целей с картой помех является возможность принятия решения о классе отметки. Недостатки метода межобзорной селекции движущихся целей с картой помех [3, 9, 10]:

низкая пространственная избирательность (ячейки имеют относительно большой размер, что может привести к попаданию отметки цели в ячейку с ДМО);

относительно длительные переходные процессы при перемещении ДМО из ячейки в ячейку;

низкая достоверность информации об «истинных» отметках, так как не учитывается предыстория перемещения движущихся целей.

В последнее время широкое распространение получили алгоритмы «сопровождения до обнаружения» (*track-before-detect*) [12–15], некогерентно накапливающие распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения и принимающие решение о наличии цели по нескольким смежным обзорам. В основе этих алгоритмов лежат процедуры динамического программирования. К недостаткам данных алгоритмов относят [12]: значительное повышение вычислительной сложности при обнаружении движущихся целей; нарушение работоспособности алгоритма при нестационарности шума или при попадании отраженного сигнала в окно анализа среднего уровня шума.

Алгоритмы, использующие селекцию с одновременным сопровождением траекторий ДМО и целей, реализуются на этапе вторичной обработки радиолокационной информации [2, 3, 16–20]. Главные их достоинства: высокая пространственная избирательность, высокое качество межобзорной селекции сосредоточенных ДМО, возможность учета предыстории перемещения всех наблюдаемых целей. К их недостаткам можно отнести: трудность реализации, значительные вычислительные ресурсы и низкое качество селекции ДМО от распределенных отражателей. Последний недостаток обусловлен необходимостью переходить на алгоритмы траекторного сопровождения с вероятностным объединением данных (в зарубежной литературе фильтр, реализующий данный метод, обозначается как *Probabilistic data association filter* [21]) после обнаружения отметок с классом «ДМО».

Сочетание алгоритмов с применением карты помех и алгоритмов с одновременным сопровождением ДМО и целей позволяет повысить качество межобзорной селекции движущихся целей [3–5]. Алгоритмы на основе карт помех здесь используются для предварительной селекции. Задачей карты помех в этом случае является принятие решения о классе отметки: «цель» или «ДМО», после чего отметка выдается на устройство межобзорной селекции движущихся целей с одновременным сопровождением ДМО и целей. По ДМО новые траектории не создаются. В процессе отождествления отметок и траекторий принимают участие все отметки, что позволяет сопровождать траектории движущихся целей, входящих в область интенсивных ДМО. Все основные недостатки межобзорной селекции движущихся целей с сочетанием карты помех и одновременным сопровождением ДМО и целей обусловлены недостатками карт помех (в основном длительными переходными процессами и низкой пространственной избирательностью).

Для дальнейшего повышения качества межобзорной селекции движущихся целей необходим новый способ учета распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения, позволяющий отказаться от использования карты помех и этапа предварительной селекции.

*Целью статьи является:* синтез устройства межобзорной селекции движущихся целей для радиолокаторов кругового обзора, учитывающего распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения.

## 1. Постановка задачи

*Начальные условия.* Дана импульсная трехкоординатная РЛС кругового обзора с фильтровой обработкой принятого сигнала. В состав устройства обработки принятого сигнала входят:

фильтр одиночного сигнала (ФОС);  
 устройство когерентной компенсации мешающих отражений (ККМО);  
 квадратичный детектор (КД);  
 некогерентный накопитель (НН);  
 адаптивный обнаружитель отраженного сигнала (ОС) за один обзор;  
 устройство формирования разовых оценок (вектора наблюдаемых параметров  $\hat{\theta}$ ).

Вектор  $\hat{\theta}$  включает разовые оценки дальности  $\hat{r}$ , азимута  $\hat{\beta}$  и угла места  $\hat{\varepsilon}$ . Для борьбы со «слепыми» скоростями и обеспечения равномерности амплитудно-скоростной характеристики (АСХ) устройства ККМО применяется вобуляция периода повторения зондирующих сигналов от импульса к импульсу.

Оценки вектора наблюдения поступают на вход устройства траекторной обработки, в задачу которого входит межобзорная селекция целей на фоне ДМО. Для этого все обнаруженные цели берутся на сопровождение, а решение о классе сопровождаемого объекта («ДМО» или «цель») принимается за несколько смежных обзоров. При этом в класс «ДМО» включаются как мешающие отражения от сосредоточенных отражателей, так и остатки компенсации мешающих отражений от поверхностно или объемно распределенных отражателей. Класс «цель» будет содержать все аэродинамические летательные аппараты, скорости движения которых превышают максимально возможную скорость ветра 35 м/с, что справедливо для европейских районов. Предполагается, что для селекции малоскоростных летательных аппаратов типа вертолетов, воздушных шаров, дельтапланов и беспилотных летательных аппаратов используются иные методы, не рассматриваемые в данной работе.

Решение задачи межобзорной селекции ведется в условиях параметрической неопределенности относительно модели входного воздействия сопровождаемых целей (она индивидуальна для целей обоих классов). Число гипотез моделей входного воздействия считается постоянным для каждого класса и не меняется от обзора к обзору. Считается, что задача отождествления уже сопровождаемых траекторий с разовыми оценками (РО) решена, цель наблюдается и обнаруживается на каждом обзоре, требуется ответить на вопрос: к какому классу она относится.

Вектор состояния цели  $\alpha$  связан нелинейной вектор-функцией  $h \bullet$  с вектором наблюдаемых параметров:  $\theta = h \alpha$ .

При решении задачи селекции требуется учитывать сигнальные и траекторные признаки целей и ДМО. В качестве траекторного признака селекции  $\eta$  будем использовать полную скорость цели  $V$ , связанную с вектором состояния через функциональное преобразование  $V = h_{\eta}^{(T)} \alpha$ .

Совокупность принятых сигналов с первого по текущий  $(k + 1)$ -й обзор будем обозначать  $f'_{k+1} = \| f_1 \dots f_{k+1} \|^T$ , где  $f_i$  – вектор дискретных отсчетов принятого сигнала на  $i$ -м обзоре. Через вектор  $\Theta_{k+1} = \| \hat{\theta}_1 \dots \hat{\theta}_{k+1} \|^T$  обозначим совокупность оценок векторов наблюдения с первого по текущий  $(k + 1)$ -й обзор, полученных по результатам наблюдения соответствующих принятых реализаций  $\| f_1 \dots f_{k+1} \|^T$ . Обозначим через  $\Phi \bullet$  функциональное преобразование, позволяющее перейти от принятой реализации  $f_i$  к регулярной оценке вектора наблюдения  $\theta_i = \Phi f_i$ , сформированной по этой реализации. Общий переход от  $f'_{k+1}$  к  $\Theta_{k+1}$  учтем преобразованием  $\Theta_{k+1} = \Phi f'_{k+1} = \| \Phi f_1 \dots \Phi f_{k+1} \|^T$ .

В качестве критерия синтеза устройства будем использовать минимум апостериорного риска  $\bar{R}_{ps}$  совместного измерения вектора состояния и межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений с простой функцией

стоимости принятия решения о классе цели и квадратичной функции потерь для задачи измерения [4, 5, 16]:

$$\begin{aligned} \bar{R}_{ps} \bar{\alpha}_{k+1}, \bar{\vartheta}_j, k+1 | f'_{k+1} = & \frac{1}{p f'_{k+1}} \sum_{i=1}^2 P \vartheta_i p f'_{k+1} | \vartheta_i \left[ \Pi_{ji} k+1 + \right. \\ & \left. + \int_{V_{\alpha}^i} \bar{\alpha}_{k+1} - \alpha_{k+1} \quad \bar{\alpha}_{k+1} - \alpha_{k+1} p \alpha_{k+1} | f'_{k+1}, \vartheta_i d\alpha_{k+1} \right], \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\alpha_{k+1}, \bar{\alpha}_{k+1}$  – вектор состояния цели и его оценка на  $(k+1)$ -м обзоре;

$\vartheta_i, \bar{\vartheta}_j$  – гипотеза об  $i$ -м классе цели ( $i = \overline{1, 2}$ ;  $\vartheta_1$  – «цель»;  $\vartheta_2$  – «ДМО»;  $\sum_{i=1}^2 P \vartheta_i = 1$ )

и решение в пользу цели  $j$ -го класса цели ( $j = \overline{1, 3}$ ;  $\bar{\vartheta}_1$  – «цель»,  $\bar{\vartheta}_2$  – «ДМО»,  $\bar{\vartheta}_3$  – продолжение наблюдения);

$p f'_{k+1}$  – безусловная плотность вероятности принятой реализации  $f'_{k+1}$ ;

$P \vartheta_i$  – априорная вероятность  $i$ -го класса цели;

$p f'_{k+1} | \vartheta_i$  – условная плотность вероятности  $f'_{k+1}$  при справедливости гипотезы  $\vartheta_i$ ;

$\Pi_{ji} k+1$  – стоимость решения об  $j$ -ом классе цели при наличии  $i$ -го на  $(k+1)$ -м обзоре;

$V_{\alpha}^i$  – область определения вектора состояния  $\alpha_{k+1}$   $i$ -го класса цели;

$p \alpha_{k+1} | f'_{k+1}, \vartheta_i$  – апостериорная плотность вероятности вектора состояния, условная по классу цели.

Задача: синтезировать устройство межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений, минимизирующее апостериорный риск (1) и учитывающее распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения.

## 2. Двухфункциональное последовательное решающее правило межобзорной селекции движущихся целей

Двухфункциональное последовательное решающее правило межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений, минимизирующее апостериорный риск (1), включает этапы [4, 5, 16]:

1. Оценка вектора состояния.

2. Решение о классе цели с учетом возможности продолжения наблюдения и сочетания траекторных и сигнальных признаков.

Особенности этапов двухфункционального решающего правила рассмотрим ниже.

**Оценка вектора состояния**  $\bar{\alpha}_{k+1}$  на  $(k+1)$ -м обзоре вычисляется согласно выражения

$$\bar{\alpha}_{k+1} = \sum_{i=1}^2 P \vartheta_i | f'_{k+1} \bar{\alpha}_{k+1} \vartheta_i, \quad (2)$$

где  $\bar{\alpha}_{k+1} \vartheta_i$  – оценка вектора состояния, условная по классу цели;

$$P \vartheta_i | f'_{k+1} = \frac{P \vartheta_i \Lambda f'_{k+1} | \vartheta_i}{\sum_{i=1}^M P \vartheta_i \Lambda f'_{k+1} | \vartheta_i} - \text{апостериорная вероятность } i\text{-й гипотезы о классе цели;}$$

$\Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i$  – обобщенное отношение правдоподобия, условное по классу цели.

Условные оценки вектора состояния  $\bar{\alpha}_{k+1} | \mathfrak{G}_i$  вычисляются в предположении справедливости гипотезы о классе цели  $\mathfrak{G}_i$ :

$$\bar{\alpha}_{k+1} | \mathfrak{G}_i = \sum_{l=1}^{N_\gamma^i} P \gamma_l | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i \bar{\alpha}_{k+1} | \mathfrak{G}_i, \gamma_l, \quad (3)$$

$$\bar{\alpha}_{k+1} | \mathfrak{G}_i, \gamma_l = \int_{V_\alpha^i} \alpha_{k+1} P \alpha_{k+1} | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l d\alpha_{k+1} \cong \int_{V_\alpha^i} \alpha_{k+1} P \alpha_{k+1} | \Theta_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l d\alpha_{k+1}, \quad (4)$$

где  $N_\gamma^i$  – число гипотез моделей входного воздействия для объекта  $i$ -го класса;

$P \gamma_l | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i$  – апостериорная вероятность  $l$ -й гипотезы о модели входного воздействия  $\gamma_l$  ( $l = \overline{1, N_\gamma^i}$ ) при условии принятия совокупности реализаций  $f'_{k+1}$  от объекта  $i$ -го класса цели;

$\bar{\alpha}_{k+1} | \mathfrak{G}_i, \gamma_l$  – условная оценка вектора состояния, вычисляемая в предположении справедливости гипотез о классе цели  $\mathfrak{G}_i$  и модели входного воздействия  $\gamma_l$  для этого класса;

$P \alpha_{k+1} | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l \cong P \alpha_{k+1} | \Theta_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l$  – апостериорная плотность вероятности вектора состояния, условная по классу цели и модели входного воздействия  $\gamma_l$  для этого класса. Переход к зависимости апостериорной плотности от  $\Theta_{k+1}$  подчеркивает, что оценка параметров этой плотности формируется по совокупности оценок векторов наблюдения с первого по текущий  $(k+1)$ -й обзор.

**Решение о классе цели с учетом возможности продолжения наблюдения и сочетания траекторных и сигнальных признаков** принимается по правилу:

$\bar{\mathfrak{G}} = \bar{\mathfrak{G}}_r$ , если для всех  $j \neq r$   $j, r = \overline{1, 3}$  выполняется условие

$$\sum_{i=1}^2 \Pi_{ji}^{k+1} P \mathfrak{G}_i L_\eta f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i \Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i > \sum_{i=1}^2 \Pi_{ri}^{k+1} P \mathfrak{G}_i L_\eta f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i \Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i, \quad (5)$$

где  $L_\eta f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i$  – коэффициент правдоподобия по траекторным признакам.

Обобщенное отношение правдоподобия  $\Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i$  из (5) можно вычислять рекуррентно [4, 5, 16]:

$$\Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i = \Lambda f'_k | \mathfrak{G}_i \Lambda f_{k+1} | f'_k, \mathfrak{G}_i, \quad (6)$$

где стоящее вторым сомножителем в правой части формулы условное отношение правдоподобия записывается в виде [16]:

$$\Lambda f_{k+1} | f'_k, \mathfrak{G}_i = \sum_{l=1}^{N_\gamma^i} P \gamma_l | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i \Lambda f_{k+1} | f'_k, \mathfrak{G}_i, \gamma_l, \quad (7)$$

$$\Lambda f_{k+1} | f'_k, \mathfrak{G}_i, \gamma_l = \int_{V_\theta^i} P h \alpha_{k+1} | f'_k, \mathfrak{G}_i, \gamma_l \Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l d\theta_{k+1}, \quad (8)$$

где  $\Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i = \frac{P f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i}{P f'_{k+1} | \mathfrak{G}_0}$  – обобщенное отношение правдоподобия при наличии принятой реализации  $f'_{k+1}$  при условии наблюдения цели  $i$ -го класса цели;

$p f'_{k+1} | \mathfrak{G}_0$  – условная плотность распределения принятой реализации в отсутствии цели (гипотеза –  $\mathfrak{G}_0$ );

$p h \alpha_{k+1} | f'_k, \mathfrak{G}_i, \gamma_l$  – условная априорная плотность вектора состояния, пересчитанная в область определения вектора наблюдения, условная по классу цели и модели входного воздействия;

$\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l$  – условное отношение правдоподобия по вектору наблюдения, классу цели и модели входного воздействия.

Для РЛС кругового обзора время наблюдения цели  $T_n$  ограничено, при этом считается, что за время  $T_n$  параметры отраженного сигнала (вектор наблюдения  $\hat{\theta}_{k+1}$ ) не изменяются [1, 8, 16]. Постоянное значение  $\hat{\theta}_{k+1}$  за время  $T_n$  означает слабую зависимость параметров принятого сигнала от вида модели входного воздействия  $\gamma_l$ . Следовательно, для выражения (8), можно записать равенство

$$\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l \approx \Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \mathfrak{G}_i .$$

Рассмотрим особенности реализации двухфункционального последовательного решающего правила межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений, минимизирующего апостериорный риск (1).

### 3. Особенности учета траекторных признаков селекции

Коэффициент правдоподобия по траекторным признакам  $L_\eta f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i$  в (5) вычисляется в соответствии с выражением [16]

$$L_\eta f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i = \sum_{l=1}^{N_y^i} P \gamma_l | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i \int_{V_\eta^i} p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_i, \gamma_l p \eta_{k+1} | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l d\eta_{k+1}, \quad (9)$$

где  $p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_i, \gamma_l$  – априорная плотность вероятности вектора траекторных параметров, условная по классу цели и модели входного воздействия  $\gamma_l$  ( $l = \overline{1, N_y^i}$ ) для этого класса;

$p \eta_{k+1} | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l$  – апостериорная плотность вероятности вектора траекторных параметров, условная по классу цели и модели входного воздействия  $\gamma_l$  для этого класса;

$V_\eta^i$  – область определения вектора траекторных параметров  $i$ -го класса цели.

Диапазон возможных скоростей движения воздушных целей ограничен от 50...70 м/с (на посадке) до 850 (и более) м/с, а для ДМО – от 0 до 35 м/с. Известно из [1], что модель входного воздействия  $\gamma_l$  на диапазон скоростей не влияет, поэтому априорные плотности вероятности полной скорости целей и ДМО из (9) можно записывать без указания такой зависимости:  $p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_i, \gamma_l = p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_i$ . Тогда выражение (9) преобразуется к виду (10)

$$L_\eta f'_{k+1} | \mathfrak{G}_i = \sum_{l=1}^{N_y^i} P \gamma_l | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i \int_{V_\eta^i} p \eta_{k+1} | \gamma_l p \eta_{k+1} | f'_{k+1}, \mathfrak{G}_i, \gamma_l d\eta_{k+1}. \quad (10)$$

Резкое ограничение границ диапазонов априорных плотностей  $p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_1$  и  $p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_2$  приводит к скачкообразному изменению коэффициента правдоподобия на границах плотностей  $p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_i$ , поэтому предлагается использовать усеченные слева в нуле обобщенные гауссовы плотности для описания  $p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_1$  и  $p \eta_{k+1} | \mathfrak{G}_2$  (см. рисунок 1).

Обобщенное гауссово распределение – параметрическое семейство симметричных распределений [22, 23]. Плотность вероятности  $p_{GGD}$  случайных величин, подчиняющихся этому семейству, задается формулой [22]:

$$p_{GGD}(x) = \frac{p\alpha}{2\Gamma(1/p)} e^{-\alpha|x-\mu|^p},$$

где  $\Gamma(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$  – гамма-функция;

$\alpha = \sigma_{GGD}^{-1} \sqrt{\Gamma(3/p) / \Gamma(1/p)}$  – параметр распределения;

$\sigma_{GGD}$  – среднеквадратическое отклонение распределения;

$\mu$  – параметр сдвига;

$p$  – параметр формы.

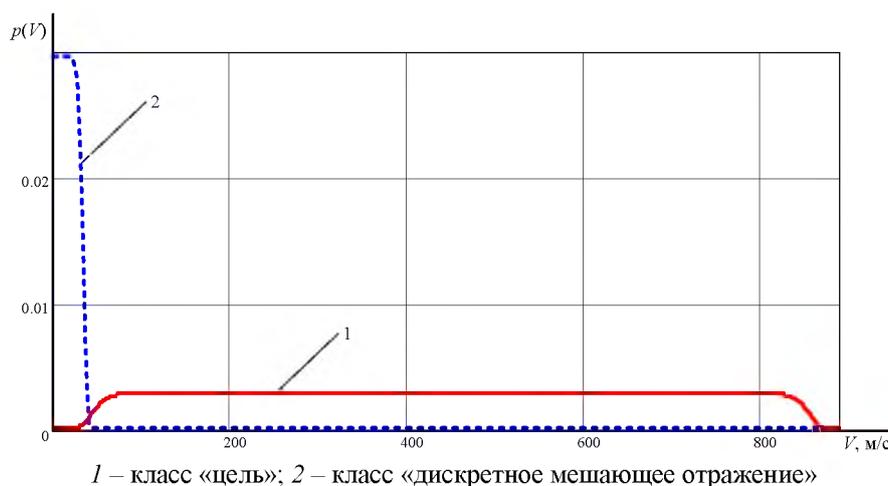


Рисунок 1. – Апприорные плотности распределения полной скорости

Вычисление интегралов, входящих в сумму (10), предлагается выполнять численным методом Монте-Карло [24–28]. Преимущества этого метода перед остальными: прямой учет влияния нелинейных преобразований на аппроксимируемую плотность и простота реализации [24–26]. В основе этого метода лежит аппроксимация произвольной плотности  $p(\alpha)$  совокупностью случайных отсчетов  $\alpha^s$  из  $N \gg 1$  отсчетов ( $s = \overline{1, N}$ ) и ненормированными весами этих отсчетов  $\tilde{w}_s = p(\alpha^s)$ :

$$p(\alpha) \approx \frac{1}{\sum_{j=1}^N \tilde{w}_j} \sum_{s=1}^N \tilde{w}_s \delta(\alpha - \alpha^s),$$

где  $\delta(\alpha - \alpha^s)$  – дельта-функция в точке  $\alpha^s$ .

Дисперсия ошибки аппроксимации будет минимальна, если закон распределения случайных отсчетов будет соответствовать  $p(\alpha)$ . Область определения  $\alpha$  должна покрывать все возможные значения  $p(\alpha)$ .

Гауссову плотность вероятности с известными математическим ожиданием  $\bar{\alpha}$  и корреляционной матрицей  $R$  можно аппроксимировать методом Монте-Карло путем получения случайных отсчетов  $\alpha^s$  ( $s = \overline{1, N}$ ) при помощи матричного формирующего фильтра [1]:

$$\alpha^s = \bar{\alpha} + \sqrt{R} \xi^s, \quad \tilde{w}_s = \frac{1}{(2\pi)^2 |R|} e^{-\frac{1}{2} \sqrt{R} \xi^{sT} R^{-1} \sqrt{R} \xi^s}, \quad (11)$$

где  $\sqrt{R}$  – верхняя треугольная матрица;

$\xi^s$  – случайный вектор с ненормированным весом  $\tilde{w}_s$ , каждый элемент которого распределен по гауссову закону с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

Дисперсия ошибки вычисления интегралов коэффициентов правдоподобия (10) методом Монте-Карло имеет обратную зависимость от  $N$  [24].

Для вычисления выражения (10), требуется:

1. Аппроксимировать методом Монте-Карло апостериорную плотность вероятности распределения вектора состояния  $p(\alpha_{k+1} | f_{k+1}^*, \Theta_i, \gamma_l) \cong p(\alpha_{k+1} | \Theta_{k+1}, \Theta_i, \gamma_l)$  на  $(k+1)$ -м обзоре набором  $N$  случайных точек  $\alpha_{k+1}^s$  (11).

2. Получить аппроксимацию плотности вероятности распределения полной скорости  $p(\eta_{k+1} | f_{k+1}^*, \Theta_i, \gamma_l)$  путем нелинейного преобразования  $h_{\eta}^{(T)}(\alpha_{k+1}^s)$  над плотностью  $p(\alpha_{k+1} | \Theta_{k+1}, \Theta_i, \gamma_l)$ .

3. Получить аппроксимацию результатов перемножения апостериорной  $p(\eta_{k+1} | f_{k+1}^*, \Theta_i, \gamma_l)$  и априорной  $p(\eta_{k+1} | \gamma_l)$  плотностей полной скорости, а затем найти интегралы от этих результатов перемножений по  $\eta_{k+1}$  в области определения  $V_3^{(T)}$ .

4. Определить значение коэффициентов правдоподобия  $L_{\eta} f_{k+1}^* | \Theta_i, \gamma_l$  согласно (10).

Пример получения аппроксимации результатов перемножения апостериорной и априорной плотностей полной скорости цели методом Монте-Карло представлен на рисунке 2.

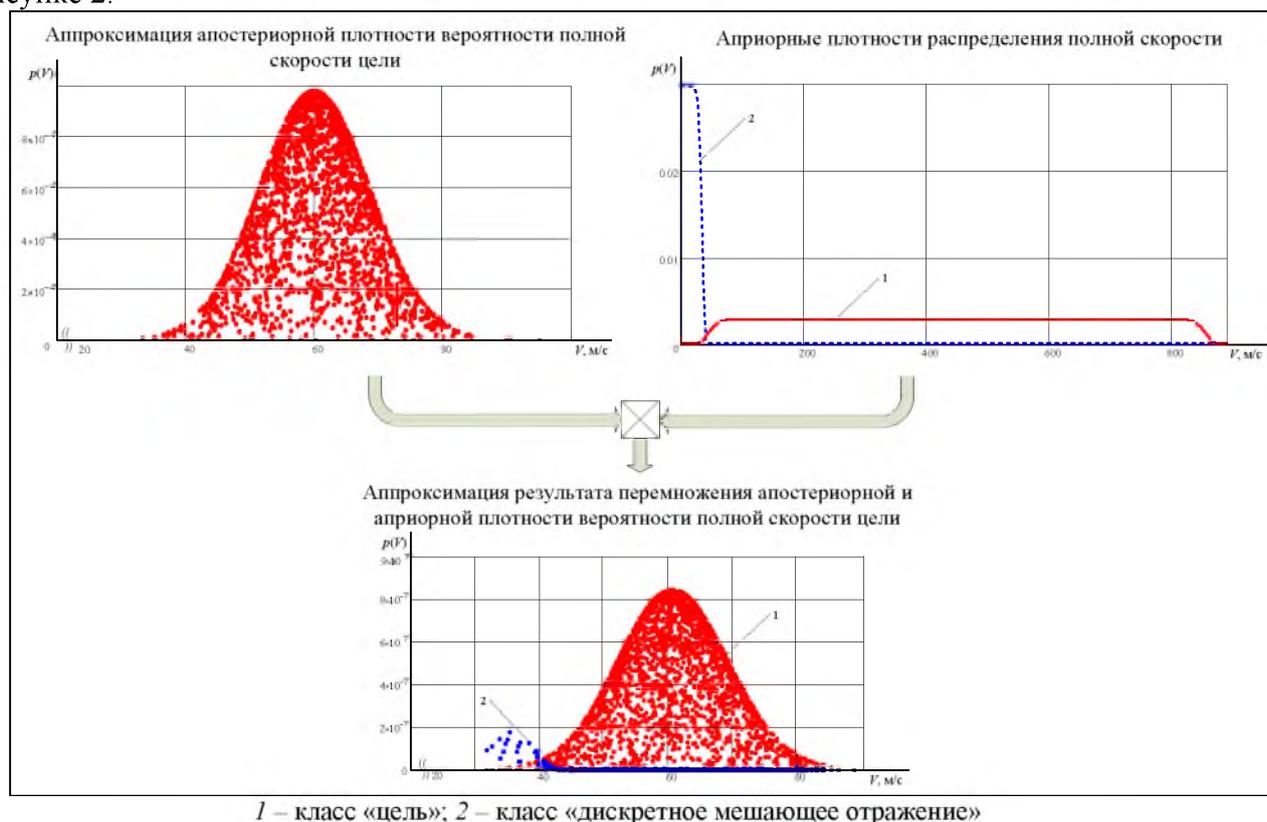


Рисунок 2. – Пример получения аппроксимации результатов перемножения апостериорной и априорной плотностей полной скорости цели методом Монте-Карло

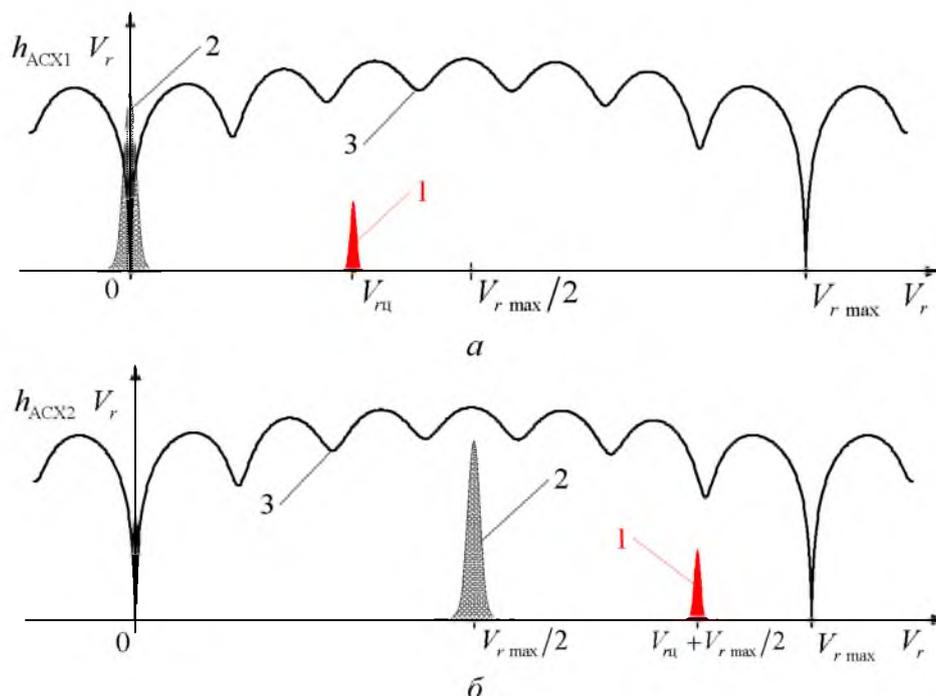
Достоинством предложенного алгоритма вычисление коэффициента правдоподобия  $L_{\eta} f'_{k+1} | \vartheta_i, \gamma_i$  является возможность учета формы априорной плотности  $p \eta_{k+1} | \gamma_i$  любой сложности. Требуемая точность вычисления коэффициента правдоподобия  $L_{\eta} f'_{k+1} | \vartheta_i, \gamma_i$  определяется числом случайных отсчетов Монте-Карло.

#### 4. Способ учета распределения сигнала по пространству радиолокационного наблюдения при межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений

Для формирования двух альтернативных функций правдоподобия за один контакт с целью  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_1$  и  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_2$  в выражении (8) предлагается использовать распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения. Отношение правдоподобия  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_1$  (или монотонное преобразование от него) формируется в устройстве первичной обработки принятого сигнала и используется для принятия решения об обнаружении отраженного сигнала и формирования разовой оценки. Отношение правдоподобия  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_2$  для класса «ДМО» также должно формироваться в устройстве первичной обработки принятого сигнала.

Формирование отношений правдоподобия  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_1$  и  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_2$  предлагается осуществлять при помощи основного и дополнительного каналов устройства первичной обработки сигнала. Основной канал предназначен для компенсации мешающих отражений, формирования функционала отношения правдоподобия класса «цели»  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_1$ , адаптивного обнаружения отраженного сигнала и формирования разовых оценок  $\hat{\theta}_{k+1}$ . Дополнительный канал предназначен для когерентной компенсации отраженного сигнала (ККОС) и формирования отношения правдоподобия класса «ДМО»  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_2$ .

Условные отношения правдоподобия  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_1$  и  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_2$  искажаются при прохождении через устройство когерентной компенсации. Искажения могут быть существенными в области неравномерности АСХ вблизи зон режекции, а наибольшее искажение проявляется в дополнительном канале обработки. В целях снижения влияния АСХ на  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \vartheta_2$  необходимо поместить спектр мешающих отражений в середину АСХ, для чего спектр принятого сигнала в дополнительном канале смещается на половину от максимального значения частоты Доплера отраженного сигнала  $F_{D_{\max}}/2$ . Величина  $F_{D_{\max}} = V_{r_{\max}}/\lambda$  определяется максимально допустимой радиальной скоростью цели  $V_{r_{\max}}$  и длиной волны излучения  $\lambda$ . Необходимо отметить, что полное подавление отраженного сигнала произойдет в дополнительном канале при радиальной скорости цели  $V_{rc} = V_{r_{\max}}/2$ . Амплитудно-скоростные характеристики каналов обработки и энергетические спектры отраженного сигнала и мешающих отражений представлены на рисунках 3, а, б. Амплитудно-скоростная характеристика  $h_{ACX1}$  устройства КМО совпадает с АСХ  $h_{ACX2}$  устройства ККОС, а энергетический спектр принятого сигнала в канале ККОС по сравнению с энергетическим спектром сигнала в канале КМО смещен на величину  $V_{r_{\max}}/2$ .



1 – энергетический спектр отраженного сигнала; 2 – энергетический спектр мешающих отражений;  
3 – амплитудно-скоростная характеристика устройства подавления

а) – основной канал с компенсацией мешающих отражений;

б) – дополнительный канал с компенсацией отраженного сигнала

**Рисунок 3. – Амплитудно-скоростные характеристики каналов обработки и энергетические спектры отраженного сигнала и мешающих отражений**

Пример распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения изображен на рисунках 4, а и б. На рисунке 4, а изображено распределение отраженного сигнала по пространству радиолокационного наблюдения, полученное в канале ККМО. Наблюдаются остатки компенсации мешающих отражений и отраженный сигнал. Наличие остатков компенсации мешающих отражений может привести к появлению разовых оценок на их кромке. На рисунке 4, б изображено распределение мешающих отражений по пространству радиолокационного наблюдения и остатки компенсации отраженного сигнала. Форма и положение мешающих отражений в пространстве радиолокационного наблюдения в смежных обзорах изменяется незначительно, а положение отраженного сигнала – наоборот – от обзора к обзору наблюдается в разных местах.

Вычисление интегралов вида (8) также предлагается выполнять численным методом Монте-Карло с учетом полученного распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения. Для этого требуется:

1. Аппроксимировать методом Монте-Карло априорную плотность вероятности распределения вектора состояния  $p \alpha_{k+1} | f'_k, \Theta_i, \gamma_l$  на  $(k+1)$ -м обзоре набором  $N$  случайных точек  $\alpha_{k+1}^s$  (11).

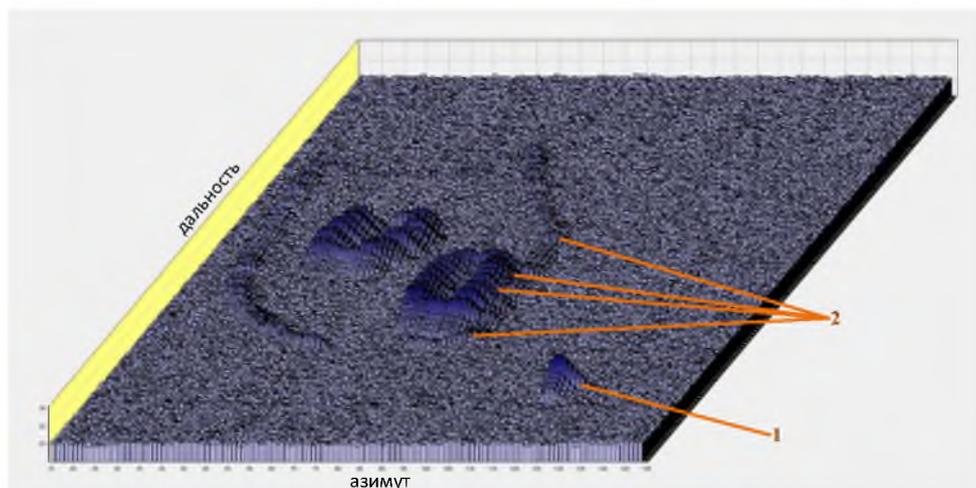
2. Получить аппроксимацию условной априорной плотности вектора состояния  $p h \alpha_{k+1} | f'_k, \Theta_i, \gamma_l$  путем нелинейного преобразования  $h \alpha_{k+1}^s$ .

3. Получить аппроксимацию априорной плотности вероятности радиальной скорости  $p \widehat{V}_{r(k+1)} | f'_k, \Theta_i, \gamma_l$  путем нелинейного преобразования  $h_{V_r} \alpha_{k+1}^s$ . Для корректировки влияния АСХ рассчитать ее значение для каждого полученного отсчета  $h_{ACX1} \widehat{V}_{r(k+1)}^{(s)}$ .

4. Аппроксимировать методом Монте-Карло отношения правдоподобия  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \Theta_1$  и  $\Lambda f_{k+1} | \theta_{k+1}, \Theta_2$  на  $(k+1)$ -м обзоре набором  $N$  случайных точек с учетом значений  $h_{ACX1} \widehat{V}_{r(k+1)}^{(s)}$ .

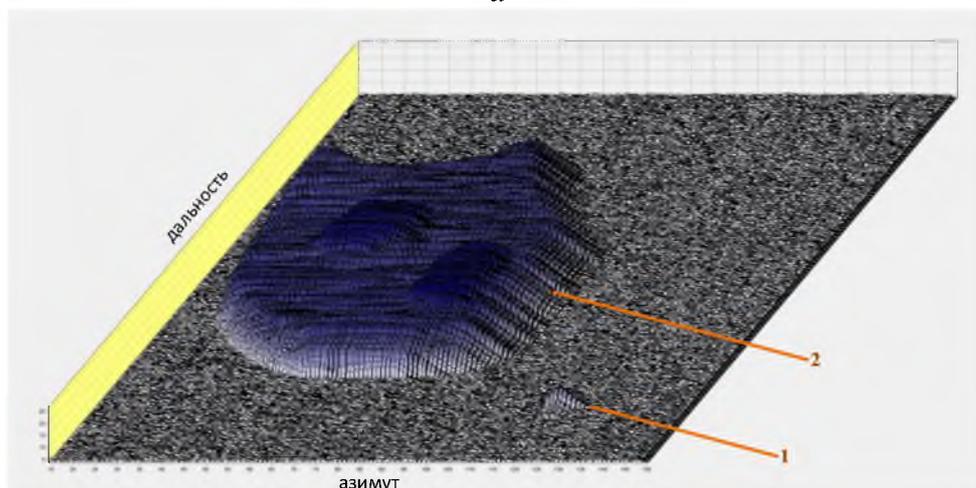
5. Вычислить значение интеграла  $\int_{V_{\theta}^i} p h \alpha_{k+1} |f'_k, \vartheta_i, \gamma_l \wedge f_{k+1}|_{\theta_{k+1}, \vartheta_i, \gamma_l} d\theta_{k+1} :$

$$\wedge f_{k+1}|f'_k, \vartheta_i, \gamma_l = \sum_{s=1}^N p h \alpha_{(k+1)}^{(s)} |f'_k, \vartheta_i, \gamma_l \wedge f_{(k+1)}^{(s)}|_{\theta_{k+1}, \vartheta_i, \gamma_l} .$$



1 – отраженный сигнал; 2 – остатки компенсации мешающих отражений;

а



1 – остатки компенсации отраженного сигнала; 2 – мешающие отражения;

б

а) основной канал с компенсацией мешающих отражений;

б) дополнительный канал с компенсацией отраженного сигнала

**Рисунок 4. – Распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения**

Таким образом, *способ учета распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения* включает последовательность действий:

1. Формирование двух альтернативных функций правдоподобия за один контакт с целью  $\wedge f_{k+1}|_{\theta_{k+1}, \vartheta_1}$  и  $\wedge f_{k+1}|_{\theta_{k+1}, \vartheta_2}$  при помощи основного и дополнительного каналов устройства первичной обработки сигнала.

2. В основном канале требуется подавить мешающие отражения, в дополнительном канале – обеспечить прохождение мешающих отражений с минимальными искажениями. В целях снижения влияния АСХ на  $\wedge f_{k+1}|_{\theta_{k+1}, \vartheta_2}$  необходимо поместить спектр мешающих отражений в середину АСХ, для чего спектр принятого сигнала в дополнительном канале смещается на  $F_{\text{Дmax}}/2$ .

3. Методом Монте-Карло вычислить интегралы вида (8), учитывающие распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения.

### 5. Структурная схема устройства, реализующего метод межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений и учитывающего распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения

Структурная схема устройства изображена для одноцелевой ситуации и уже сопровождаемой траектории (рисунок 5).

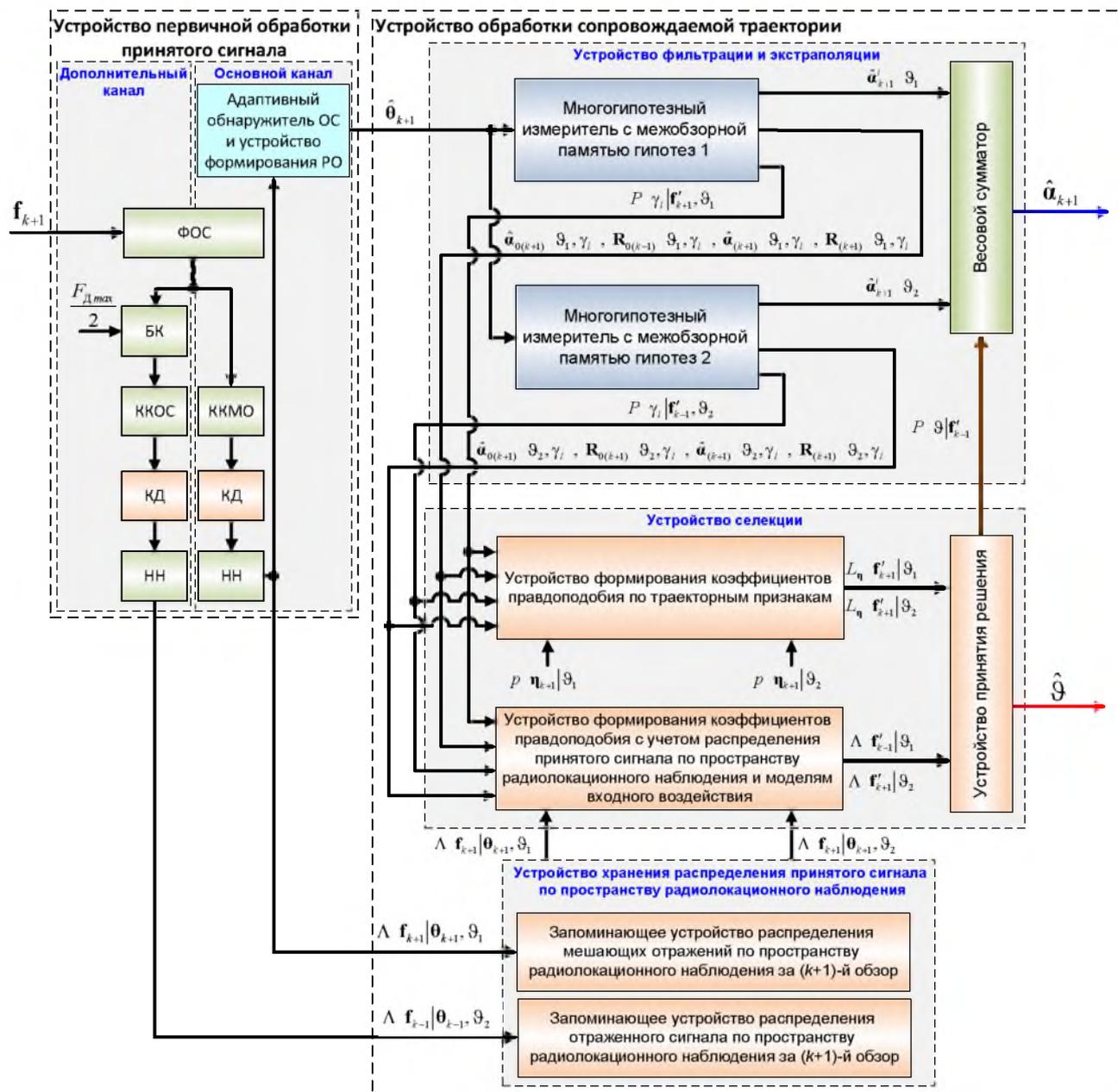


Рисунок 5. – Структурная схема устройства межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений и учитывающего распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения

Вектор дискретных отсчетов принятого сигнала  $\mathbf{f}_{k+1}$  на  $(k + 1)$ -м обзоре поступает на вход устройства первичной обработки принятого сигнала, где осуществляется внутрипериодная обработка (устройство ФОС), междупериодная обработка (устройства

ККМО, ККОС и НН), детектирование (устройство КД), формирование отношений правдоподобия  $\Lambda f_{k+1}|\theta_{k+1}, \mathfrak{S}_1$ ,  $\Lambda f_{k+1}|\theta_{k+1}, \mathfrak{S}_2$ , адаптивное обнаружение отраженного сигнала на текущем обзоре и формирование разовых оценок  $\hat{\theta}_{k+1}$ . Разовая оценка  $\hat{\theta}_{k+1}$  и отношения правдоподобия  $\Lambda f_{k+1}|\theta_{k+1}, \mathfrak{S}_1$ ,  $\Lambda f_{k+1}|\theta_{k+1}, \mathfrak{S}_2$  поступают на вход устройства обработки сопровождаемой траектории, состоящего из устройства фильтрации и экстраполяции, устройства селекции и устройства хранения распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения.

Устройство фильтрации и экстраполяции состоит из двух многогипотезных измерителей с межобзорной памятью гипотез (МИМПГ) – МИМПГ1 для класса «цель» и МИМПГ2 для класса «ДМО» – и весового сумматора. Многогипотезные измерители с межобзорной памятью гипотез представляют собой наиболее эффективный вариант адаптивной фильтрации [20, 21, 29–32]. В этих многогипотезных измерителях осуществляется квазиоптимальная адаптивная байесовская фильтрация с учетом числа каналов МИМПГ и индивидуальных параметров гипотез моделей входного воздействия цели  $i$ -го класса цели в соответствии с (3)–(4).

Каждый МИМПГ настроен на модели входного воздействия, характерные для классов сопровождаемых целей:

1. МИМПГ1 для класса «цель» учитывает следующие гипотезы моделей входного воздействия [1, 29, 30]: о прямолинейном движении цели с постоянной скоростью, движении цели с ускорением, движении цели с коррелированными случайными маневрами по Сингеру, движении цели в установившемся горизонтальном развороте. Каждая гипотеза реализуется в отдельном фильтре: фильтре Калмана первого и второго порядков при наблюдении прямоугольных координат с коррелированными ошибками наблюдения, фильтре Калмана с коррелированными приращениями первого порядка с моделью движения по Сингеру, фильтре Калмана для модели движения цели, совершающей установившийся горизонтальный разворот соответственно.

2. МИМПГ2 для класса «ДМО» учитывает следующие гипотезы моделей входного воздействия [4, 5]: о постоянном положении цели, прямолинейном движении цели с постоянной скоростью и увеличенной дисперсией ошибки наблюдения, движении цели с коррелированными случайными маневрами по Сингеру и увеличенной дисперсией ошибки наблюдения. Каждая гипотеза по аналогии с МИМПГ1 реализуется в отдельном фильтре.

Использование модификаций фильтров Калмана при наблюдении прямоугольных координат с коррелированными ошибками наблюдения позволяет минимизировать суммарную ошибку фильтрации координат и параметров движения цели [27, 28]. Учет взаимной корреляции ошибок измерения прямоугольных координат приводит к выигрышу по точности до 15 % [27]. Использование в МИМПГ1 канала, настроенного на модель установившегося горизонтального разворота, позволяет достичь выигрыша по точности до 18 % на этапе совершения установившегося разворота и до 10 % – для неустановившегося разворота [30].

Выходами каждого МИМПГ на  $(k+1)$ -м обзоре являются:

$\hat{\alpha}_{k+1} \mathfrak{S}_i$  – условная по классу цели оценка вектора состояния траекторных параметров, поступающая на весовой сумматор для формирования безусловной оценки вектора состояния  $\hat{\alpha}_{k+1}$ ;

$P \gamma_l | \mathbf{f}'_{k+1}, \mathfrak{S}_i$  – апостериорная вероятность  $l$ -й гипотезы о модели входного воздействия цели  $i$ -го класса;

$\hat{\alpha}_{0(k+1)} \mathfrak{S}_i, \gamma_l$ ,  $R_{0(k+1)} \mathfrak{S}_i, \gamma_l$  – оценка экстраполированного вектора состояния с  $k$ -го на  $(k+1)$ -й обзор и соответствующая ей матрица ошибок, являющиеся оценками параметров априорной гауссовой плотности  $p \alpha_{k+1} | \mathbf{f}'_k, \mathfrak{S}_i, \gamma_l \cong p \alpha_{k+1} | \Theta_k, \mathfrak{S}_i, \gamma_l$  и поступающие на вход

устройства формирования коэффициентов правдоподобия с учетом распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения и моделям входного воздействия;

$\hat{\alpha}_{k+1} | \Theta_{k+1}, \mathfrak{Y}_i, \gamma_i$  – результирующая оценка вектора состояния на  $(k+1)$ -м обзоре и соответствующая ей матрица ошибок, являющиеся оценками параметров апостериорной гауссовой плотности  $p(\alpha_{k+1} | \Theta_{k+1}, \mathfrak{Y}_i, \gamma_i)$  и поступающие на вход устройства формирования коэффициентов правдоподобия по траекторным признакам.

Оценки параметров априорной плотности вектора состояния  $p(\alpha_{k+1} | \Theta_k, \mathfrak{Y}_i, \gamma_i)$  учитываются в выражении (8). Учет перехода из прямоугольных координат вектора состояния к полярным координатам вектора наблюдения для трехкоординатной РЛС осуществляется при помощи нелинейного преобразования  $h$   $\hat{\alpha}_{0(k+1)}$  :

$$\hat{\theta}_{0(k+1)} = \begin{pmatrix} \hat{r}_{0(k+1)} \\ \hat{\beta}_{0(k+1)} \\ \hat{\varepsilon}_{0(k+1)} \end{pmatrix} = h \hat{\alpha}_{0(k+1)} = \begin{pmatrix} \sqrt{\hat{x}_{0(k+1)}^2 + \hat{z}_{0(k+1)}^2 + \hat{y}_{0(k+1)}^2} \\ \arctg \hat{z}_{0(k+1)} / \hat{x}_{0(k+1)} + (\pi/2) \left[ 2 - \text{sgn}(\hat{x}_{0(k+1)}) - \text{sgn}(\hat{x}_{0(k+1)}) \text{sgn}(\hat{z}_{0(k+1)}) \right] \\ \arctg \sqrt{\hat{x}_{0(k+1)}^2 + \hat{z}_{0(k+1)}^2} / \hat{y}_{0(k+1)} + \pi \left[ 1 - \text{sgn}(\hat{y}_{0(k+1)}) \right] \end{pmatrix}^T,$$

где  $\hat{\theta}_{0(k+1)}$  – экстраполированное значение оценки вектора состояния с  $k$ -го на  $(k+1)$ -й обзор, пересчитанное в систему координат вектора наблюдения;

$\hat{r}_{0(k+1)}, \hat{\beta}_{0(k+1)}, \hat{\varepsilon}_{0(k+1)}$  – экстраполированные оценки полярных координат вектора состояния на  $(k+1)$ -м обзоре;

$\hat{x}_{0(k+1)}, \hat{z}_{0(k+1)}, \hat{y}_{0(k+1)}$  – экстраполированные оценки прямоугольных координат вектора состояния на  $(k+1)$ -м обзоре.

Отношение правдоподобия для класса «цель»  $\Lambda f_{k+1} | \Theta_{k+1}, \mathfrak{Y}_1$  формируется с выхода устройства НН для основного канала устройства обработки. Дополнительный канал обработки предназначен для формирования отношения правдоподобия  $\Lambda f_{k+1} | \Theta_{k+1}, \mathfrak{Y}_2$  для класса «ДМО» (по сравнению с основным каналом в нем дополнительно присутствует блок коррекции (БК) частоты Доплера сигнала). Полученные отношения правдоподобия поступают на вход запоминающих устройств распределения мешающих отражений и отраженного сигнала по пространству радиолокационного наблюдения за  $(k+1)$ -й обзор. С выхода устройства хранения распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения требуемые отношения правдоподобия поступают на вход устройства формирования коэффициентов правдоподобия по сигнальным признакам и моделям входного воздействия.

Устройство формирования коэффициентов правдоподобия по траекторным признакам рекуррентно вычисляет коэффициенты  $L_{\eta} f'_{k+1} | \mathfrak{Y}_1, L_{\eta} f'_{k+1} | \mathfrak{Y}_2$  согласно (10) с учетом значений априорных плотностей  $p(\eta_{k+1} | \mathfrak{Y}_1)$  и  $p(\eta_{k+1} | \mathfrak{Y}_2)$ . Устройство формирования коэффициентов правдоподобия с учетом распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения и моделям входного воздействия рекуррентно вычисляет обобщенные отношения правдоподобия  $\Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{Y}_1, \Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{Y}_2$  согласно (6)–(8). Полученные значения  $L_{\eta} f'_{k+1} | \mathfrak{Y}_1, L_{\eta} f'_{k+1} | \mathfrak{Y}_2, \Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{Y}_1$  и  $\Lambda f'_{k+1} | \mathfrak{Y}_2$  поступают на устройство принятия решения, где рассчитываются апостериорные вероятности:  $P \mathfrak{Y}_1 | f'_{k+1}$  – «ДМО» и  $P \mathfrak{Y}_2 | f'_{k+1}$  –

«цель» и принимается решение о классе сопровождаемой цели  $\hat{\mathcal{G}} = \hat{\mathcal{G}}_r$ ,  $r = \overline{1,3}$  согласно неравенству (5).

Безусловная оценка вектора состояния вычисляется как взвешенная сумма условных по классу целей оценок  $\hat{\alpha}_{k+1} \mathcal{G}_r$  с весами, равными апостериорным вероятностям гипотез о классе цели  $P \mathcal{G}_1 | \mathbf{f}'_{k+1}$  и  $P \mathcal{G}_2 | \mathbf{f}'_{k+1}$ . Решение о классе сопровождаемой цели  $\hat{\mathcal{G}} = \hat{\mathcal{G}}_r$ ,  $r = \overline{1,3}$  принимается последовательно на каждом  $(k + 1)$ -м обзоре РЛС. Если оказывается, что  $\hat{\mathcal{G}} = \hat{\mathcal{G}}_3$ , то решение откладывается на следующий обзор. Если  $\hat{\mathcal{G}} \neq \hat{\mathcal{G}}_3$ , то принимается гипотеза о том, что в устройстве обработки  $n$ -й траектории сопровождается цель класса  $\hat{\mathcal{G}}_1$  или  $\hat{\mathcal{G}}_2$ . В этом случае для класса  $\hat{\mathcal{G}}_r$  апостериорная вероятность принимается равной единице, а для другого класса – нулю. После этого процесс селекции прекращается, а весовой сумматор выполняет роль коммутатора.

Таким образом, предложенное синтезированное устройство решает задачу межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений за счет сочетания траекторных признаков и распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения. Устройство не нуждается в выполнении предварительной селекции на основе карты помех.

### Заключение

1. Синтезировано устройство межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений, учитывающее распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения и траекторные признаки селекции. Алгоритм работы синтезированного устройства определяется двухфункциональным решающим правилом, позволяющим селектировать движущиеся цели на фоне дискретных мешающих отражений и получить совместную оценку параметров сопровождаемой цели.

2. Разработан новый способ учета распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения для межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений. Особенностью разработанного способа является использование распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения для формирования двух альтернативных функций правдоподобия за один контакт с целью. Устройство обработки, реализующее этот метод, должно включать два канала: первый – для подавления мешающих отражений, второй – для подавления отраженного сигнала. Вычисления интегралов, входящих в решающие правила, предлагается осуществлять численным методом Монте-Карло.

3. Рассмотрены особенности учета траекторных признаков селекции. В целях устранения скачкообразного изменения коэффициента правдоподобия по траекторным признакам, априорные распределения траекторных признаков селекции предлагается описывать при помощи обобщенных гауссовых плотностей, усеченных слева в нуле. Вычисление интегралов, входящих в коэффициенты правдоподобия по траекторным признакам предлагается осуществлять методом Монте-Карло, что позволяет учитывать форму априорной плотности любой сложности, а требуемая точность такого вычисления коэффициентов правдоподобия определяется числом случайных отсчетов Монте-Карло.

4. Разработана структурная схема устройства, реализующего метод межобзорной селекции движущихся целей на фоне дискретных мешающих отражений и учитывающего распределение принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения. Устройство межобзорной селекции состоит из устройства первичной обработки принятого сигнала и устройства обработки сопровождаемой траектории. Устройство первичной обработки принятого сигнала включает основной и дополнительный каналы. Устройство обработки сопровождаемой траектории включает: устройство фильтрации и экстраполяции, устройство селекции и устройство хранения распределения принятого сигнала по пространству радиолокационного наблюдения.

## Список литературы

1. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. / под ред. Я. Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007. – 512 с.
2. Солонар, А. С. Система вторичной обработки радиолокационной информации в мобильных РЛС кругового обзора / А. С. Солонар, С. А. Горшков // Сб. док. междунар. радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития», Украина, Харьков, 22–24 окт. 2008 г., в 2 ч. – Харьков, 2008. – Ч. 1 – С. 160–162.
3. Плекин, В. Я. Цифровые устройства селекции движущихся целей / В. Я. Плекин. – М.: Сайнс-Пресс, 2003. – 81 с.
4. Разработка эффективных методов решения задачи обнаружения-измерения-распознавания в помеховой обстановке: заключ. отчет о НИР / ВАРБ; рук. темы С. А. Горшков. – Минск, 2008. – 142 с. – № ГР 2006862.
5. Алгоритмическое обеспечение тактических характеристик РЛС кругового обзора и точного измерения координат с цифровой обработкой сигналов: заключ. отчет о НИР / ВА РБ; рук. темы С. Ю. Седышев. – Минск, 2006. – 99 с. – № ГР 20064703.
6. Вооружение радиотехнических войск. Трехкоординатная РЛС боевого режима 22Ж6М. Ч. 2 / под ред. В. В. Литвинова. – Харьков: ВИРТА ПВО, 1994. – 217 с.
7. Ляшенко, В. А. Радиолокационная станция 19Ж6 (СТ-68У): учеб. пособие / В. А. Ляшенко, Л. Ю. Боскутис, Г. И. Тылец. – М.: Воен. изд-во, 1992. – 392 с.
8. Справочник по радиолокации / под ред. М. И. Скольникова; пер. с англ; под общ. ред. В. С. Вербы. – М.: Техносфера, 2014. – Кн. 1. – 672 с.
9. Радиотехнические системы: учебн. для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Ю. М. Казаринова. – М.: Академия, 2008. – 592 с.
10. Musicki, D. Clutter Map Information for Data Association and Track Initialization / D. Musicki, R. J. Evans // IEEE Transaction on A&ES. – 2004. – Vol. 40. – № 2. – P. 387–398.
11. Фарина, А. Цифровая обработка радиолокационной информации. Сопровождение целей / А. Фарина, Ф. Студер; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
12. Кричигин, А. В. Алгоритмы многообзорного обнаружения траектории движущейся цели / А. В. Кричигин, Е. А. Маврычев // Труды НижГТУ. – 2010. – № 4 (83). – С. 11–18.
13. Неуймин, А. С. Обнаружение цели в импульсно-доплеровской РЛС на основе многообзорного накопления сигналов / А. С. Неуймин, С. Я. Жук // Вісник НТУ України КП, Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2013. – № 53. – С. 89–97.
14. Track-Before-Detect Procedures in a Multi-Target Environment / S. Buzzi (and other) // IEEE Transaction on A&ES. – 2008. – Vol. 44. – № 3. – P. 1135–1150.
15. Orlando, D. Track-Before-Detect Algorithms for Targets with Kinematic Constraints / D. Orlando, G. Ricci, Y. Bar-Shalom // IEEE Transaction on A&ES. – 2011. – Vol. 47. – № 3. – P. 1837–1849.
16. Горшков, С. А. Сочетание сигнальных и траекторных признаков в задачах измерения распознавания / С. А. Горшков, А. С. Солонар // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Том 8. – № 4. – С. 497–500.
17. Aslan, M. S. Threshold Optimization for Tracking a Nonmaneuvering Target / M. S. Aslan, A. Saranli // IEEE Transaction on A&ES. – 2011. – Vol. 47. – № 4. – P. 2844–2859.
18. Salmond, D. J. Mixture Reduction Algorithms for Point and Extended Object Tracking in Clutter / D. J. Salmond // IEEE Transaction on A&ES. – 2009. – Vol. 45. – № 2. – P. 667–686.
19. Musicki, D. Multiscan Multitarget Tracking in Clutter with Integrated Track Splitting Filter / D. Musicki, R. J. Evans // IEEE Transaction on A&ES. – 2009. – Vol. 45. – № 4. – P. 1432–1447.
20. Precision large scale air traffic surveillance using IMM/assignment estimators / Y. Bar-Shalom (and other) // IEEE Transaction on A&ES. – 1999. – Vol. 35. – № 1. – P. 255–266.

21. Blackman, S. Design and analysis of modern tracking systems / S. Blackman, R. Popoli. - Boston, London: Artech House, 1999. – 1230 p.
22. Лукин, В. В. Оценивание параметра сдвига для семейства обобщенных гауссовых распределений / В. В. Лукин, Д. А. Куркин, А. А. Роевко // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2011. – № 2 (50). – С. 37–44.
23. Nadarajah, S. A generalized normal distribution / S. Nadarajah // Journal of Applied Statistic. – 2005. – Vol. 32 (7). – P. 685–694.
24. Парахневич, А. В. Обобщенный метод Монте-Карло в нелинейной дискретной фильтрации байесовско-марковских параметров / А. В. Парахневич, А. С. Солонар, С. А. Горшков // Вестник связи. – 2012. – № 4 (114). – С. 31–36.
25. Степанов, О. А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации. Часть 1. Введение в теорию оценивания / О. А. Степанов. – СПб.: ЦНИИ Электроприбор, 2010. – 509 с.
26. Степанов, О. А. Сопоставление метода сеток и методов Монте-Карло в задаче корреляционно-экстремальной навигации / О. А. Степанов, А. Б. Торопов // Труды XVII междунар. конференции по интегр. навигац. системам. – 2010. – С. 308–311.
27. Хмарский, П. А. Оценка влияния условий наблюдения на точность измерения дискретных фильтров Калмана при наблюдении объектов в полярных координатах методом Монте-Карло / П. А. Хмарский, А. С. Солонар // Доклады БГУИР. – 2014. – № 7 (85). – С. 71–77.
28. Хмарский, П. А. Влияние условий наблюдения на показатели качества дискретных фильтров Калмана при наблюдении прямоугольных координат / П. А. Хмарский, А. С. Солонар // Приложение к известиям НАН РБ, физико-технические науки. – 2014. – № 2. – С. 102–109.
29. Горшков, С. А. Сопоставление методов адаптивной дискретной фильтрации координат маневрирующих целей / С. А. Горшков, А. С. Солонар // Информационно-измерительные системы. – 2006 – № 6. – Т. 4. – С. 14–30.
30. Солонар, А. С. Особенности фильтрации координат и параметров движения объекта на этапе совершения установившегося разворота // А. С. Солонар, П. А. Хмарский, А. А. Михалковский. – Доклады БГУИР. – 2012. – № 4 (74). – С. 67–73.
31. Li X. R. Survey of maneuvering target tracking. Part V: Multiple-model methods / X. R. Li, V. P. Jilkov // IEEE Transaction on A&E Systems. – 2005. – Vol. 41. – № 4. – P. 1255–1321.
32. Жук, С. Я. Методы оптимизации дискретных динамических систем со случайной структурой / С. Я. Жук. – К.: НТУУ КПИ, 2008. – 232 с.

---

\*Сведения об авторах:

Солонар Андрей Сергеевич,  
Хмарский Петр Александрович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 18.05.2015 г.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК 621.361

С. А. Чумаков, А. Н. Малашин, Ю. В. Суходолов\*

*Получены и исследованы кривые токов и напряжений, действующих в системе электроснабжения автономного образца вооружения в различных режимах работы. Предложена методика аналитического определения параметров первичных источников электрической энергии системы электроснабжения автономного образца вооружения, а также способы гарантированного обеспечения требуемого качества электроэнергии, среди которых наиболее перспективным является введение в состав системы электроснабжения автономного образца вооружения системы компенсации неактивных составляющих мощности на основе активного фильтра.*

*Curves of currents and voltage, operating in the system of device's electrosupply system in various operating modes are received and investigated. The technique of analytical definition of parameters of primary electric sources of device's electrosupply system is offered. Electric power quality assurance ways are offered. The most perspective one is the installation of inactive components compensation system of electric power on the basis of active filter in the device's electrosupply system.*

### Введение.

Система электроснабжения (СЭС) является неотъемлемой частью автономного образца вооружения (АОВ), без которой его функционирование невозможно. Ее задачей как функциональной системы образца вооружения является бесперебойное обеспечение потребителей электрической энергией с требуемым качеством во всех режимах работы. При создании мобильных образцов вооружения к этим общим требованиям добавляются дополнительные в виде жестких ограничений на массогабаритные показатели СЭС.

Электропитание АОВ может осуществляться от госэнергосети в пункте постоянной дислокации, а также от средств автономного электроснабжения (САЭС) при выполнении задач по предназначению.

В состав оборудования АОВ входят источники вторичного электропитания (ИВЭП) (выпрямители, инверторы, преобразователи частоты и др.), осуществляющие преобразование электрической энергии переменного трехфазного (однофазного) тока первичных источников в электрическую энергию с различными сочетаниями номинальных значений мощности, выходного напряжения, показателей качества электроэнергии на выходе.

При сравнимых мощностях САЭС переменного тока и импульсной (нелинейной) нагрузки неизбежно искажается форма кривой напряжения. Данные искажения отрицательно влияют на оборудование АОВ, которое выражается [1–3]:

в сокращении срока службы изоляции электрических машин и аппаратов электрооборудования;

увеличении потерь на гистерезис и вихревые токи в магнитопроводе и обмотках трансформаторов;

снижении коэффициента мощности и вращающего момента на валу асинхронных двигателей;

ложном срабатывании ответственной управляющей и защитной аппаратуры;

нарушении работы специальной вычислительной техники;

повышении вероятности возникновения резонансных явлений в СЭС.

Главная особенность современных ИВЭП – потребление ими импульсного тока. Доля импульсных ИВЭП в составе функционального оборудования современных АОВ достигает 80 %.

**Задача исследования** – анализ искажений токов и напряжений в системе «СЭС – АОВ», разработка методики аналитического определения параметров первичных источников САЭС и определение способов обеспечения требуемого качества электрической энергии.

**Материалы исследований.** В АОВ входит оборудование, которое условно можно разделить на следующие группы: функциональное оборудование, обеспечивающее решение информационных задач боевой работы АОВ; система освещения, система кондиционирования и вентиляции; приводное оборудование (рисунок 1).

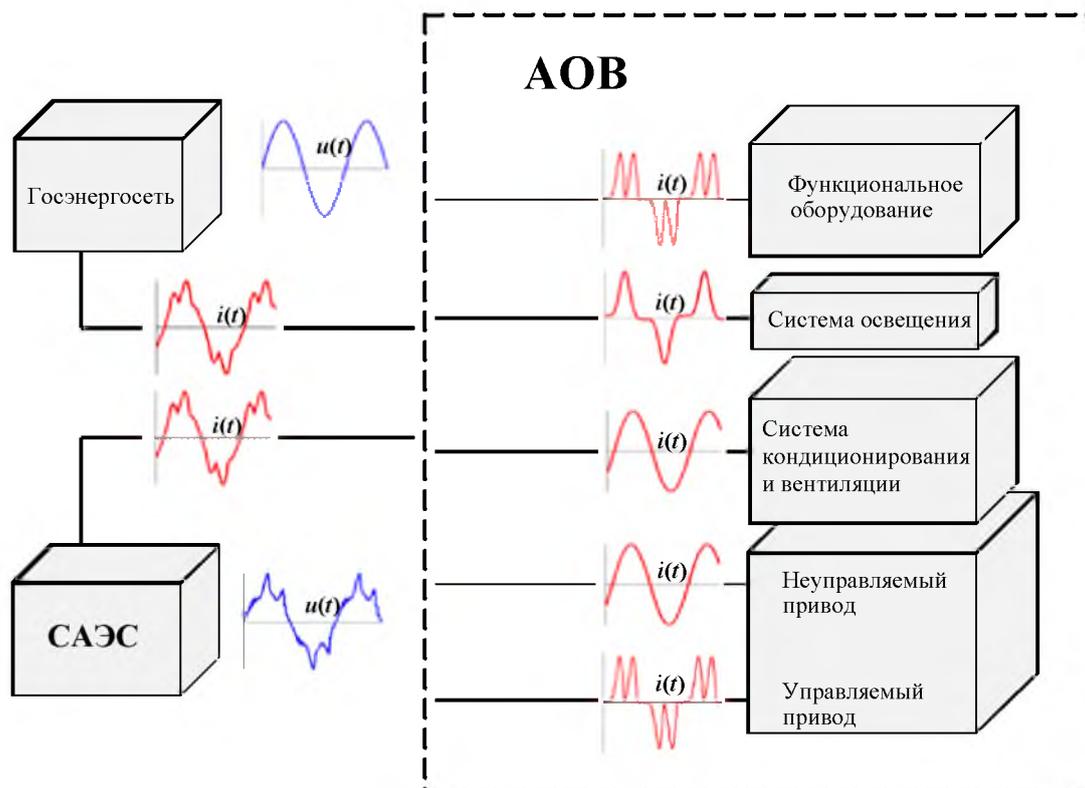


Рисунок 1. – Структура оборудования АОВ

В соответствии с [5] систему «САЭС – АОВ» можно изобразить эквивалентной схемой (рисунок 2), в которой САЭС представлена идеальным источником ЭДС, внутренним активным сопротивлением  $R_i$  и индуктивностью фазы  $L_i$ , а оборудование АОВ, являющееся нагрузкой, – эквивалентным сопротивлением  $Z_H$ .

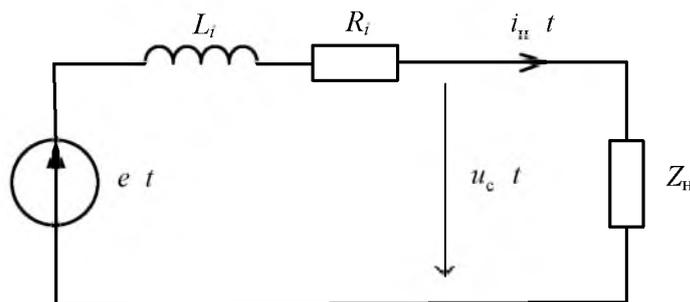


Рисунок 2. – Эквивалентная схема системы «САЭС – АОВ»

На основании второго закона Кирхгофа для данной схемы можно записать:

$$u_c t = e t - i_n t R_i - L_i \frac{di_n t}{dt}, \quad (1)$$

где  $e t$  – ЭДС фазы первичного источника САЭС;

$R_i$  – внутреннее сопротивление фазы первичного источника САЭС;

$L_i$  – индуктивность фазы первичного источника САЭС;

$u_c t$  – мгновенное значение напряжения на выходных зажимах фазы САЭС;

$i_n t$  – мгновенное значение тока, потребляемого оборудованием АОВ.

По данному выражению при известном значении мгновенного тока, потребляемого оборудованием АОВ от сети неограниченной мощности (госэнергосети), можно определить мгновенное значение напряжения на выходных зажимах фазы САЭС. Затем, воспользовавшись преобразованием Фурье, можно получить гармонический состав действующих значений потребляемого тока и напряжения САЭС, например, из [6] по выражениям:

$$\dot{A}_{mn} = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x t e^{-in\omega t} dt, \quad A_{mn} = \left| \dot{A}_{mn} \right|, \quad \varphi_n = \arg \left( \dot{A}_{mn} \right), \quad (2)$$

или

$$A_{mn} = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}, \quad \varphi_n = \arctg \frac{b_n}{a_n}, \quad (3)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x t \cos n\omega_1 t dt, \quad b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x t \sin n\omega_1 t dt, \quad a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x t dt,$$

где  $\dot{A}_{mn}$  – комплексная амплитуда  $n$ -й гармонической составляющей;

$A_{mn}$  – амплитуда  $n$ -й гармонической составляющей;

$\varphi_n$  – начальная фаза  $n$ -ой гармонической составляющей;

$a_n, b_n, a_0$  – коэффициенты ряда Фурье;

$x t$  – разлагаемый на гармонические составляющие периодический сигнал тока или напряжения;

$T$  – период повторения сигнала  $x(t)$ ;

$\omega_1$  – угловая частота сигнала  $x(t)$ , равная  $\frac{2\pi}{T}$ .

Под качеством электрической энергии будем понимать совокупность свойств электрической энергии в электрической сети, которые определяют электромагнитную совместимость потребителей, подключенных к этой сети [7]. Качество электрической энергии – обобщенное понятие, характеризующее уровень низкочастотных кондуктивных электромагнитных помех определенных видов в электрической сети, которые вызывают отклонение напряжения, частоты и формы синусоидальности кривой напряжения в сети от установленных значений.

Полная мощность  $S$ , потребляемая от САЭС, и ее составляющие для случая несинусоидальных токов и напряжений в соответствии с [4] могут быть определены следующим образом:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}, \quad (4)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u_c(t) i_n(t) dt = \sum_{n=1}^{\infty} U_n I_n \cos \varphi_n, \quad (5)$$

$$Q = \sum_{n=1}^{\infty} U_n I_n \sin \varphi_n, \quad (6)$$

$$D = \left[ \frac{1}{2T} \int_0^T \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} u_m(t) i_n(t) - i_m(t) u_n(t)^2 dt \right]^{1/2}. \quad (7)$$

где  $P$  – активная мощность;

$Q$  – реактивная мощность;

$D$  – мощность искажения;

$T$  – период напряжения основной частоты;

$U_n, I_n$  – действующие значения гармонических составляющих напряжения на выходных зажимах фазы САЭС и тока нагрузки;

$u_c(t), i_n(t)$  – мгновенные значения напряжения на выходных зажимах фазы САЭС и тока нагрузки;

$u_n(t), i_n(t)$  – мгновенные значения гармонических составляющих напряжения и тока;

$\varphi_n$  – разность фаз между  $n$ -ми гармоническими составляющими напряжения на выходных зажимах фазы САЭС и тока нагрузки;

$m, n$  – номера гармонических составляющих.

ГОСТ 13109-97 нормирует качество электроэнергии по нескольким показателям.

Одним из них является коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения, который для сетей 0,4 кВ может достигать величины 8 % (предельно допустимое значение – 12 %) (при расчете до 40-й гармонической составляющей). Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока ГОСТом не нормируется, но следует помнить, что потребляемый несинусоидальный ток является первопричиной искажения кривой напряжения.

Коэффициенты искажения синусоидальности кривой напряжения и тока определяются в соответствии с [8] по выражениям:

$$K_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_n^2}}{U_1} 100 \%, \quad K_i = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N I_n^2}}{I_1} 100 \%, \quad (8)$$

где  $U_n, I_n$  – действующие значения  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения и тока;

$U_1, I_1$  – действующие значения первой гармонической составляющей напряжения и тока;

$n$  – номер гармонической составляющей напряжения или тока;

$N$  – количество гармонических составляющих напряжения или тока, необходимых для расчета.

На кафедре электротехники и систем электропитания учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» проведены измерения токов и напряжений при работе комплекса средств автоматизации «Спрут» (изделие 7В800), имеющего структуру оборудования согласно рисунку 1. Реализации кривых токов и напряжений, действующих в системе в различных режимах работы изделия, получены с использованием цифрового осциллографа GDS-72104. Значения напряжений в режиме работы от автономного источника переменного трехфазного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц с номинальной выходной

мощностью 20 кВ·А получали аналитически по выражению (1). Параметры внутреннего сопротивления  $R_i$  и индуктивности фазы  $L_i$  первичного источника (ПИ) мощностью 20 кВ·А определены в соответствии с [9] и составляют  $R_i = 0,0098$  Ом,  $L_i = 0,0053$  Гн. Полная мощность  $S$ , потребляемая от САЭС, ее составляющие и коэффициенты искажения синусоидальности кривой напряжения и тока рассчитаны по выражениям (2) – (8).

Результаты измерений и расчетов представлены на рисунках 3–5 и в таблице 1.

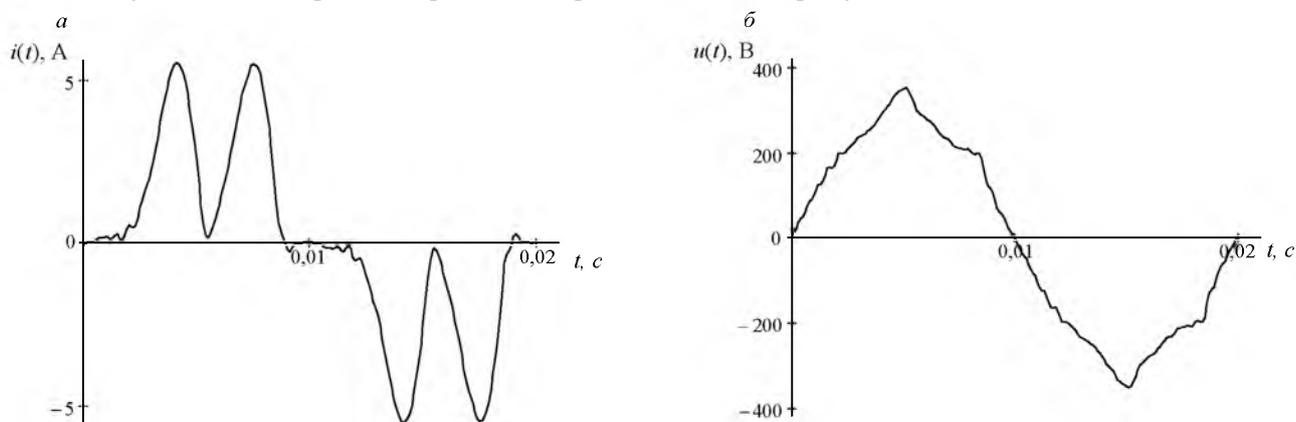


Рисунок 3. – Кривые тока (а) и напряжения (б) при включенной функциональной аппаратуре

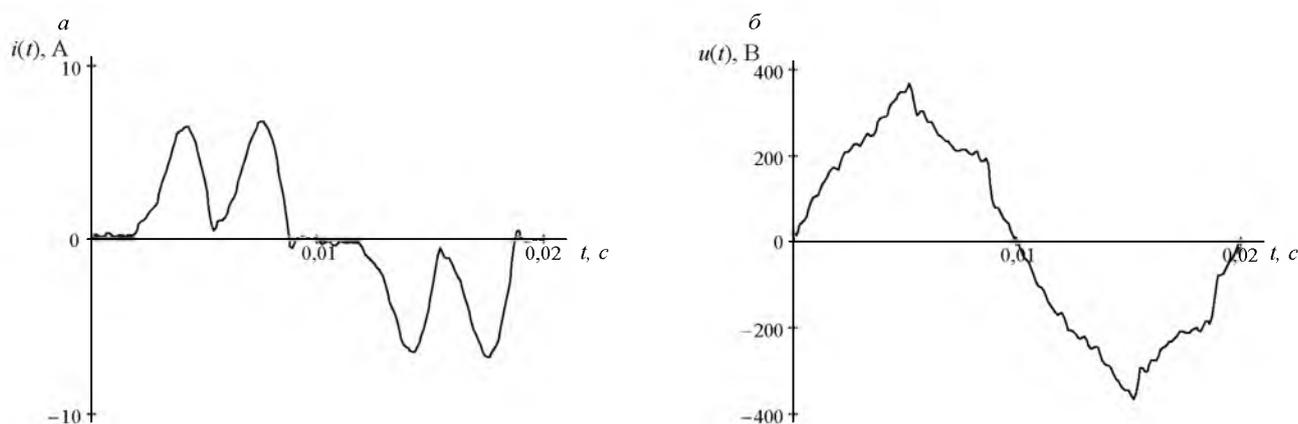


Рисунок 4. – Кривые тока (а) и напряжения (б) при включенных функциональной аппаратуре, системах освещения и вентиляции

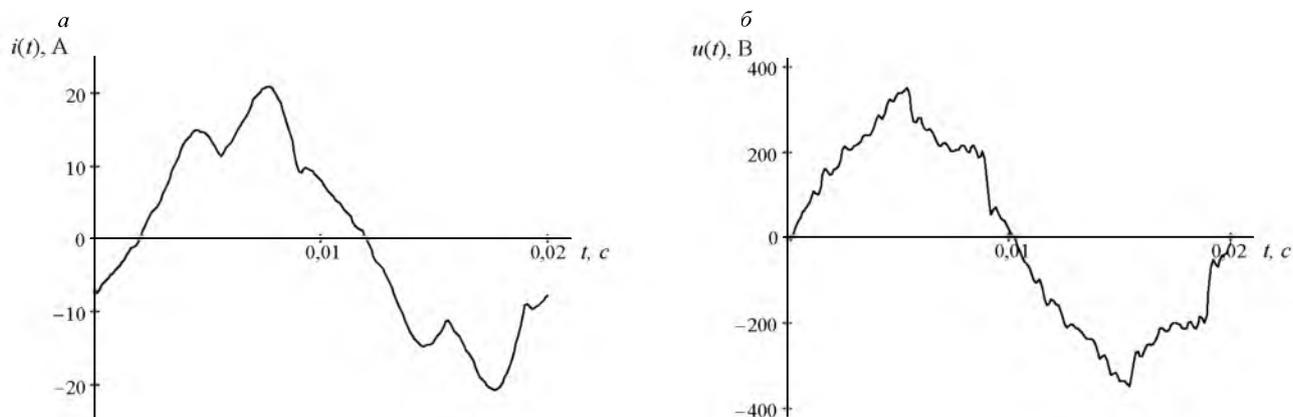


Рисунок 5. – Кривые тока (а) и напряжения (б) при включенных функциональной аппаратуре, системах освещения, кондиционирования и вентиляции

Таблица 1. – Составляющие полной мощности и коэффициенты искажения синусоидальности кривых напряжения и тока

Режим / мощность	Включена функциональная аппаратура		Включена функциональная аппаратура, системы освещения и вентиляции		Включена функциональная аппаратура, системы освещения, кондиционирования и вентиляции	
	сеть	САЭС	сеть	САЭС	сеть	САЭС
$S, \text{В}\cdot\text{А}$	1890,18	1890,084	2316,141	2167,116	8115	7800
$P, \text{Вт}$	1551,591	1551,324	1931,115	1930,776	6759	6753
$Q, \text{вар}$	288,717	266,13	382,41	346,326	4245	3513
$D, \text{ваи}$	1040,184	1046,55	1220,274	1233,417	1474,398	1694,958
$K_i, \%$	64,758	64,758	60,918	60,918	17,927	17,927
$K_u, \%$	1,484	8,159	1,484	9,837	1,484	12,294

Анализ результатов измерений и расчетов позволяет сделать следующие выводы:

ИВЭП АОВ потребляют импульсный ток;

при питании АОВ от сети и САЭС величина потребляемой активной мощности не изменяется;

при питании изделия от ПИ мощностью 20 кВ·А коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения увеличивается на 11 % по сравнению с режимом работы от сети и превышает допустимое значение;

полная мощность штатного автономного источника питания составляет 20 кВ·А, что является превышением более чем в 2 раза необходимой величины полной мощности для основного режима работы изделия.

Аналогичные исследования проведены в [10]. Осуществлялись испытания совместной работы серийно выпускаемой передвижной электростанции Э-351-Б, укомплектованной электроагрегатами АД-30У-Т400-1В, и имитатора нелинейной нагрузки, обеспечивающего импульсную форму кривой потребляемого тока, аналогичную форме кривой тока, потребляемого ИВЭП АОВ. Анализ результатов показывает, что при подключении импульсной нагрузки мощностью 12 кВ·А к электростанции с номинальной мощностью 30 кВт коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения значительно превышает допустимое значение, при этом значение пик-фактора составляет  $K_A = 3,64$  (отношение амплитудного значения потребляемого тока к действующему), а значение тока в нулевом проводе превышает значение фазного тока более чем в 3 раза [10].

Исследования совместной работы электростанции контейнерного исполнения ЭСД-10Т-230-ЗР/МК-360-210, укомплектованной электроагрегатом F.G. Wilson PEPP3, и ИВЭП производства ООО «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК источники электропитания» VZ1200F - 220S27-CL показывают, что полная потребляемая мощность каждого ИВЭП при выходной мощности 1,2 кВт составляет около 2,5 кВ·А, при подключении 2 ИВЭП коэффициент искажения формы кривой напряжения ПИ мощностью 10 кВт превышает допустимое значение, при подключении параллельно ИВЭП активной нагрузки (тепловентилятора мощностью 2 кВт) заметного снижения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения не наблюдается.

Таким образом, при сравнимых значениях мощностей САЭС переменного тока и импульсной (нелинейной) нагрузки неизбежно искажается форма кривой напряжения.

Анализ технических характеристик САЭС и ИВЭП, заявленных в эксплуатационной документации, в большинстве случаев не позволяет с достаточной достоверностью определить допустимое значение мощности нелинейной нагрузки, при котором коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения в силовой сети не превышает требований ГОСТ 13109-97 – не более 8 % длительно и 12 % кратковременно. Разработчики АОВ

вынуждены определять эффективность совместного функционирования конкретных САЭС и ИВЭП АОВ экспериментальным путем, после их выбора и закупки, что приводит к дополнительным финансовым затратам и увеличению сроков разработки, а также к риску отказа в процессе испытаний как САЭС, так и от подключаемого к ним оборудования. При этом следует учесть, что стоимость оборудования в большинстве случаев превышает стоимость САЭС в несколько раз.

Ведущие производители ПИ электрической энергии и проектировщики САЭС предлагают обеспечивать качество электроэнергии путем увеличения мощности ПИ по отношению к мощности нелинейной нагрузки. В частности, по рекомендациям специалистов компании SDMO [10] мощность ПИ для совместной работы с ИВЭП должна составлять не менее 200 % мощности нагрузки с 6-импульсным выпрямителем и не менее 150 % мощности нагрузки с 12-импульсным выпрямителем на входе.

Реализация в АОВ данного предложения, как правило, противоречит требованиям по ограничению массы и объема элементов САЭС. Массогабаритные показатели электроагрегатов отечественного и иностранного производства, широко используемых в качестве ПИ в модернизируемых и вновь создаваемых АОВ, представлены в таблице 2. Оценка данных показывает, что суммарная масса ПИ и топлива на 24 ч работы при увеличении номинальной мощности в 2 раза возрастает в 1,4...1,7 раза, а с учетом увеличения массы систем отвода тепла, крепежных элементов, амортизаторов, топливных баков, стенок отсеков и т. п. – в 1,6...1,9 раза [10].

Таблица 2. – Массогабаритные показатели электроагрегатов

Тип (марка) электроагрегата (электростанции)	Ном. мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Масса топлива, кг
АД8У-Т4001В (Толуол В-8)	8	1470 × 780 × 960	640	60,1
P10P2S F.G. Wilson	8	1320 × 522 × 1258	402	71,0
АД16У-Т4001В (Толуол В-16)	16	1830 × 1010 × 990	855	121
P20P2 F.G. Wilson	16	1320 × 522 × 1258	728	104,4
АД30У-Т4001В (Толуол В-30)	30	1906 × 960 × 988	980	185
P40P3 F.G. Wilson	32	1320 × 522 × 1258	890	180,5

Увеличение мощности ПИ в САЭС АОВ приводит также к невыполнению требований по ограничению минимально допустимого значения нагрузки для конкретного типа ПИ, обычно составляющему не менее 30 % номинальной мощности. При длительной эксплуатации ПИ с меньшим значением нагрузки значительно снижается ресурс работы приводного двигателя и требуются специальные мероприятия по техническому обслуживанию. Однако обеспечение постоянной загруженности ПИ, мощность которого превышает установленную мощность потребителей в 1,5...2 раза, более чем на 30 % от номинальной мощности в реальных условиях эксплуатации большинства АОВ проблематично.

Таким образом, для модернизируемых и вновь создаваемых АОВ предлагается следующая методика аналитического определения параметров ПИ САЭС:

1. Получение реализации кривой действующего значения тока, потребляемого АОВ от сети безграничной мощности.
2. Определение параметров внутреннего сопротивления  $R_i$  и индуктивности  $L_i$  фазы ПИ предполагаемой мощности в соответствии с [9].
3. Получение реализации кривой напряжения по выражению (1).

4. Получение гармонического состава кривых потребляемого тока и напряжения с помощью преобразования Фурье, например из [6].

5. Расчет полной мощности и ее составляющих по выражениям (4)–(7).

6. Определение коэффициентов искажения синусоидальности кривой напряжения и тока по выражениям (8).

7. В случае неудовлетворения значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения предъявляемым требованиям перейти к выбору более мощного ПИ по параметрам п. 2 и провести операции пп. 3–6.

В настоящее время в ведущих государствах мира (США, Япония, Швеция, Россия) большое внимание уделяется вопросам разработки способов и средств, позволяющих устранить негативное влияние искажений кривых потребляемого тока и напряжения для обеспечения требуемого качества электроэнергии и устранения взаимного влияния параллельно работающего оборудования со стороны питающей сети, т. е. созданию систем управления процессами генерирования, передачи и распределения электрической энергии [11–13].

На сегодняшний день существуют технические возможности разработки систем компенсации неактивных составляющих мощности на основе активных фильтров (АФ) [11–13].

Система компенсации неактивных составляющих мощности должна подключаться параллельно системе «САЭС – АОВ» и включать (рисунок б): измерительную систему, решающую задачу вычисления пассивной составляющей мгновенного тока, систему управления, осуществляющую преобразование полученного тока в сигнал задания тока активного фильтра, систему управления силовой частью, которая преобразует сигнал задания тока активного фильтра в закон переключения вентилей силовой части, силовую часть, которая формирует ток компенсации  $i_k(t)$ .

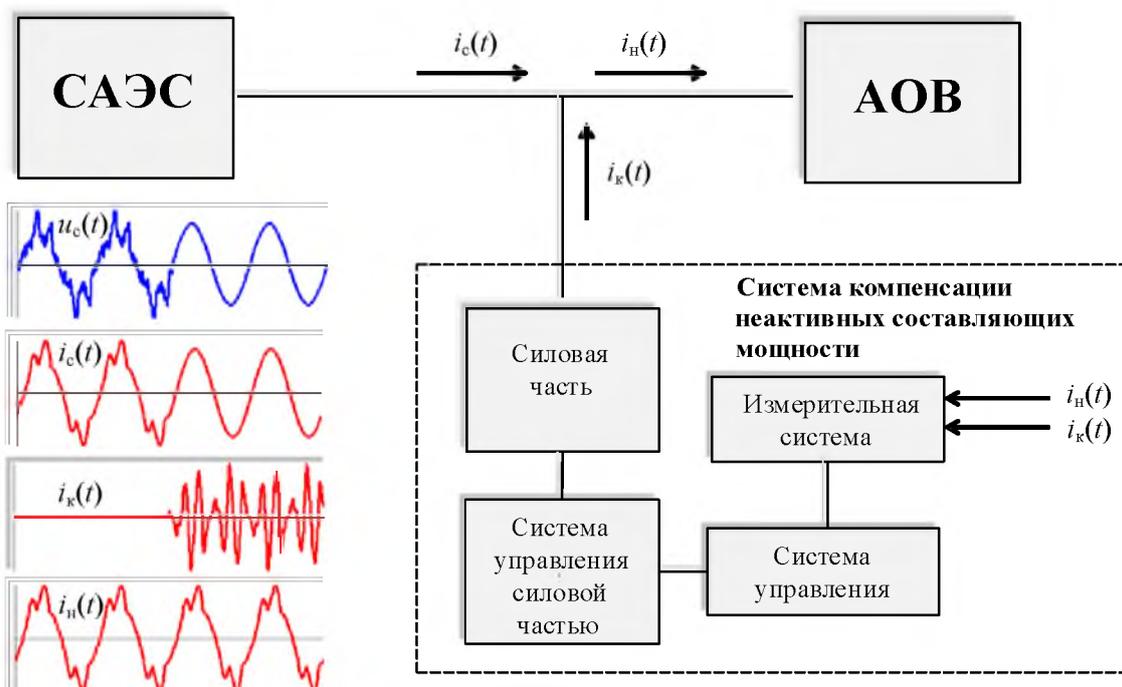
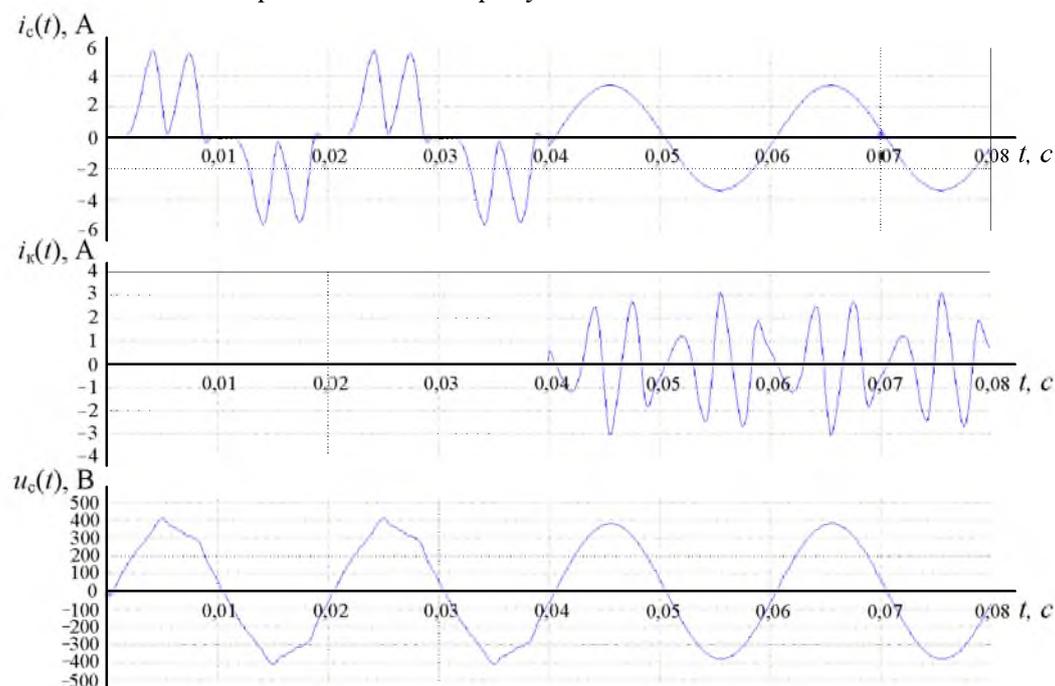


Рисунок б. – Структура системы компенсации неактивных составляющих мощности

На рисунке б:  $i_c t$  – ток, потребляемый от сети;  $i_n t$  – ток, потребляемый нагрузкой;  $i_k t$  – ток, вырабатываемый системой компенсации неактивных составляющих мощности;  $u_c t$  – напряжение сети.

Результаты моделирования работы предложенной системы компенсации неактивных составляющих мощности представлены на рисунке 7.



**Рисунок 7. – Работа системы компенсации**

Из осциллограмм видно, что до начала работы системы компенсации неактивных составляющих мощности ток сети  $i_c t$  имеет ярко выраженный импульсный характер и напряжение сети  $u_c t$  искажено. С началом работы системы компенсации в момент времени  $t = 0,04$  с ток и напряжение сети становятся синусоидальными.

Таким образом, для гарантированного обеспечения требуемого качества электроэнергии в СЭС АОВ могут быть реализованы следующие способы:

1. Увеличение мощности ПИ САЭС по отношению к мощности нагрузки в 1,5...2 раза.
2. Разработка и создание ИВЭП с практически синусоидальной формой кривой потребляемого тока.
3. Разработка и введение в состав СЭС АОВ системы компенсации неактивных составляющих мощности на основе АФ в виде отдельного блока.

К достоинствам первого способа можно отнести простоту реализации. Недостатками являются:

суммарная масса ПИ и топлива на 24 ч работы при увеличении номинальной мощности в 2 раза возрастает в 1,4...1,7 раза, а с учетом увеличения массы систем отвода тепла, крепежных элементов, амортизаторов, топливных баков, стенок отсеков и т. п. – в 1,6...1,9 раза;

невыполнение требований по ограничению минимально допустимого значения нагрузки для конкретного типа ПИ, обычно составляющему не менее 30 % номинальной мощности;

существенное повышение стоимости САЭС и эксплуатационных расходов.

Достоинства второго и третьего способов – обеспечение требуемого качества электроэнергии при минимизации стоимости, массы и габаритных размерах электротехнического оборудования в составе СЭС АОВ.

К недостатком второго способа можно отнести то, что разработка, ввод в эксплуатацию ИВЭП с синусоидальным токопотреблением для АОВ требуют времени и решения большого количества научно-технических и инженерных задач. Кроме того, это

практически невозможно сделать для существующих АОВ. В то же время достижения силовой электроники в области создания нового поколения высокоэффективных, мощных, полностью управляемых полупроводниковых приборов позволяют создать систему компенсации неактивных составляющих полной мощности на основе АФ.

#### **Выводы:**

1. Предложена методика аналитического определения параметров ПИ САЭС, которая позволит для модернизируемых и вновь создаваемых АОВ определять мощность ПИ САЭС без проведения экспериментального определения эффективности совместного функционирования конкретных САЭС и ИВЭП АОВ после их выбора и закупки.

2. Предложены способы гарантированного обеспечения требуемого качества электроэнергии в СЭС АОВ, среди которых наиболее перспективным является разработка и введение в состав СЭС АОВ системы компенсации неактивных составляющих мощности на основе АФ в виде отдельного блока.

#### Список литературы

1. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.: ил.
2. Березкин, О. К. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры / О. К. Березкин, В. Г. Костиков, В. А. Шахнов. – М.: Три Л, 2000. – 400 с.
3. Аррилага, Дж. Гармоники в электрических системах: пер. с англ. / Дж. Аррилага, Дбрэдди, П. Боджер. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.: ил.
4. Агунов, А. В. Управление качеством электроэнергии при несинусоидальных режимах / А. В. Агунов. – СПб.: СПбМТУ, 2009. – 134 с.
5. Зиновьев, Г. С. Силовая электроника: учеб. пособие для бакалавров / Г. С. Зиновьев. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 667 с.
6. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. / С. И. Баскаков. – М.: Высш. шк., 1983. – 536 с.: ил.
7. Ланцов, В. Электромагнитная совместимость импульсных источников питания: проблемы и пути их решения / В. Ланцов, С. Эраносян // Силовая электроника. – 2006. – № 4. – С. 58–64.
8. Зиновьев, Г. С. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники (электроэнергетический аспект): учеб. пособие / Г. С. Зиновьев. – Новосибирск: НГТУ, 1998. – 91 с.
9. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины: учеб. для вузов / А. В. Иванов-Смоленский. – М.: Энергия, 1980. – 928 с.: ил.
10. Требования к унифицированным модулям питания для систем электроснабжения мобильных объектов [Электронный ресурс] / Научно-производственный центр «Технологическая лаборатория». – РФ, 2015. – Режим доступа: <http://www.techlab.ru/pub>. – Дата доступа: 13.02.2015.
11. Шрейнер, Р. Т. Активный фильтр как новый элемент энергосберегающих систем электропривода / Р. Т. Шрейнер, А. А. Ефимов // Электричество. – 2000. – № 3. – С. 46–54.
12. Волков, А. В. Компенсация мощности искажений и реактивной мощности посредством активного фильтра с прогнозируемым релейным управлением / А. В. Волков, В. А. Волков // Электротехника. – 2008. – № 3. – С. 2 – 10.
13. Akagi, H. The theory of instantaneous power in three-phase four-wiresystems: a comprehensive approach / H. Akagi, H. Kim, S. Ogasawara // IEEE-IAS Annual Meeting 1999 Conference Record. – 1999. – Vol. 1. – P. 431–439.

\*Сведения об авторах:

Чумаков Сергей Алексеевич,  
Малашин Андрей Николаевич,  
Суходолов Юрий Викторович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 24.02.2015 г.

## 4. РАЗРАБОТКА, МОДЕРНИЗАЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

### ВИБРОДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ДИСКА РОТОРА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ВСЛЕДСТВИЕ ПЕРЕГРЕВА

УДК 629.7

А. В. Косицын, И. И. Кислый\*

*Развивается метод вибродиагностики деталей, основанный на использовании их собственных форм колебаний в качестве диагностического признака. Разрабатывается методика выбора диагностического признака на основе математического моделирования механического дефекта. Эффективность использования метода показана на примере диагностики диска ротора ГТД.*

*The method of vibrodiagnostics of details, based on the use of their own forms of vibrations as a diagnostic sign, develops. The method of choice of diagnostic sign is developed on the basis of mathematical design of mechanical defect. Efficiency of the use of method is rotined on the example of diagnostics of disk of rotor of GTD.*

#### Введение

Тенденции современного авиационного газотурбинного двигателестроения характеризуются ростом удельных параметров, снижением массы конструкций, увеличением нагрузок, действующих на узлы и детали. Рабочие колеса роторов газотурбинных двигателей (ГТД), состоящие из лопаток и дисков, являются наиболее ответственными элементами двигателя, которые при эксплуатации испытывают действие динамических и температурных нагрузок, вызывая в них сложное напряженно-деформированное состояние. Их разрушение может вызвать катастрофические последствия для газотурбинной установки в целом [1]. Одними из основных показателей качества двигателя являются надежность и ресурс. Поэтому для достижения приемлемых значений данных показателей необходимо применение совершенных методов диагностики повреждений деталей ГТД неразрушающими способами контроля, в первую очередь, усталостных трещин и зон перегрева на ранних стадиях их развития.

Применим в настоящей работе метод вибродиагностики для идентификации указанных выше повреждений наиболее ответственных деталей [2]. Здесь предлагается использовать в качестве вибропризнаков технического состояния объектов диагностики их собственные формы колебаний. Использование в качестве таковых собственных частот колебаний и коэффициентов демпфирования является малоэффективным, так как указанные параметры, являясь интегральными, характеризуют состояние объекта в целом и с возникновением дефектов в конструкциях изменяются медленно. Собственные же формы колебаний тесно связаны с эквивалентными массами, которые не только изменяются быстрее с возникновением дефектов, но и сильно зависят от точек, в которых определяются. Если параметром возбуждения является сосредоточенная сила  $P(t)$  в некоторой точке  $B$ , а параметром наблюдения – смещение точки  $A$  диагностируемого объекта  $\xi_A(t)$ , то эквивалентную массу  $k$ -й формы собственных колебаний упругого тела можно представить в виде [3]:

$$M_k(A, \vec{i}_A, B, \vec{i}_B) = \frac{\rho \int_V \xi_k^2 dV}{\xi_k(x_A, y_A, z_A) \vec{i}_A \xi_k(x_B, y_B, z_B) \vec{i}_B}, \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность материала тела;

$\xi_k$  – функция собственной формы колебаний тела;

$V$  – объем тела;

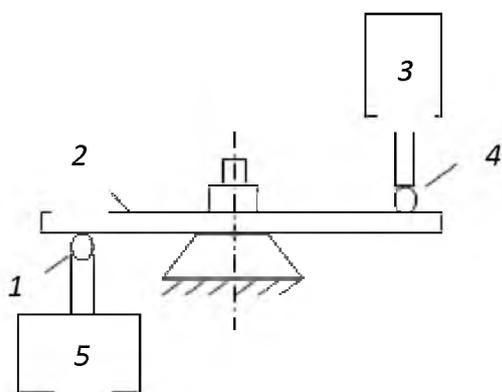
$\xi_k(x_A, y_A, z_A)$ ,  $\xi_k(x_B, y_B, z_B)$  – перемещение точек наблюдения и возбуждения с координатами  $(x_A, y_A, z_A)$  и  $(x_B, y_B, z_B)$  в направлении единичных векторов  $\vec{i}_A$  и  $\vec{i}_B$ .

Стоит отметить интересную особенность. Если точка наблюдения расположена на узловой линии или в узловой точке, то знаменатель выражения (1) стремится к нулю, а эквивалентная масса – к бесконечности. При появлении дефекта в упругой конструкции узловые линии собственных форм колебаний изменяют свое положение на конструкции. При этом знаменатель становится отличным от нуля, а эквивалентная масса – от бесконечности. Другими словами, эквивалентная масса изменяет свое значение в бесконечное число раз. При появлении дефекта в конструкции изменяются не только эквивалентные массы, соответствующие точкам, расположенным вблизи узловых линий, но и эквивалентные массы во всех других точках конструкции, так как меняются амплитуды колебаний [4].

### 1. Экспериментальный способ определения собственных форм колебаний

Наиболее простым и доступным методом определения собственных частот и форм колебаний дисков является экспериментальный метод [5].

Форму собственных колебаний можно определить по схеме, приведенной на рисунке 1.



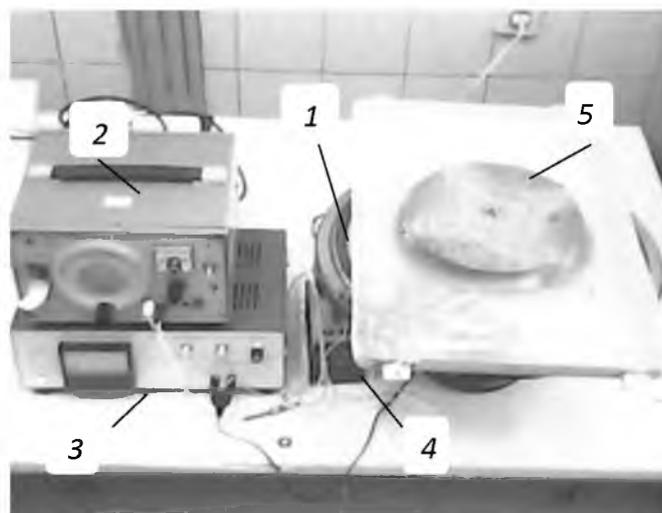
1 – возбудитель; 2 – диск; 3 – осциллограф;  
4 – щуп; 5 – генератор

**Рисунок 1. – Схема определения собственных форм колебаний дисков**

колебаний, т. е. число узловых диаметров, а частоту собственных колебаний – по шкале генератора. При колебании дисков в резонансном режиме образуются стоячие волны, при этом песок будет располагаться там, где амплитуда колебаний равна или близка к нулю. Число узловых диаметров можно определить также с использованием пьезоэлектрического щупа (рисунок 1), который воспринимает и преобразует резонансные механические колебания в электрический сигнал, отражаемый на экране осциллографа. Последовательно «прощупывая» по окружности диск, можно найти зоны с наименьшей и наибольшей амплитудой колебаний и таким образом установить форму собственных колебаний.

Экспериментальный диск устанавливают в свободном состоянии. Колебания возбуждаются с помощью пьезокристалла и генератора частоты 5. Настройкой генератора 5 изменяют частоту колебаний пьезокристалла, преобразующего электрические колебания в механические. Если частота возбуждения совпадает с частотой собственных колебаний диска, то наступает резонанс, в результате чего диск будет колебаться с определенными узловыми диаметрами.

Простейшая экспериментальная установка для определения форм собственных колебаний представлена на рисунке 2. В качестве возбудителя использовался динамик. С помощью сухого мелкого песка, посыпанного на диск, определяют форму



1 – динамик; 2 – генератор высокой частоты;  
3 – блок питания; 4 – блок усилителя; 5 – диск  
**Рисунок 2. – Экспериментальная установка**

Однако учесть изменения амплитуд колебаний при возникновении дефектов вручную, очевидно, будет затруднительным из-за наличия погрешностей. Поэтому для реализации данного метода необходима более чувствительная и дорогостоящая виброаппаратура. Предлагаемый метод вибродиагностики предполагает двойное измерение амплитуд колебаний: до и после возникновения дефектов. Таким образом, оценка эффективности данного метода на реальных изделиях, находящихся в эксплуатации, является трудоемкой и дорогостоящей. Поэтому такую оценку предлагается делать с помощью численного эксперимента с выполнением всех необходимых расчетов методом конечных элементов, реализованным в программном комплексе ANSYS.

## 2. Численное моделирование в среде ANSYS

При численном моделировании эксперимента по вибродиагностике особую важность приобретает задача моделирования дефекта, возникающего в упругом теле. Такими дефектами могут быть, например, усталостная трещина, локальный перегрев детали, фреттинг-износ. Моделирование каждого дефекта на основе метода конечных элементов является самостоятельной, достаточно сложной задачей.

Для создания достаточно простого и универсального способа моделирования процесса возникновения дефекта детали воспользуемся результатами работ [6, 7]. В них доказано существование количественного критерия, свидетельствующего об остаточной живучести материала. Этим критерием представляется модуль упругости материала в зоне дефекта, который перед моментом разрушения составляет  $E \cong 0,7E_0$ , где  $E_0$  – модуль упругости материала эталонной детали. Чем ближе коэффициент к единице, тем вероятность разрушения меньше. Одно из существенных преимуществ этого критерия состоит в том, что он характеризует состояние материала в течение скрытого периода накопления повреждаемости, предшествующего появлению первых трещин.

Следует отметить, что непосредственное использование модуля упругости в качестве диагностического признака вызывает большие трудности. Это связано с отсутствием надежного способа измерения модуля упругости материала детали сложной геометрической формы в достаточно малой отдельной зоне этой детали. К наиболее сложным случаям измерения модуля относится случай, когда данная зона расположена не на внешней поверхности детали, а внутри нее.

Рассмотрим диск газотурбинного двигателя, упрощенная модель которого представлена на рисунке 3, *а*. Наружный диаметр диска составляет 0,41 м, толщина полотна диска 0,02 м.

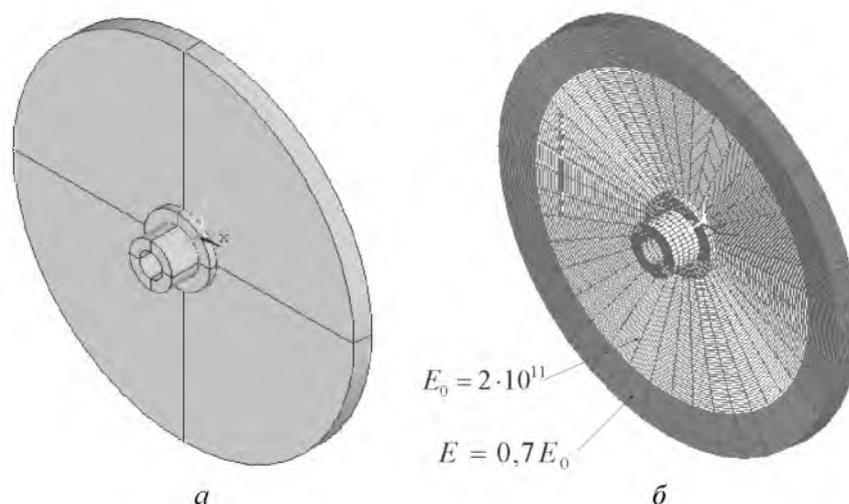


Рисунок 3. – Упрощенная геометрическая модель диска (*а*) и ее конечно-элементная модель с дефектом (*б*)

Наиболее вероятным местом возникновения дефекта диска, связанного с перегревом материала, можно считать зону, расположенную вблизи боковой цилиндрической поверхности периферии диска, т. е. участки, наиболее удаленные от оси вращения ротора (рисунок 3, б). Это связано с тем, что в данной области возникают наибольшие повреждения от термоциклирования. Область дефекта можно представить в виде кольца, толщина которого равна толщине диска – 0,02 м, внешний диаметр равен диаметру диска – 0,41 м. Внутренний диаметр примем равным 0,37 м. Для моделирования дефекта будем изменять модуль упругости в этой области и принимать его равным  $E = 0,7E_0$ , где  $E_0$  – модуль упругости материала основной области диска. Модуль упругости основной области диска примем равным  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па, плотность  $\rho = 8400$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент Пуассона  $\mu = 0,27$ .

В численном эксперименте по вибродиагностике возникновения дефекта в диске будем предполагать, что диск закреплен на вибростенде. Закрепление производится по внутренней поверхности цилиндра крепления диска к валу. Точки этой поверхности подвержены кинематическому возбуждению в направлении, перпендикулярном плоскости диска.

Для выявления параметров и точек наблюдения, использование которых является наиболее эффективным при обнаружении дефекта, выполним модальный анализ диска в среде ANSYS и определим первых пять форм колебаний диска.

При первых двух формах колебаний диск перемещается как абсолютно твердое тело. Деформации происходят только в области ступицы, а сам диск поворачивается вокруг своего узлового диаметра. Третья форма колебаний диска соответствует его крутильным колебаниям как абсолютно твердого тела. При этой форме колебаний деформации возникают только в области ступицы, а диаметры диска остаются прямыми линиями. Четвертая форма колебаний является симметричной относительно оси ротора и связана с изгибными колебаниями диска (рисунок 4, а). При колебаниях по пятой форме происходит изгиб диска с двумя узловыми диаметрами (рисунок 4, б).

Возбуждение колебаний диска на вибростенде вызывается виброперемещением точек, расположенных на внутренней поверхности цилиндра крепления диска к валу, в направлении оси ротора. Такое возбуждение является симметричным относительно оси ротора. Поэтому на вибростенде не будут возбуждаться асимметричные формы колебаний, т. е. первая и вторая формы. Не будет также возбуждаться и третья форма в связи с отсутствием соответствующего возбуждения. Из этого следует, что наиболее приемлемым при вибродиагностике возникающего дефекта является использование собственных форм колебаний диска, соответствующих четвертой форме колебаний.



Рисунок 4. – Четвертая (а) и пятая (б) собственные формы колебаний диска

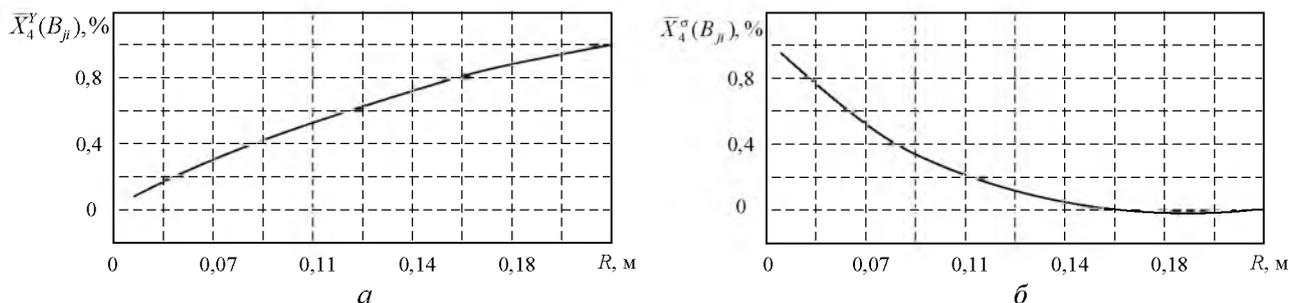
Рассмотрим перемещения узлов конечно-элементной модели диска и напряжения, возникающие в этих узлах, при четвертой форме колебаний диска. Будем анализировать узлы, расположенные на круге, являющемся плоской границей диска, не связанной со ступицей. Возьмем узлы, расположенные на диаметре этого круга. На рисунке 5, а показаны перемещения выбранных узлов в направлении, перпендикулярном плоскости диска (по оси ротора), а на рисунке 5, б – напряжения в этих узлах, вычисленные в радиальном

направлении. Виброперемещения и вибронапряжения показаны в относительных единицах по отношению к точке с их максимальным значением. Это есть амплитудные функции, которые рассчитываются по формулам:

$$\bar{X}_4^Y(B_{ji}) = \frac{X_4^Y(B_j)}{X_4^Y(B_i)}, \quad \bar{X}_4^\sigma(B_{ji}) = \frac{X_4^\sigma(B_j)}{X_4^\sigma(B_i)},$$

где  $X_4^Y(B_j)$ ,  $X_4^\sigma(B_j)$  – амплитуды перемещений и напряжений в выбранных точках наблюдения  $B_j$ ;

$X_4^Y(B_i)$ ,  $X_4^\sigma(B_i)$  – амплитуды перемещений и напряжений в точке наблюдения  $B_i$  с их максимальными значениями.



**Рисунок 5. – Виброперемещения (а) и вибронапряжения (б) в выбранных узлах диска по четвертой форме колебаний в относительных единицах**

Во всех рассматриваемых точках амплитудные функции имеют один знак, за исключением напряжений в точках, расположенных у границ круга. Такое распределение напряжений объясняется влиянием краевого эффекта. При колебаниях по данной форме рассматриваемые функции меняют знак в точках с координатами  $R = 0,167$  м. Поэтому следует ожидать, что при диагностике возникновения дефекта наиболее эффективным окажется использование четвертой собственной формы колебаний с параметром наблюдения «напряжение в радиальном направлении» и точками наблюдения, координаты которых близки к значению  $R = 0,167$  м.

Сравним эффективность предложенного метода вибродиагностики с эффективностью метода, в котором в качестве диагностического признака рассматриваются собственные частоты колебаний диагностируемой детали. Собственные частоты колебаний диска с развивающимся дефектом (см. рисунок 3, б) и диска без дефекта (исходная модель, см. рисунок 3, а), а также их отличие по отношению к исходной модели приведены в таблице 1. Из этой таблицы видно, что собственные частоты колебаний диска уменьшаются при возникновении дефекта. Поскольку здесь рассматривается дефект на ранней стадии своего развития, то это изменение не является значительным и не позволяет сделать вывод о возникновении дефекта.

**Таблица 1. – Собственные частоты колебаний диска**

Номер формы колебаний	Собственные частоты колебаний, Гц		Отличие частот, %
	Диск без дефекта	Диск с дефектом	
1	181,53	181,40	0,07
2	181,53	181,40	0,07
3	247,67	247,67	0
4	406,96	403,36	0,89
5	632,94	614,24	2,95

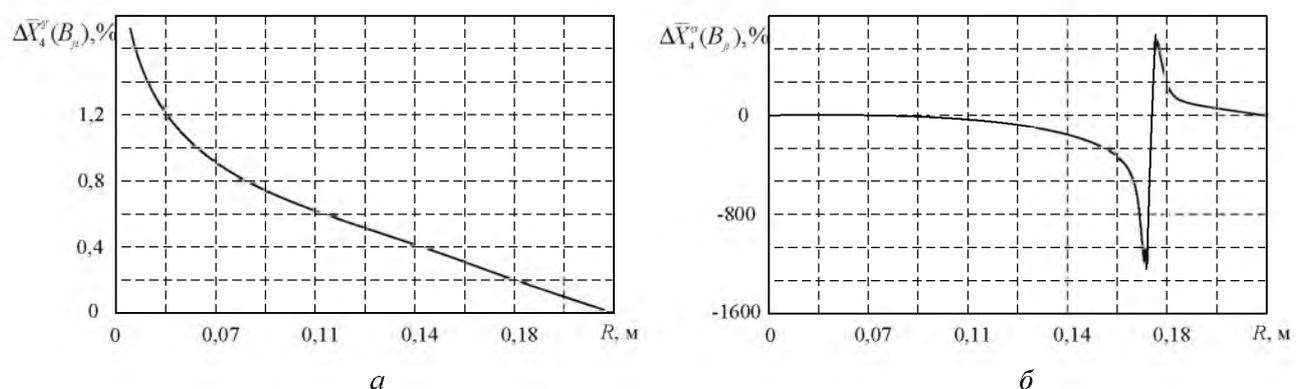
Воспользуемся предлагаемым методом вибродиагностики. В качестве диагностического признака будем использовать четвертую форму колебаний с параметрами наблюдения «виброперемещение в осевом направлении» (т. е. прогиб диска) и «вибронпряжение в радиальном направлении».

Результаты расчетов приведены на рисунке 6. Здесь представлены зависимости изменения четвертой собственной формы колебаний диска по параметрам наблюдения «виброперемещение» и «вибронпряжение» от координаты точки наблюдения  $R$ , при этом относительное изменение собственной формы колебаний при развитии дефекта определялось по формулам:

$$\Delta \bar{X}_4^Y(B_{ji}) = \frac{\bar{X}_{40}^Y(B_{ji}) - \bar{X}_4^Y(B_{ji})}{\bar{X}_{40}^Y(B_{ji})} 100\%, \quad \Delta \bar{X}_4^\sigma(B_{ji}) = \frac{\bar{X}_{40}^\sigma(B_{ji}) - \bar{X}_4^\sigma(B_{ji})}{\bar{X}_{40}^\sigma(B_{ji})} 100\%,$$

где  $\bar{X}_{40}^Y(B_{ji})$ ,  $\bar{X}_4^Y(B_{ji})$  – амплитудные функции  $j$ -й и  $i$ -й точек наблюдения диска без дефекта;

$\bar{X}_4^Y(B_{ji})$ ,  $\bar{X}_4^\sigma(B_{ji})$  – амплитудные функции  $j$ -й и  $i$ -й точек наблюдения диска с дефектом.



**Рисунок 6. – Изменение четвертой формы колебаний при параметрах наблюдения «виброперемещение» (а) и «вибронпряжение» (б)**

Анализ рисунка 6 показывает, что амплитудные функции  $\bar{X}_4^Y(B_{ji})$  для выбранных точек наблюдения изменяются незначительно и не позволяют надежно обнаружить зарождающийся дефект. Использование амплитудных функций  $\bar{X}_4^\sigma(B_{ji})$  в качестве диагностического признака метода вибродиагностики является более эффективным в данном случае. Эта величина при зарождении дефекта изменяется более чем на 100 % в точках, координаты которых расположены в довольно широком интервале:  $R = 0,154 \dots 0,189$  м.

### Выводы

1. Численное моделирование вибродиагностики эксплуатационных дефектов деталей ГТД, таких как перегрев материала, показало возможность применения собственных форм колебаний в качестве диагностического признака.

2. Сравнение изменений частот и собственных форм колебаний диска ротора ГТД при развитии в нем дефекта показало, что значения собственных форм колебаний, соответствующих некоторым точкам, изменяются значительно быстрее, чем собственные частоты колебаний.

3. Чувствительность метода в значительной мере зависит от выбора параметра наблюдения при диагностике конкретного дефекта. В проведенном эксперименте наиболее эффективным оказался параметр наблюдения «вибронпряжение».

4. Таким образом, перед вибродиагностикой деталей ГТД для выбора наиболее эффективного параметра наблюдения и наиболее информативных зон расположения точек наблюдения на объекте исследования целесообразно проводить численный эксперимент.

## Список литературы

1. Косицын, А. В. Диагностика возникновения усталостной трещины в лопатке газотурбинного двигателя / А. В. Косицын, И. И. Кислый, Ю. А. Грибков // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – № 20. – С. 98–104.
2. Михайлов, А. Л. Вибродиагностика упругих тел на основе исследования их собственных форм колебаний / А. Л. Михайлов, С. В. Крюков // Контроль. Диагностика. – 2007. – № 1 (103). – С. 60–64.
3. Вернигор, В. Н. Модальный анализ механических колебаний упругих систем / В. Н. Вернигор, А. Л. Михайлов. – Рыбинск: Сатурн. РГАТА, 2001. – 288 с.
4. Косицын, А. В. Вибродиагностика лопаток турбомашин методом эквивалентных масс / А. В. Косицын, И. И. Кислый // Механика машин, механизмов и материалов. – 2011. – № 1 (14). – С. 47–51.
5. Генкин, М. Д. Повышение надежности тяжело нагруженных зубчатых передач / М. Д. Генкин, М. А. Рыжов, Н. М. Рыжов. – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.
6. Драпкин, Б. М. О некоторых физических проблемах упрочнения металлических материалов / Б. М. Драпкин, В. К. Кононенко, Б. Н. Леонов // Инженер. журн. – 1999. – № 9. – С. 10.
7. Драпкин, Б. М. Оценка повреждаемости материалов в процессе усталостного нагружения по изменению их упругих и релаксационных характеристик / Б. М. Драпкин, Н. В. Осадчий // Новые технолог. процессы и надежность ГТД. – М.: ЦИАМ, 2001. – Вып. 4. – С. 159–165.

---

\* Сведения об авторах:

Косицын Андрей Валерьевич,

Кислый Игорь Иванович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 27.03.2015 г.

## 5. ПРОБЛЕМЫ ВОЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ, ВОИНСКОГО ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

---

### СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ ЗРВ В ВЫСШЕЙ ВОЕННОЙ ШКОЛЕ ТУРКМЕНИСТАНА

УДК 355.23

В. М. Белько, Р. Е. Алтыев\*

*Анализируется современное состояние и обосновываются направления дальнейшего совершенствования научно-методического обеспечения профессиональной подготовки в высшей военной школе Туркменистана будущих офицеров зенитных ракетных войск Вооруженных Сил страны.*

*The article deals with the modern structure of the scientific-military education of the military specialists in the Armed Forces. The directions of its further development both in the training of officers on the postgraduate basis oriented to the pedagogic and scientific activity and in the postgraduate military education system are grounded.*

Система подготовки офицерских кадров для Министерства обороны Туркменистана в национальной высшей военной школе (ВВШ) является важнейшим компонентом системы образования страны. Она призвана удовлетворять потребности Вооруженных Сил (ВС) в офицерах для замещения воинских должностей и функционирует в соответствии с Законом Туркменистана об образовании [1].

Подготовка будущих офицеров для зенитных ракетных войск (ЗРВ) национальных Вооруженных Сил осуществляется в Военном институте имени Сапармурата Туркменбаши Великого Министерства обороны Туркменистана (далее-Военный институт) в соответствии с государственным образовательным стандартом (ГОС) высшего профессионального образования (ВПО) по специальности «Эксплуатация радиотехнических систем» [2].

Опыт высшей военной школы СССР, ведущих зарубежных стран и Туркменистана свидетельствует, что уровень профессиональной подготовки обучающихся в значительной степени зависит от полноты и качества научно-методического обеспечения (НМО) реализуемых образовательных программ (ОП) по специальностям обучения.

Улучшение качества научно-методического обеспечения образования является одним из основных направлений совершенствования системы профессиональной подготовки будущих офицеров зенитных ракетных войск (ЗРВ) Вооруженных Сил Туркменистана в национальной Высшей военной школе [3].

Научно-методическое обеспечение учебного процесса в высших учебных заведениях (вузах) Туркменистана:

осуществляется Министерством образования Туркменистана, другими центральными органами исполнительной власти, имеющими в своем подчинении вузы (например, Министерством обороны Туркменистана и т. п.), научно-методическими учреждениями и высшими учебными заведениями;

должно соответствовать содержанию обучения, определенному стандартами высшего образования;

включает подготовку учебной и научной литературы, учебно-методической документации и обеспечение ей высших учебных заведений.

В соответствии с Положением об организации учебного процесса в высших учебных заведениях Туркменистана, утвержденным приказом Министерства образования страны [4], научно-методическое обеспечение учебного процесса в вузах состоит:

из стандартов высшего образования;

учебных планов;

учебных программ по всем нормативным и выборочным учебным дисциплинам;

программ учебной, производственной и других видов практик;  
учебников и учебных пособий;  
инструктивно-методических материалов к семинарским, практическим и лабораторным занятиям;  
индивидуальных семестровых заданий для самостоятельной работы обучающихся по учебным дисциплинам;  
контрольных заданий к семинарским, практическим и лабораторным занятиям;  
контрольных работ по дисциплинам для проверки уровня усвоения обучающимися учебного материала;  
методических материалов для обучающихся по вопросам самостоятельного изучения специальной литературы, написания курсовых работ и дипломных проектов (работ).

В ГОС по специальности «Эксплуатация радиотехнических систем» [2] определено, что учебно-методическое обеспечение подготовки специалиста должно соответствовать следующим требованиям:

все дисциплины учебного плана должны быть обеспечены: учебно-методической документацией по всем видам учебных занятий; учебной, методической, справочной и научной литературой; информационными базами и доступом к сетевым источникам информации; наглядными пособиями, мультимедийными, аудио-, видеоматериалами;

обеспечивать доступ для каждого курсанта к библиотечным фондам и базам данных, соответствующим по содержанию полному перечню дисциплин учебного плана;

иметь методические пособия и рекомендации по изучаемым дисциплинам и всем видам учебной деятельности, включая самостоятельную работу курсанта.

Учебно-методическое обеспечение должно быть ориентировано на разработку и внедрение в учебный процесс инновационных образовательных систем и технологий, адекватных компетентностному подходу в подготовке выпускника вуза (вариативных моделей управляемой самостоятельной работы курсантов, учебно-методических комплексов, модульных и рейтинговых систем обучения, тестовых и других систем оценивания уровня компетенций курсантов и т. п.).

Анализ существующего НМО профессиональной подготовки будущих офицеров ЗРВ, обучающихся в Военном институте по образовательной программе специальности ВПО «Эксплуатация радиотехнических систем», показывает следующее:

внутривузовские документы, регламентирующие организацию научно-методической деятельности в вузе, методическую деятельность ППС, в том числе разработку структурных элементов НМО и критерии оценки их качества, не являются системными и имеются не в полном объеме;

научно-методическое обеспечение профессиональной подготовки вышеуказанных специалистов разрабатывалось на основе действующего ГОС высшего профессионального образования не третьего поколения, как в Республике Беларусь (РБ) и Российской Федерации (РФ), а второго;

учебно-методические комплексы (УМК) разработаны не по всем учебным дисциплинам профессиональной подготовки и отсутствуют вообще по процессам специальности обучения (ознакомительной, ремонтно-эксплуатационной и полигонной практикам, войсковой стажировке, дипломному проектированию, итоговой государственной аттестации, инновационным технологиям в образовательном процессе);

не все преподаваемые учебные дисциплины обеспечены наиболее качественными видами учебных изданий, какими являются учебники и учебные пособия на бумажных и электронных носителях информации;

не используется при оценке труда преподавателей рейтинговая оценка качества их методической деятельности в целях повышения мотивации и поощрения ППС за разработку качественной учебно-методической документации.

Таким образом, налицо противоречие между возрастанием современных требований к уровню профессиональной компетентности будущих офицеров ЗРВ ВС Туркменистана,

научно-методического обеспечения их подготовки в национальной ВВШ и существующим НМО, реализуемым при обучении специалистов тактического звена в Военном институте по специальности «Эксплуатация радиотехнических систем».

На наш взгляд, разрешить это противоречие возможно, если совершенствование научно-методического обеспечения профессиональной подготовки рассматриваемых специалистов в Военном институте осуществлять по следующим направлениям:

создание и внедрение в образовательную деятельность общеузовских Положения по организации методической работы, методических указаний (рекомендаций) по разработке структурных элементов НМО ОП и критериям оценки их качества;

разработка УМК не только по учебным дисциплинам, а и по процессам специальности обучения (ознакомительной, ремонтно-эксплуатационной и полигонной практикам, войсковой стажировке, дипломному проектированию, итоговой государственной аттестации, инновационным технологиям в образовательном процессе);

создание и внедрение УМК по специальности обучения;

повышение уровня обеспечения преподаваемых учебных дисциплин высшими и наиболее качественными видами учебных изданий, такими как учебники и учебные пособия, выполненные на бумажных и электронных носителях информации;

разработка и внедрение рейтинговой оценки качества методической деятельности ППС;

организация и проведение среди преподавателей конкурсов научно-методических и учебно-методических работ.

Качество подготовки специалистов в значительной мере зависит от сформированной в вузе системы управления методической работой. Это одна из ключевых характеристик вуза, являющаяся предметом его экспертизы при аттестации, аккредитации и лицензировании специальностей.

Опыт ряда университетов РФ [5, 6] свидетельствует, что обеспечению системности и повышению эффективности организации методической работы в Военном институте, включая ее научно-методическую составляющую, будет способствовать разработка и внедрение в образовательный процесс:

общеузовского Положения по организации методической работы, в котором раскрываются виды, содержание, особенности планирования, контроля, учета и отчетности по методической работе, структура и функции органов, ведущих такую работу, и порядок взаимодействия между ними;

методических рекомендаций для преподавателей: по подготовке учебников и учебных пособий; написанию лекций и учебно-методических разработок; оформлению мультимедиапрезентаций; составлению контрольно-оценочных средств; разработке электронно-обучающих средств (включая электронные УМК).

Проведенный анализ применения в вузах РБ и РФ ГОС второго поколения [7, 8], в том числе и по специальностям обучения, родственным для подготовки будущих офицеров ЗРВ ВС Туркменистана, показал, что к недостаткам стандартов следует отнести:

преимущественно ориентацию стандартов на традиционную информационно-знаниевую модель высшего профессионального образования, далекую от компетентностного подхода к трактовке качества результатов обучения;

низкую технологичность требований ГОС, негативно проявляющуюся в процессе аттестации выпускников и препятствующую операционализации (выражению требований к подготовке выпускников в виде правил измерения и перечня конкретных измеряемых элементов).

Отличительная особенность стандартов третьего поколения состоит в том, что в них на смену стандартизации требований к содержанию образования приходят требования к результатам обучения, представленные в форме совокупности компетенций.

В ГОС третьего поколения получил дальнейшее развитие и конкретизацию компетентностный подход, выразившийся:

в кодификации компетенций в РБ по обязательным дисциплинам (государственного компонента), а в РФ – по циклам дисциплин в целом;

существенном расширении общих требований к контролю качества образования и средствам диагностики компетенций. Зафиксировано положение о том, что для аттестации обучающихся (текущей, промежуточной и итоговой) создаются фонды оценочных средств, которые разрабатываются кафедрами. Приводится перечень современных диагностических средств, дан обширный (на выбор) перечень форм диагностирования компетенций.

Вместе с тем процесс реализации ГОС третьего поколения в учебной практике вузов неизбежно сталкивается, как всякая инновация, с рядом проблем и трудностей, к которым относятся [7, 8]:

проектирование и реализация кодифицированных компетенций по учебным дисциплинам, входящим в компонент учреждений высшего образования;

создание фондов оценочных средств;

комплексное НМО реализации ГОС нового поколения;

повышение квалификации ППС и персонала управления вузов.

Как показывает практика высших учебных заведений РФ и РБ, разработка и применение учебно-методических комплексов повышает качество учебного процесса. УМК предназначен для реализации требований образовательных программ и образовательных стандартов высшего образования и создается, как правило, по учебной дисциплине [9].

УМК может быть выполнен в печатном или электронном виде. УМК, выполненный в электронном виде, относится к электронным УМК (далее – ЭУМК).

В УМК (ЭУМК) могут объединяться структурные элементы научно-методического обеспечения ОП:

учебно-программная документация образовательных программ высшего образования: учебный план и учебные программы учебных дисциплин специальности;

программно-планирующая документация воспитания: Концепция и Программа непрерывного воспитания учащейся молодежи, комплексные программы воспитания учащейся молодежи, программы и планы воспитательной работы учреждения высшего образования;

учебно-методическая документация: методики преподавания учебной дисциплины, методические рекомендации;

учебные издания: издания, содержащие систематизированные сведения научного или прикладного характера, необходимые для реализации образовательных программ, изложенные в форме, удобной для организации образовательного процесса, официально утвержденные или допущенные в установленном порядке в качестве соответствующего вида учебного издания;

информационно-аналитические материалы: материалы, содержащие сведения, сравнительную информацию, аналитическую информацию о функционировании, перспективах развития системы образования. К ним относятся справочники, статистические сборники, справки, информационные письма, отчеты, доклады и иные материалы (в частности, учебный терминологический словарь, перечень электронных образовательных ресурсов и их адреса на сайте учреждения образования, ссылки на базы данных, справочные системы, электронные словари, сетевые ресурсы).

УМК (ЭУМК), как правило, включает разделы: теоретический, практический, контроля знаний и вспомогательный.

Теоретический раздел УМК (ЭУМК) содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины в объеме, установленном типовым учебным планом по специальности (направлению специальности).

Практический раздел УМК (ЭУМК) содержит материалы для проведения лабораторных, практических, семинарских и иных учебных занятий и организовывается в соответствии с типовым учебным планом по специальности (направлению специальности, специализации) и (или) с учебным планом учреждения высшего образования по специальности (направлению специальности, специализации).

Раздел контроля знаний УМК (ЭУМК) содержит материалы текущей и итоговой аттестации, иные материалы, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

Вспомогательный раздел УМК (ЭУМК) содержит элементы учебно-программной документации образовательной программы высшего образования, программно-планирующей документации воспитания, учебно-методической документации, перечень учебных изданий и информационно-аналитических материалов, рекомендуемых для изучения по учебной дисциплине.

Ключевым, на наш взгляд, в повышении качества вузовского образования как в ВВШ Туркменистана, так и РБ, может стать разработка УМК в целом по направлению или специальности. Основная цель такого комплекса – увязать в единый методический блок всю систему методического обеспечения специальности, а не только ее отдельных дисциплин, существенно повысить на этой основе качество подготовки специалистов.

Учебно-методический комплекс специальности (УМКС) в ВВШ Туркменистана с учетом опыта университетов РФ [9] должен включать 5 базовых составляющих:

- государственный образовательный стандарт по специальности;
- структурно-логическую схему (модель) подготовки по специальности;
- учебный план специальности;
- учебно-методические комплексы дисциплин специальности;

учебно-методические комплексы процессов специальности (ознакомительной, ремонтно-эксплуатационной и полигонной практик, войсковой стажировки, дипломного проектирования, итоговой государственной аттестации, инновационных технологий в образовательном процессе).

Таким образом, речь идет о принципиально новом и более крупном, чем для учебной дисциплины, системном комплексе методических документов, объединяющем структурно-логическую схему (модель) подготовки по специальности и УМК: учебных дисциплин специальности, ознакомительной, ремонтно-эксплуатационной и полигонной практик, войсковой стажировки по специальности, итоговой государственной аттестации (госэкзамен) по специальности, дипломного проектирования по специальности, а также инновационного по своей сути УМК «Использование инновационных методов в образовательном процессе специальности».

Весь УМК специальности лучше разрабатывать в двух комплектах. Один хранится в учебной части факультета, другой – на выпускающей кафедре.

Учебно-методические комплексы отдельных дисциплин могут храниться также и на кафедрах, ведущих соответствующие дисциплины.

Электронные версии УМК специальности могут также храниться в учебно-методическом отделе Военного института и электронной библиотеке вуза.

Сборник положений по формированию УМКС в Военном институте с учетом опыта университетов РФ [9] должен включать следующие документы:

- Положение о научно-методическом совете (комиссии) факультета;
- Положение о выпускающей кафедре;
- Положение о структурно-логической схеме (модели) подготовки по специальности;
- Положение об учебно-методическом комплексе учебной дисциплины (УМКД) специальности;

Положение об УМК ознакомительной, ремонтно-эксплуатационной и полигонной практик, войсковой стажировки по специальности;

Положение об УМК итоговой государственной аттестации (государственном экзамене) по специальности;

- Положение об УМК по дипломному проектированию по специальности.

Как показывает опыт одного из высших учебных заведений РБ [11], применение при

организации образовательного процесса структурно-логической схемы подготовки по специальности позволяет:

наглядно показать место каждой учебной дисциплины в системе подготовки специалиста;

взаимосвязь учебных дисциплин и последовательность их изучения;

определить конкретные требования к каждой учебной дисциплине, ее содержанию и объему вопросов, подлежащих изучению;

изъять из учебного плана по специальности второстепенные учебные дисциплины.

Опыт университетов РФ также показывает [8], что разработка и реализация УМК дисциплин и процессов в целом для специальности (направления) позволяют:

вузу и его факультетам – лучше контролировать и координировать работу кафедр, обеспечивающих образовательный процесс в целом по направлению или специальности;

выпускающей кафедре – контролировать и обновлять существующие учебные программы по дисциплинам, стандартизировать образовательный процесс и гарантировать его высокое качество;

преподавателю – значительно сократить время на подготовку к занятиям; учитывать возможности учебной группы в целом и индивидуальные особенности каждого обучающегося;

обучающемуся – получить полный, хорошо структурированный методический материал по содержанию своей подготовки на весь период обучения в вузе.

Из практики советской высшей военной школы также известно, что основной книгой для самостоятельной работы курсантов (слушателей) по учебной дисциплине служит учебник. В учебнике излагаются обязательные для усвоения обучающимися основы научных знаний по определенной дисциплине в соответствии с целями обучения, установленной программой и требованиями дидактики. К учебнику предъявляются ряд общих требований: научность; соответствие дисциплины утвержденной учебной программе; краткость и доступность изложения; связь теории с практикой; возможность служить основным руководством для самостоятельной работы обучающихся. Издание учебника является свидетельством качественной методической обработки преподаваемой дисциплины и высокой квалификации преподавателей – авторов учебника.

Практически частым случаем является издание учебных пособий вместо учебника по новым, еще не установившимся курсам. В этом случае учебные пособия по содержанию и форме близки к учебникам, но не удовлетворяют полностью всем требованиям, предъявляемым к ним (не полностью соответствуют программе дисциплины, не отшлифованы в методическом отношении и т. д.).

Практика высшей военной школы СССР, РФ и РБ убедительно свидетельствует, что повышение уровня обеспечения преподаваемых в Военном институте учебных дисциплин профессиональной подготовки наиболее качественными видами учебных изданий, такими как учебники и учебные пособия, выполненные на бумажных и электронных носителях информации, позволит улучшить качество подготовки будущих офицеров, в том числе обучающихся в интересах ЗРВ.

Анализ выполненных исследований и опыт применения в высшей школе РФ [11] и РБ [10] системы мониторинга деятельности преподавателей показывает, что повышению мотивации и эффективности работы ППС в разработке качественной методической (научно-методической и учебно-методической) документации в Военном институте будет способствовать:

внедрение в систему управления качеством образования в вузе методики рейтинговой оценки качества труда преподавателей, включая его методическую составляющую наряду с учебной, воспитательной и научной компонентами работы;

проведение на кафедрах, факультетах и в масштабе вуза конкурсов методических работ преподавателей по номинациям: монография; учебник; учебное пособие; учебная литература (текст лекций, лабораторный практикум, сборник примеров и задач и т. д.);

справочно-методическая литература; учебно-методическая документация (учебно-методическое пособие, методические указания и рекомендации по различным видам учебных занятий); компьютерный продукт; совместная работа с курсантами (слушателями).

Таким образом, на наш взгляд, системный подход на плановой основе к совершенствованию научно-методического обеспечения ОП курсантов, обучающихся по специальности «Эксплуатация радиотехнических систем» в Военном институте, с учетом реализации предлагаемых мероприятий позволит повысить как эффективность и качество НМО образовательного процесса, так и профессиональной подготовки будущих офицеров ЗРВ в национальной Высшей военной школе.

#### Список литературы

1. Закон Туркменистана об образовании: // Ведомости Меджлиса Туркменистана, 2013 г., № 2, ст. 21 (с изм., внесенными Законом Туркменистана от 08.11.2014 г. № 152-V).
2. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования Туркменистана по специальности «Эксплуатация радиотехнических систем».
3. Белько, В. М. Состояние и направления совершенствования системы профессиональной подготовки будущих офицеров зенитных ракетных войск в высшей военной школе Туркменистана / В. М. Белько, Р. Е. Алтыев // Актуальные проблемы военной науки и практики в современных условиях и пути их решения: тез. докл. Междунар. воен.-науч. конф., Минск, 23–24 апр. 2015 г. / ВА РБ. – Минск: ВА РБ, 2015. – С. 491.
4. Положение об организации учебного процесса в высших учебных заведениях: утв. приказом М-ва образования Туркменистана от 2 июня 1993 г. № 161.
5. Методическая работа в вузе: метод. указания / сост. Н. П. Пучков. – Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2010.
6. Положение об организации методической работы в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова»: утв. ученым советом ФГБОУ ВПО ЧГУ им. И. Н. Ульянова от 26 апреля 2012 г. (протокол № 4).
7. Макаров, А. В. Проектирование и реализация стандартов высшего образования: учеб. пособие / А. В. Макаров, В. Т. Федин: под ред. проф. А. В. Макарова. – Минск: РИВШ, 2013. – 316 с.
8. Управление факультетом: учеб. / под ред. д-ра экон. наук, проф. С. Д. Резника. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 696 с.
9. Положение об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования: постановление М-ва образования Респ. Беларусь 26. 07. 2011 г. № 167.
10. Молибог А. Г. Вопросы научной организации педагогического труда в высшей школе / А. Г. Молибог. – 2-е изд. – Минск: Вышэйш. шк., 1975. – 288 с.
11. Преподаватель вуза: технологии и организация деятельности: учеб. пособие / под ред. д-ра экон. наук, проф. С. Д. Резника. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 389 с.

---

\*Сведения об авторах:

Белько Валерий Михайлович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Алтыев Ровшен Елдашевич,

Военный институт Министерства обороны Туркменистана.

Статья поступила в редакцию 25.05.2015 г.

## СИСТЕМА ВОСПИТАНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ТУРКМЕНИСТАНА

УДК 355.233

Н. И. Гомель, Ш. А. Эршов\*

*В данной статье раскрываются основные теоретические положения системы воспитания военнослужащих Туркменистана с учетом национальных традиций, раскрывается психолого-педагогическая структура процесса воспитания военнослужащих.*

*This article is developed with main theoretic systems of education to military servants of Turkmenistan, according the national traditions are developed process structure of psychological and pedagogical education to military servants.*

Опыт развития человеческого общества показывает, что воспитание является объективным и закономерным процессом подготовки людей к различным видам полезной деятельности, к выполнению многообразных социальных функций.

Воспитание как одно из необходимых условий прогресса – явление историческое. Каждой исторической эпохе соответствует своя система воспитания. Конкретное ее содержание, принципы, методы, роль и значение обусловлены и изменяются в зависимости от общественных отношений людей. Поэтому воспитание всегда носит социальный характер. Воспитание воинов является неотъемлемой частью воспитания народа.

Основные теоретические положения, принципы, подходы, цели, задачи, методы и формы воспитания, которые легли в основу всей деятельности командного состава и органов военного управления, отражены в действующих нормативных правовых актах управления воспитательной работы Вооруженных Сил Туркменистана. Так, в концепции воспитания военнослужащих Вооруженных Сил Туркменистана дается следующее определение: воспитание военнослужащих – это целенаправленная и планомерная деятельность государства и общества, ведомственных, общественных и иных организаций, а также органов управления и должностных лиц Вооруженных Сил по формированию и развитию личности военнослужащих в соответствии с требованиями национальных традиций Туркменистана и современной военной организации государства, обеспечения готовности военнослужащих к выполнению задач по предназначению в интересах обеспечения обороны и безопасности личности, общества и государства.

В обеспечении национальной безопасности Туркменистана особая роль принадлежит человеческому фактору, духовным возможностям человека, населению страны, а также способности Вооруженных Сил мобилизовать все силы для достижения победы в современной войне. Мировой и отечественный опыт военного строительства свидетельствует о том, что моральный дух войск был и остается одним из приоритетных факторов, определяющих возможности успешного решения стоящих перед войсками задач. В условиях боевых действий рассчитывать на победу может та сторона, которая обладает более высоким потенциалом духовных и морально-психологических сил.

Основополагающим фактором стабильности международного положения Туркменистана, обеспечения его национальной и военной безопасности, сдерживания агрессии против него является проводимая Туркменистаном, под руководством Президента страны, политика постоянного нейтралитета.

Новая политическая, экономическая обстановка в мире и внутри страны, новые требования к строительству, подготовке и воспитанию войск обусловили необходимость новых подходов к формированию у туркменских воинов высоких морально-психологических и боевых качеств, упрочению духовных основ боевой мощи Вооруженных Сил, что привело к необходимости разработки концепции воспитания военнослужащих в Вооруженных Силах Туркменистана.

Эти подходы затрагивают как теоретико-методологические, так и организационно-практические аспекты всей системы влияния на сознание, чувства, волю военнослужащих в интересах мобилизации их духовных и физических сил, на добросовестное выполнение конституционного долга по защите Отечества. Они также определяют место и роль этой системы в общей организации жизни и деятельности войск.

Неотъемлемым компонентом поддержания высокой боевой готовности соединений и воинских частей (кораблей) является стройная система воспитания, проводимая органами военного управления со всеми категориями военнослужащих и гражданским персоналом Вооруженных Сил Туркменистана.

С созданием 27-го января 1992-го года своих Вооруженных Сил, Туркменистан вступил на священный путь укрепления и развития своих войск, имеющий огромное значение в управлении и обороне страны.

Морально-духовное обеспечение Вооруженных Сил Туркменистана основывается на принципах и нормах Конституции Туркменистана, Концепции национальной безопасности, Концепции внешней политики Туркменистана, различных правовых актах, указах и распоряжениях Президента Туркменистана, приказах министра обороны Туркменистана. Одной из главных задач (с опорой на национальные особенности) является высокое морально-духовное воспитание личного состава. Для достижения этих целей наряду с использованием национальных традиций, обрядов и примера высокого морального облика туркменского народа, передающихся из поколения в поколение, необходимо формирование у личного состава таких качеств, как сплоченность, дружелюбие, патриотизм, уважительные отношения к культурному наследию Родины, мира и всего человечества. Для этого нужно проводить работу по воспитанию в соответствии с требованиями современного общества, основываясь на историческом опыте государства.

Системный подход к организации воспитательной работы позволяет определить целостность, связь, структуру и организацию, уровни, порядок функционирования и развития системы воспитания. Комплексный подход в воспитании – это совокупность целенаправленных, взаимосвязанных воздействий с учетом всего многообразия факторов воспитания. Дифференцированный подход предполагает учет особенностей различных категорий военнослужащих и включает определение специфических промежуточных целей, содержания и методов воспитания, наиболее полно соответствующих каждой группе воинов и позволяющих сконцентрировать воспитательные воздействия, более эффективно формировать нравственные и профессиональные качества и на этой основе достигать повышения боеспособности и боеготовности воинских частей.

Индивидуальный подход предполагает учет индивидуальных особенностей личности военнослужащих: черт характера; направленности личности; жизненного опыта; интеллектуальных, волевых, эмоциональных и познавательных качеств; физического развития, привычек и др. В воспитании военнослужащих оптимизационный подход может занять ведущее место. Это объясняется тем, что процесс их воспитания во многом ограничен временными рамками, максимально сжат и при этом требует получения положительных результатов в короткое время, а оптимизационный подход позволяет целенаправленно выбрать содержание, формы, методы и приемы педагогического воздействия, обеспечивающие наибольший воспитательный эффект. Большое применение в воспитании военнослужащих находит информационно-управленческий подход. Он позволяет научно подойти к управлению и руководству процессом воспитания в воинской части, к информационному обеспечению различных видов деятельности в войсках.

Психолого-педагогическая структура процесса воспитания военнослужащих предполагает наличие следующих элементов: а) объекта и субъекта воспитания; б) четко сформулированных целей и задач, содержания воспитания; в) системы педагогического взаимодействия объекта и субъекта воспитания; г) методов, средств и форм воспитания; д) организационной структуры; е) результатов и условий, влияющих на эффективность

воспитания. В основе процесса воспитания должны лежать идеи патриотизма, стремление военнослужащего овладеть специальностью, культ военной службы.

Воспитательную работу необходимо рассматривать как единство непосредственного и опосредованного взаимодействия воспитателей, создающих условия для воспитания и осуществляющих его, и воспитуемых, активно или пассивно реагирующих на все процессы под влиянием своих потребностей, мотивов жизненного опыта, сложившихся убеждений, воздействия окружающих и других факторов, а также социальной среды (общества, государства, семьи, воинского коллектива и т. д.) Важным элементом содержания воспитания является оптимальный выбор и использование методов, форм, средств и приемов воспитания. На сегодняшний день в общей и военной педагогике имеется достаточный арсенал методов, форм, средств и приемов воспитания. Наиболее приемлемыми методами в воспитательной работе с военнослужащими являются: убеждение, упражнение, пример, поощрение, внушение, стимулирование, соперничество и др. Основным методом воспитания – убеждение.

Метод убеждения – совокупность педагогических приемов и средств, используемых в целях формирования мировоззрения, твердой убежденности, выражающих глубокое и ясное осознание военнослужащими тех идей и положений, которыми они руководствуются в процессе практической деятельности.

*Доводы, до которых человек додумывается сам, обычно убеждают его больше, чем те, которые пришли в голову другим.*

*Б. Паскаль*

Этот метод направлен на формирование идейно-мотивационной основы поведения военнослужащих. Он осуществляется по двум направлениям:

- убеждение словом;
- убеждение делом.

Основные условия действенности метода убеждения: глубокая личная убежденность воспитателя в справедливости, истинности своих идей; безупречная логика обоснования утвержденных положений и принципов, научность, достоверность и всесторонность аргументов; единство слова и дела воспитателя, правильная организация повседневной жизни и быта, а также боевой службы военнослужащих; индивидуальный подход в процессе убеждения и переубеждения; исключение назидательного тона и других форм негативного морального воздействия, убеждение на примере жизни и деятельности коллектива средствами демократии и гласности; авторитет воспитателя среди личного состава, личная убежденность воспитателя; ясность, доходчивость, наглядность, правдивость и искренность воспитателя; связь с жизнью.

В реализации данного метода необходимы также настойчивость воспитателя, его эмоциональность и учет особенностей воспитуемых.

Основными средствами убеждения – слово воспитателя и пример. В качестве средства убеждения могут использоваться: личный пример; исторические примеры и документы; поступки и опыт других людей; личный опыт воспитуемых; цифры, факты и события.

Приемы убеждения: обращение к чувствам воспитуемых; оценка поступков (проступков); использование общественного мнения; сравнение, сопоставление, анализ; апеллирование к личному опыту; ссылка на авторитет.

Система воспитания предусматривает приобретение военнослужащими знаний, навыков, умений, перерастающих в привычки, убеждения и в конечном счете – высокие личные и профессиональные, морально-боевые качества. Она обуславливается, с одной стороны, синтезом возможностей, способностей и активности личности, а с другой – требованиями воинской деятельности, определяемой особенностями ее содержания, средств, условий, организации. Результатом воспитательных воздействий должна стать подготовленная личность военнослужащего.

Необходимо также подчеркнуть, что решение проблемы создания условий для прохождения военной службы является благодатной почвой в деле повышения действенности воспитания.

Воспитательная работа включает в себя следующие основные элементы:

- определение места, роли научных и организационных основ воспитания;
- постановку целей и задач воспитания, т. е. целеполагание;
- оптимальный выбор и использование методов, форм, средств и приемов воспитания;
- изучение и учет уровня воспитанности и удовлетворенности военнослужащих;
- согласованную и скоординированную педагогическую деятельность командиров, органов военного управления, военкоматов, государственных и административных органов.

*Содержание воспитания личного состава армии и флота включает в себя следующие направления:* государственно-патриотическое; воинское; нравственное; правовое; экономическое; эстетическое; физическое; экологическое и др.

Государственный патриотизм – это высокое чувство любви к своему государству, Отчизне, присущее большинству людей, живущих на своей родной земле, глубокое осознание ими своего гражданского, профессионального и воинского долга, ответственности за все происходящее в стране, за ее будущее. Сущность государственного патриотизма как социально-педагогического явления представляет собой совокупность (сплав) идей, убеждений, чувств и действий, направленных на постоянное развитие, процветание своей Родины, обеспечение духовно-нравственной, экономической, военной, экологической и иной безопасности личности, общества, государства, на целенаправленную активную деятельность по разумному удовлетворению духовных и материальных потребностей каждого гражданина, живущего и действующего в своем Отечестве. В личностном плане патриотизм – это движение, зовущее вперед, фактор духовного плана, способствующий сохранению всего положительного, что накопили человечество, конкретный народ, общество и государство, в котором живет и действует реальная личность. По существу – это форма ее нормального существования.

Основными качественными характеристиками государственного патриотизма являются:

постоянное ощущение связи с Родиной, с жизнью и деятельностью людей, живущих на родной земле, в конкретном государстве;

любовь к своему Отечеству, государству, выраженная в конкретных делах, действиях, поступках;

развитое чувство гордости за свое Отечество, за свой народ, за символы государства, за ее святыни;

моральная ответственность каждого человека за судьбу Родины, своего народа, за их современное состояние, за их будущее;

развитое чувство гражданского, профессионального и воинского долга по выполнению своих конституционных государственных обязанностей, ответственность за результаты своего ратного труда;

желание, стремление и умение защищать Родину, отстаивать ее интересы, обеспечивать безопасность во всех сферах жизни своего Отечества;

обширная деятельность государственных, частных структур, каждого гражданина в целях процветания Родины, своего народа, повышения ее международного авторитета;

приверженность ценностям, положительным традициям, идеалам своего государства, народа, своей профессии;

внутренняя готовность и конкретная деятельность по сохранению и приумножению славы своего Отечества, проявлению чести и совести гражданина своего государства и воина Вооруженных Сил Туркменистана;

постоянное ощущение величия своей Родины;

целенаправленная и активная деятельность по сохранению своей культуры, культурно-национальных ценностей всех народов, населяющих Туркменистан, в области литературы, музыки, театра и других видов искусства;

достойное проявление своих возможностей и способностей как гражданина Туркменистана в области физкультуры и спорта, в достижении мировых результатов на Олимпийских играх, на чемпионатах мира и континента.

Реальное проявление патриотизма непременно связано с установкой «Я должен!» Подлинный патриотизм – это не лозунги, не красивые призывные речи и слова, а реальная действительность человека, действия и поступки, которые проявляются в устойчивом отношении его к своему прошлому, настоящему и будущему, к судьбе и делам Родины, Отечеству, к своим конституционным правам и обязанностям, к профессии, к окружающим людям, к самому себе.

Однако изучение воспитательной практики показывает, что патриотом военнослужащий не рождается. Он становится им под влиянием и воздействием среды обитания, жизненных условий, характера деятельности и воспитания. Осознание себя патриотом проходит сложный путь взаимосвязи общественного и индивидуального сознания, формирования и развития патриотических убеждений, чувств, интеллектуальных, волевых навыков, умений, действий, высоконравственных привычек поведения. Все это, кроме того, осуществляется через систему взаимодействий, опосредованных влияний, непосредственных целенаправленных воздействий.

На основе понимания сущности государственного патриотизма и ведется государственно-патриотическое воспитание военнослужащих, базирующееся на принципе историзма, опыте и практике жизни народов, государств, на передовых общегосударственных идеях и воспитательных технологиях.

Воспитание военнослужащих начинается с целеполагания, которое предусматривает на основе общих институциональных целей постановку конкретных целей и задач воспитательной деятельности. Цели могут быть общими, касающимися всего процесса воспитания и частными, ставящимися на отдельном этапе воспитания для достижения определенного результата.

Определение и постановка частных целей в системе воспитания военнослужащего имеют несколько этапов:

а) уяснение современных требований, предъявляемых военнослужащему нормативными документами Министерства обороны Туркменистана;

б) оценка материальных, организационных, педагогических возможностей субъектов воспитания;

в) определение качеств военнослужащих, носящих приоритетный характер;

г) планирование конкретных учебных, воспитательных, организационных, административных и иных мероприятий и отдельных воспитательных актов.

В системе воспитательной работы с личным составом Вооруженных Сил Туркменистана определены следующие основные виды воспитательной работы: информационно-воспитательная работа; работа по укреплению правопорядка и воинской дисциплины; военно-социальная работа; психологическая работа; культурно-досуговая работа; защита личного состава от негативного информационно-психологического воздействия (организуется в чрезвычайных ситуациях); обеспечение войск (сил) техническими средствами воспитания.

Таким образом, основной целью воспитания военнослужащих Туркменистана является формирование и развитие у них качеств патриота, военного профессионала, высоконравственной личности, готовности к защите Родины, верности военной присяге. Достичь этой цели возможно только при эффективном управлении системой воспитательной работы с военнослужащими Вооруженных Сил Туркменистана.

## Список литературы:

1. Барабанщиков, А. В. Основы военной психологии и педагогики / Барабанщиков, А. В., Давыдов В. П., Феденко Н. Ф. – М.: Просвещение, 1988 г.
2. Бордовская, Н. А. Педагогика. / Бордовская, Н. А., Реан. – СПб.: Питер, 2008.
3. Военная педагогика: учеб. / под ред. А. В. Барабанщикова. – М.: ВПА, 1986г.
4. Воспитательная работа в Вооруженных Силах Российской Федерации: учеб.-метод. пособие / под ред. И. А. Липского. – М.: ВУ, 1995 г.
5. Военная педагогика / под ред. О. Ю. Ефремова. – СПб.: Питер, 2008.
6. Военная психология и педагогика. – Минск: ВА РБ, 1999.
7. Карнеги, Д. Как эффективно общаться с людьми. – Минск: Попурри, 2013.
8. Концепция воспитания военнослужащих в Вооруженных Силах Туркменистана. – Ашхабад, 2015.
9. Психология и педагогика профессиональной деятельности офицера. – М.: Воениздат, 2006.
10. Психология самореализации профессионала: Коллективная монография / Е. В. Федосенко [и др.]. – СПб.: Из-во Питер, 2005.
11. Психология и педагогика. Военная психология / под ред. А. Г. Маклакова. – СПб.: Из-во Питер, 2007.

---

\*Сведения об авторах:

Гомель Николай Иванович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь»;  
Эршов Шохрат Аннамуратович,  
Военный институт им. Сапармурата Туркменбаши Великого  
Министерства обороны Туркменистана.  
Статья поступила в редакцию 14.04.2015 г.

## ПОДГОТОВКА ЛЕТНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ КРАСНОЙ АРМИИ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

УДК 378

В. Е. Зенков\*

*В статье приведен анализ развития системы подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны, распространения боевого опыта, изменений и принимаемых оперативных мер по непрерывному совершенствованию этой системы и предложены направления ее возможного применения в современных условиях.*

*The article gives the analysis of flight personnel training system during the Great Patriotic War, the dissemination of combat experience, changes and adopted operational measures to continuously improve this system, and offers the directions of its possible implementation under modern conditions.*

Великая Отечественная война явилась суровым испытанием для системы подготовки летных кадров. Прежде всего, из-за резко возросших потребностей в летчиках, быстрого продвижения противника вглубь страны и вынужденного, срочного перебазирования военно-учебных заведений ВВС из западных районов в восточные. Всего за вторую половину 1941 г. по мере продвижения противника вглубь нашей территории из западных прифронтовых районов было перебазировано 38 авиашкол. На это перемещение суммарно в общей сложности было затрачено 800 дней [1]. Авиационные школы и училища перебазировались на расстояния, измеряемые тысячами километров, оставляя созданную многолетними усилиями учебно-материальную базу.

С началом Великой Отечественной войны советское правительство осуществило меры по перестройке работы летных учебных заведений. 16 июля 1941 г. Государственный Комитет Оборона (ГКО) принял постановление «О порядке подготовки резервов в системе Наркомата обороны и Наркомата Военно-морского флота». В соответствии с этим постановлением Наркомат обороны СССР разработал план подготовки командно-начальствующего состава, который предусматривал досрочные выпуски слушателей из академий, курсантов – из училищ и школ, изменение количества и емкости учебных заведений, перестройку программ в целях ускоренной подготовки военных кадров.

Если в 1941 г. действовало 73 учебных заведения, то в 1942 г. – 49, в 1943 г. – 41, в 1944 г. – 41, в 1945 г. – 48 [2]. Но, несмотря на сокращение количества летных учебных заведений, общее число обучающихся курсантов возросло на 11 %.

Нехватка самолетов и нерегулярное снабжение летных училищ горюче-смазочными материалами и запасными частями, необходимость ускоренной подготовки летных кадров ВВС для действующей армии потребовали перевода школ ВВС на поточную систему обучения – выпуски из училища стали проводиться ежемесячно. Срок прохождения летной программы зависел от количества отпущенного горючего, наличия исправных самолетов и составлял в среднем 45–50 летных дней.

Учебно-методическое руководство деятельностью летных учебных заведений осуществляло Управление военно-учебных заведений ВВС, которое в феврале 1942 г. слилось в единый орган с Управлением формирования, комплектования и боевой подготовки ВВС Рабоче-крестьянской Красной армии (РККА), что позволило более оперативно решать административно-организационные вопросы, связанные с деятельностью летных учебных заведений.

Военные школы пилотов комплектовались молодежью, прошедшей курс обучения на самолете У-2 в военных авиационных школах первоначального обучения (ВАШПО), учебных эскадрильях Гражданского воздушного флота (ГВФ) и аэроклубах Осоавиахима СССР, ВАШПО комплектовались авиационными механиками.

Кроме авиационных механиков, в ВАШПО принимался младший командный состав Красной армии, имевший среднее образование, а также выпускники спецшкол ВВС.

Управление учебных заведений и боевой подготовки Главного управления ГВФ за годы войны обучило в вузах ВВС более 18 тыс. пилотов. 99,3 % выпускников летных вузов имели образование 7 классов и выше. В военные училища и на курсы направлялись авиаторы, окончившие школы пилотов или стрелков-бомбардиров и прослужившие в строевых частях не менее 2 лет.

Особые трудности летные вузы испытывали в начальный период войны. Это было связано с тем, что в первые месяцы войны значительная часть наиболее подготовленного постоянного состава была направлена во вновь формируемые авиационные части. В начале 1942 г. в авиационных вузах некомплект постоянного состава достиг 27,6 %. Из личного состава летных училищ и школ за годы войны было сформировано 142 авиационных полка и 21 эскадрилья, для укомплектования которых вузы откомандировали 3452 летчика, 3757 техников и 1980 других авиационных специалистов [3].

В 1943 г. было запрещено откомандирование из академий, училищ и школ постоянного состава. Совершенствовалась подготовка преподавательского и инструкторского состава.

Много внимания Главное командование ВВС уделяло перестройке и совершенствованию учебных планов и программ.

Летные учебные заведения переходили на программы ускоренной подготовки летчиков и штурманов. Уменьшалось количество изучаемых дисциплин. Основное внимание обращалось на выработку у курсантов прочных практических навыков в самолетовождении и боевом применении самолетов.

На 1 января 1942 г. в системе вузов ВВС имелось 49 военно-учебных заведений (47 летных школ и 2 авиаучилища летчиков-командиров) [2].

В 1941–1942 гг. система подготовки летных кадров претерпела значительные изменения и в основном справилась с задачей обеспечения фронта летным составом. Всего за первые 1,5 года войны вузы подготовили по сокращенным программам 41 224 чел. летного состава [4].

Летные учебные заведения много внимания уделяли изучению боевого опыта ВВС. По указанию командующего ВВС, в учебных заведениях были созданы специальные классы-лаборатории опыта Великой Отечественной войны.

Преподавательский и инструкторский состав для изучения боевого опыта выезжал на стажировку в боевые части. Стажировки были введены в соответствии с приказом Наркома обороны СССР от 9 июля 1942 г. Командующий ВВС Красной армии 15 апреля 1943 г. утвердил Положение о прохождении боевой стажировки в действующей армии. За период Великой Отечественной войны стажировку прошли 1635 офицеров из авиационных вузов. В частях они знакомились с боевой деятельностью авиации, службой своих воспитанников, проверяли правильность организации подготовки в вузах летных кадров, проводили занятия, составляли различные инструкции, методические пособия, участвовали в боевых действиях. За годы войны стажерами было сбито 187 самолетов противника. За мужество и храбрость, проявленные в боях с врагами Родины, 574 стажера были награждены орденами и медалями [5].

В 1943 г. в летные училища и школы стало поступать значительно больше боевых самолетов. На 1 декабря 1943 г. они были укомплектованы боевыми самолетами на 118 %, а учебными на – 89,6 %, причем в 1943 г. они получали только новую боевую технику [6]. Несомненно, это оказывало свое положительное воздействие на совершенствование обучения летчиков и быстрый ввод их для участия в боевых действиях.

Большая работа проводилась в учебных заведениях по созданию различных тренажеров, макетов, схем, плакатов и других учебно-наглядных пособий. В 15-й военной школе летчиков-наблюдателей (г. Челябинск) только с сентября по декабрь 1942 г. было изготовлено 163 действующих макета-прибора, 75 различных моделей, 58 схем, 8 альбомов, 5 витрин, смонтировано 205 различных агрегатов. В 1944 г. в училищах и школах ВВС было изготовлено 200 тренажных установок, 150 макетов самолетов, свыше 1000 схем и плакатов, оборудовано 40 классов и лабораторий [7].

На основе изучения боевого опыта в 1943 г. были переработаны Курсы учебно-летной подготовки. В программу обучения истребителей вводился сложный управляемый пилотаж, групповой воздушный бой в зоне и на маршруте. Отдельной задачей ставилось обучение пилотированию отдельными самолетами и группой, сколачиванию пары. Вводились и такие упражнения, как полет по маршруту с посадкой на незнакомом аэродроме и полеты с ограниченных площадок.

По сравнению с 1941 г. налет на подготовку одного летчика к 1944 г. увеличился более чем в 4 раза, а количество самолето-вылетов на обучение боевому применению возросло в 2,5 раза. Если в начале Великой Отечественной войны общий налет выпускников летных авиашкол составлял в среднем 6 ч, то в 1944 г. 25 ч, с обязательным выполнением боевого применения, полетов вслепую, групповых полетов и полетов с максимальной нагрузкой. К 1943 г. повысилось качество летной подготовки во всех школах. Во многих из них аварийность по сравнению с 1942 г. снизилась более чем в 1,5 раза, а количество катастроф более чем в 2 раза.

В годы Великой Отечественной войны советские военно-авиационные учебные заведения готовили летные кадры и для ряда армий дружественных нам стран. Так, к 1 декабря 1944 г. в них обучалось 1149 иностранных военнослужащих (443 поляка, 587 югославов, 90 чехов, 29 монголов).

В завершающий период Великой Отечественной войны система подготовки летных кадров продолжала совершенствоваться. В частности, был изменен подход к комплектованию летных вузов слушателями и курсантами. Если в начале войны вузы комплектовались на 70 % гражданской молодежью и только на 30 % – военнослужащими, то к январю 1944 г. соотношение изменилось – 31 % и 69 % соответственно. Это позволило улучшить качество подготовки офицерского состава. Серьезная летная подготовка началась и в летных школах. К концу войны их существовало уже 130. Длительность обучения в них составляла от 9 до 12 месяцев. Выпускники летных школ поступали в летные училища, из которых 60 готовили летчиков-истребителей, 30 – бомбардировщиков, еще 30 – летчиков штурмовой авиации, 8 – экипажи для дальнебомбардировочной авиации. Обучение в авиационных училищах продолжалось от 12 до 14 месяцев. Число курсантов в каждом училище было различным – от 200 до 2000 чел. В летных училищах летчиков-истребителей количество курсантов в среднем составляло 750 чел. [8]. Организация системы подготовки авиационных школ была гибкой, и часто в одной школе готовили различных специалистов.

В целом за годы Великой Отечественной войны Советское правительство, ГКО, Главное командование ВВС Красной армии предприняли ряд значимых мер, направленных на подготовку летных кадров, связанных с перебазированием авиационных школ и училищ, увеличением количества и емкости летных вузов, комплектованием авиационных учебных заведений курсантами и слушателями, профессорско-преподавательским и инструкторским составом; совершенствованием учебно-воспитательного процесса; развитием учебно-материальной базы; обеспечением летных школ и училищ новой авиационной техникой; активизацией воспитательной работы авиационных вузов ВВС.

Принятая система мер по различным направлениям деятельности летных вузов позволила обеспечить в условиях постоянного воздействия различных факторов не только более чем двукратное превышение количества выпускников авиационных летных вузов над потерями летного состава, но и формирование новых авиационных подразделений, частей и создание резерва Ставки Верховного главного командования, обеспечить летными кадрами части и соединения ВВС с учетом нужд фронта.

В современных условиях реформирования Военно-воздушных сил важным является использование опыта функционирования системы подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (рис.1). В настоящее время актуальными являются некоторые практические рекомендации по подготовке летных кадров для Военно-воздушных сил.



**Рисунок 1. – Количество подготовленных летчиков и безвозвратных боевых потерь в годы Великой Отечественной войны**

Система подготовки летных кадров должна быть отечественной, эффективной, встроенной не только в систему высшей военной школы, но и в систему Федерального высшего профессионального образования. Функционирование системы подготовки летных кадров должно соответствовать требованиям национальной безопасности, законам войны и боевой подготовки. Система подготовки летных кадров, особенно в условиях войны, должна быть адекватной реальной и прогнозируемой военно-политической обстановке.

Укомплектование авиационных летных вузов следует осуществлять в основном через аэроклубы ДОСААФ и общеобразовательные школы-интернаты с первоначальной летной подготовкой с тщательным психофизиологическим отбором, на конкурсной основе, с дифференциацией курсантов по родам авиации при наличии у абитуриентов морально-психологической мотивации, стремления стать военным летчиком, авиационным командиром.

В интересах обеспечения высокого уровня подготовки летных кадров целесообразно иметь трехступенчатую систему подготовки (ДОСААФ, авиационные летные училища, государственные центры подготовки авиационного персонала и войсковых испытаний). Целесообразно, чтобы количество летного состава, готовившегося в ДОСААФ, на порядок превышало потребное количество для укомплектования летных вузов, что обеспечит качество набора курсантов, мотивацию к летному делу и необходимый резерв. Уровень подготовки выпускников в летных училищах должен соответствовать 3-му классу. Далее в государственных центрах подготовки авиационного персонала и войсковых испытаний выпускников летных вузов готовить до уровня 2-го класса с последующей передачей в строевые части ВВС.

Преподавательский состав должен иметь высшее военное образование, опыт работы в войсках на должности не ниже заместителя командира авиабазы, ему равной и выше, быть годным по состоянию здоровья, иметь ученую степень, звание и склонность к педагогической работе. К работе в качестве летчика-инструктора допускать лучших

летчиков из выпускников летных вузов после конкурсного отбора с последующей подготовкой на специальных курсах. Для обеспечения обратной связи командирам авиационных баз целесообразно представлять в авиационные летные вузы отзывы на выпускников.

Теоретическая подготовка должна быть информатизирована, соответствовать целям, задачам и содержанию летной подготовки, носить практическую направленность с опорой на передовые достижения науки и техники, боевой опыт, передовой опыт боевой подготовки авиационных частей и зарубежный опыт подготовки летных кадров. Летную подготовку следует осуществлять на современных отечественных учебных, учебно-боевых и боевых самолетах и вертолетах, при максимальных нормах налета и количества полетов, не допуская превышения установленных перерывов в полетах и нарушений методики летного обучения.

Целесообразно регулярно корректировать учебные планы и программы с учетом требований боевой подготовки, зарубежного опыта, современного уровня развития науки, не меняя их за цикл обучения курсанта.

В интересах обеспечения качественной теоретической и летной подготовки необходимо обеспечить и постоянно совершенствовать в авиационных летных вузах учебно-материальную базу, включающую современные отечественные учебные, учебно-боевые и боевые самолеты и вертолеты, аэродромы, полигоны, специальные площадки, тренажные комплексы и другие элементы, позволяющие с высокой эффективностью, без сбоев осуществлять подготовку летных кадров.

Опыт, приобретенный в годы Великой Отечественной войны, подтверждает необходимость дислокации авиационных летных вузов трехбазового состава рассредоточенно и на значительном удалении от Государственной границы под надежным прикрытием войск противовоздушной обороны.

В настоящее время уникальный опыт подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны может быть полезным в обеспечении эффективности работы системы подготовки летных кадров, ее оптимизации и в ходе практической деятельности авиационных летных вузов.

Это будет способствовать повышению боевой готовности авиационных баз в современных условиях и в перспективе.

#### Список литературы

1. Отчет о работе летных и технических вузов ВВС за годы Великой Отечественной войны. – М.: ВУЗ ВВС, 1948. – Л. 9.
2. ЦАМО РФ. – Ф. 35. – Оп. 11284. – Д. 1629. – Л. 16–17.
3. ЦАМО РФ. – Ф. 35. – Оп. 107670. – Д. 1. – Л. 173.
4. Советские ВВС в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.: Сб. док. № 2 (22 июня 1941 г. – 18 ноября 1942 г.). – М.: Воениздат, 1958. – С. 120.
5. Коммунистическая партия – создатель и руководитель Советских Вооруженных Сил. – М.: ВВКА, 1966. – С. 158.
6. ЦАМО РФ. – Ф. 35. – Оп. 11282. – Д. 262. – Л. 104.
7. ЦАМО РФ. – Ф. 35. – Оп. 11284. – Д. 1370. – Л. 37.
8. ЦАМО РФ. – Ф. 35. – Оп. 45124. – Д. 43. – Л. 88.

---

\*Сведения об авторе:

Зенков Виктор Егорович,  
Российский государственный социальный университет.  
Статья поступила 03.03.2015 г.

## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДИСЦИПЛИНЫ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРОВ ЗАПАСА В КЛАССИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

УДК 355

А. В. Коклевский\*

*В статье представлены результаты исследования по применению в процессе подготовки будущих военных специалистов авторского электронного учебно-методического комплекса дисциплины, разработанного на основе компетентностного подхода.*

*The article presents the results of research application in the process of training of future military specialists the author's electronic educational and methodological complex of discipline developed on the basis of competence approach.*

В настоящее время важным результатом подготовки специалистов как гражданской, так и военной сферы деятельности в учреждении высшего образования является сформированная *социально-профессиональная компетентность*. Последняя обеспечивает эффективное разрешение профессиональных, социальных, личностных проблем в нестабильных условиях (изменения, кризис, множественность выбора).

Социально-профессиональная компетентность проявляется в способности выпускника выполнять не только типовые задания, но и решать задачи высокой степени сложности и неопределенности, управлять гибкими, краткосрочными, межотраслевыми проектами [1, с. 95]. В качестве составляющих социально-профессиональной компетентности отечественными и зарубежными исследователями рассматриваются: психолого-педагогическая (О. Л. Жук), естественно-научная (Н. А. Белоусова), коммуникативная (Н. Л. Гончарова), технологическая (Н. В. Скачкова) и другие виды компетентностей.

Как показало проведенное нами исследование [2], для формирования *технологической компетентности* будущих специалистов (как одной из составляющих социально-профессиональной компетентности) необходимо учебно-методическое обеспечение, разработанное на основе системного, деятельностного, личностно-ориентированного, междисциплинарного и компетентностного подходов.

В качестве перспективного компонента учебно-методического обеспечения образовательного процесса в учреждениях высшего образования (в том числе и военных) выступает электронный учебно-методический комплекс дисциплины (ЭУМКД).

*Цель* статьи – рассмотреть назначение, структуру и возможности авторского ЭУМКД по обеспечению формирования технологической компетентности будущих специалистов в процессе их военной подготовки в гражданском вузе.

В работах отечественных и российских авторов (О. Л. Жук, А. В. Макарова, П. И. Образцова) [1, 4, 7] подчеркивается, что ЭУМКД выступает важным педагогическим средством, способствующим формированию компетентности будущих специалистов.

Освоение студентами с использованием ЭУМКД дисциплин военной подготовки способствует целостному и системному их восприятию, вовлечению обучающихся во все этапы учебного процесса (*цель – деятельность – результат – рефлексия*), выстраиванию собственных образовательных траекторий, возможности осуществления самоконтроля и самооценки. В связи с этим ЭУМКД нового поколения по военной дисциплине выступает важным учебно-методическим средством обеспечения, активизации и управления самостоятельной работой студентов и формирования у них технологической компетентности.

При разработке ЭУМКД использовались результаты исследования [3], в котором доказано, что студенты военных факультетов готовы к обучению военным дисциплинам с использованием учебно-методического обеспечения. Условием их готовности выступают хорошие навыки работы с компьютером на уровне пользователя (98 % респондентов),

умение быстрого поиска информации благодаря дружественному пользовательскому интерфейсу электронных средств обучения (83 % респондентов).

В настоящей статье ЭУМКД нового поколения определяется как система дидактических и методических средств (учебное пособие, организационно-методические указания преподавателю, видеоматериалы, обучающая и тестирующая программы, электронные тренажеры и др.), направленных на формирование технологической компетентности студентов.

Рассмотрим структуру и содержание ЭУМКД дисциплины «Техническая подготовка» для студентов военного факультета БГУ артиллерийских военно-учетных специальностей, обучающихся по программам подготовки офицеров запаса (рисунок 1), при разработке которого мы опирались на требования документов [5, 6].



Рисунок 1. – Титульный экран ЭУМКД

Блочная структура ЭУМКД включает содержательно-обязательный, содержательно-продвинутый, проблемно-задачный блоки и блок контроля.

*Содержательно-обязательный* блок (рисунок 2) содержит минимум информации, необходимой для формирования у студентов технологических знаний под руководством преподавателя на занятиях и во время самостоятельной подготовки.



Рисунок 2. – Фрагмент содержательно-обязательного блока ЭУМКД

*Содержательно-продвинутый* блок (рисунок 3) дополняет и конкретизирует отдельные положения, представленные в содержательно-обязательном блоке, раскрывает наиболее трудные для усвоения и понимания сведения. Он предназначен для самостоятельного (вне учебной лаборатории) освоения студентами учебного материала. Самостоятельная работа студентов с материалами расширенного блока способствует расширению их технологического кругозора, увеличению объема технологических знаний, осмыслению и углублению изученного на занятиях материала.



**Рисунок 3. – Фрагмент содержательно-продвинутого блока ЭУМКД**

*Проблемно-задачный* блок (рисунок 4) включает задания для анализа конкретных ситуаций, выполняемые в ходе занятий, и обобщенные учебно-технологические задачи, решаемые студентами как на занятиях, так и во время самостоятельной подготовки. Освоение студентами материалов проблемного блока способствует формированию у них системных технологических умений в выявлении, анализе и оценивании технологий, стимулировании обучающихся на основе критического осмысления существующих подходов к конструированию новых технологий.



**Рисунок 4. – Фрагмент проблемно-задачного блока ЭУМКД**

Блок *контроля* (рисунок 5) содержит вопросы и задания для самопроверки, задания в тестовой форме по каждой теме дисциплины, позволяющие как преподавателю, так и

студентам оценить уровень знаний и умений. Также блок контроля позволяет студентам самостоятельно (вне учебной лаборатории) с использованием тестирующих и обучающих программ и электронных тренажеров освоить технологический процесс выполнения операций с приборами (при работе тренажера в режиме «обучение»), выявлять и фиксировать ошибки, время выполнения той или иной операции, оценивать свои действия (при работе тренажера в режимах «контроль», «тренировка»).



Рисунок 5. – Фрагмент блока контроля ЭУМКД

Это способствует формированию у студентов рефлексивных умений учебно-профессиональной деятельности, включая технологические процессы. Видеоматериалы (рисунок 6), входящие в состав ЭУМКД, позволяют обучающимся проследить весь технологический цикл работы технического устройства, что способствует формированию у студентов целостного представления о возможностях, достоинствах и недостатках техники, вооружения и приборов, степени эффективности применяемых технологий.



Рисунок 6. – Фрагмент учебного фильма ЭУМКД

В состав ЭУМКД включены разработанные нами технологические карты выполнения основных работ по эксплуатации техники, вооружения и приборов (рисунок 7).

Номер операции	Наименование операции	Действия обучающегося	Ожидаемый результат
1	Провести контрольный осмотр	Наружным осмотром проверить исправность и крепление узлов и деталей, комплектность, вращение окуляров и шарнира	Вращение должно быть плавным и обеспечивать возможность установки узлов и деталей в любое положение в пределах шкал, допускается сбивание установки базы глаз при легком встряхивании рукой
		Проверить состояние оптических элементов	Не допускается наличие посторонних предметов, пятен, осыпка на сетке, сколы на оптических деталях, препятствующих ведению наблюдения и снятия отсчетов)
		Навести резкость изображения предмета в правом окуляре, снять отсчет на диоптрийной шкале, установить резкость сетки, разность отсчетов (величина параллакса) допускается до 1 диоптрии	Не допускается заметный на глаз наклон изображения предмета или сетки (в пределах значений базы глаз 64–66 мм). Двоение изображения, заметное на глаз, не допускается. Неисправный бинокль сдается в ремонт
2	Порядок работы	Для наблюдения в бинокль придать ему устойчивое положение, упирая локти в край окопа или в грудь (при наблюдении сидя – в колени). Такое положение удобно для наблюдения и меньше утомляет глаза. При ведении длительного и непрерывного наблюдения за полем боя необходимо делать перерывы, чтобы глаза отдохнули. Однако наблюдение не прекращается и ведется невооруженным глазом. Чтобы улучшить наблюдение с помощью бинокля, при ярком солнечном свете или во время тумана, а также зимой при снежном покрове на окуляры рекомендуется надевать темно-зеленые светофильтры	
		а) измерение горизонтальных углов	Если объекты не входят в поле зрения бинокля. Задача: измерить горизонтальный угол между ориентиром <i>Мельница</i> и ориентиром <i>Ель</i> : - выбрать между объектами промежуточный ориентир, входящий в поле зрения прибора; - совместить лобой из вертикальных штрихов с левым объектом ориентир <i>Мельница</i> (см. рисунок); - по шкале снять отсчет горизонтального угла до промежуточно <i>Столб</i> (0-85); - по шкале снять отсчет горизонтального угла между промежуточным ориентиром: <i>Столб</i> и ориентиром <i>Ель</i> (0-45); - определить горизонтальный угол между ориентирами <i>Мельница</i> и <i>Ель</i> : $0-85 + 0-45 = 1-30$ .

Рисунок 7. – Фрагмент технологической карты ЭУМКД

В технологической карте указано наименование операции, приведен алгоритм действий обучающегося с техническим устройством и ожидаемые при соблюдении технологии результаты. Как показали результаты исследования, студенты, руководствуясь технологической картой, способны самостоятельно подготовить технику, вооружение и

приборы к боевому применению. Самостоятельная эксплуатация студентами технических устройств с помощью технологических карт активизирует учебный процесс, вырабатывает уверенность в достижении поставленной цели при условии соблюдения рекомендованной технологии.

Самостоятельная работа студентов с электронными тренажерами позволяет изучать не только назначение и устройство техники, вооружения и приборов, но и моделировать сложные и нестандартные ситуации учебно-профессиональной деятельности. Это способствует формированию у студентов технологических компетенций, обеспечивающих решение организаторских и управленческих задач, организацию и проведение занятий по военным дисциплинам, и компетенций, способствующих осуществлению профессиональной деятельности на технологической основе. Как показало исследование, при работе на электронных тренажерах у студентов формируются универсальные технологические умения, которые в дальнейшем актуализируются и развиваются при изучении таких дисциплин, как «Боевая работа», «Управление огнем артиллерии», «Тактическая подготовка», «Общевойсковые уставы».

Также в состав ЭУМКД включены вспомогательные материалы: инструкция по работе с ЭУМКД, учебная программа дисциплины, перечень сокращений и аббревиатур, вопросы к зачету и экзамену, словарь терминов и версия учебного пособия для печати.

Анализ содержания пособия «Учебно-методический комплекс по дисциплине» [8], разработанного авторским коллективом сотрудников учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь», показывает, что оно не в полной мере соответствует требованиям, изложенным в источниках [5, 6].

Это, во-первых, несоответствие разделов (элементов): программного, теоретического, практического, методико-технологического [8] и теоретического, практического, контроля знаний и вспомогательного [5]. Во-вторых, Положение об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования [5] предполагает, в отличие от пособия [8], более демократичный подход к созданию и использованию ЭУМКД, что будет способствовать наилучшему развитию личности обучающихся.

Разработанный с участием автора ЭУМКД, в отличие от традиционных учебно-методических комплексов, имеет следующие особенности:

1) широкое использование возможностей мультимедийных и игровых технологий, применение дружественного интерфейса, что интенсифицирует учебный процесс, повышает мотивацию студентов;

2) вовлечение обучающихся во все этапы учебного процесса (определение и принятие целей, изучение учебного материала, рефлексия, оценка и самооценка) обеспечивается разветвленной структурой ЭУМКД;

3) структурирование ЭУМКД на основе блочного подхода индивидуализирует процесс обучения, позволяет обучающемуся смоделировать свою личную образовательную траекторию;

4) учет эргономических и психолого-педагогических требований при создании ЭУМКД, наличие удобной навигационной системы делают учебный процесс экономичным, комфортным, ориентированным на личность студента;

5) содержание ЭУМКД обеспечивает междисциплинарные связи между дисциплинами военной подготовки;

6) включение в комплекс блока контроля позволяет организовать эффективную обратную связь, оперативно в интерактивном формате осуществлять контроль и самоконтроль усвоения знаний и сформированности умений обучающихся.

Считаем необходимым отметить, что использование в процессе военной подготовки ЭУМКД не предполагает отказа от традиционных форм и методик организации учебно-познавательной деятельности студентов. Как показывает опыт подготовки войск и курсантов военных учебных заведений, практическая работа с аутентичными образцами боевой (учебно-боевой) техники, вооружения и приборов обладает незаменимым потенциалом в

формировании технологических умений обучающихся. Невозможно приобрести умения эксплуатации прибора (образца техники и вооружения), используя для этого только макет (модель, тренажер) и компьютер с соответствующим программным обеспечением. Здесь важное значение имеет непосредственное общение преподавателя и обучающегося. Педагогическое общение способствует диагностике недостатков, выявление которых затруднено с помощью ЭУМКД, и психолого-педагогической поддержке студентов. В свою очередь ЭУМКД с помощью таких педагогических инструментов, как интерактив (реализация принципа обратной связи), мультимедиа (представление объектов и процессов с помощью всех существующих форм: фото, видео, анимация, звук), моделинг (моделирование естественной среды и действий пользователя в ней) и производительность (автоматизация рутинных операций по поиску информации), минимизирует недостатки традиционных форм, методик и средств обучения студентов.

Таким образом, при условии взаимодополнения и взаимообогащения традиционных методов и средств обучения и новых образовательных технологий в процессе военной подготовки студентов обеспечивается их максимальная преемственность. Это способствует эффективному формированию технологической компетентности будущих специалистов.

Представленные в статье результаты разработки и применения авторского ЭУМК целесообразно использовать при разработке учебно-методических комплексов для подготовки специалистов (магистров) в учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь» и на военных факультетах (кафедрах) учреждений высшего образования, а также в учреждениях образования, осуществляющих подготовку специалистов для других силовых структур.

При этом, во-первых, необходимо переработать контент преподаваемых дисциплин на основе разноуровневого и междисциплинарного подходов, что обеспечит реализацию принципов личностно-ориентированного обучения, построение собственных образовательных траекторий обучающихся, а также единство и системность их военно-профессиональной подготовки.

Во-вторых, наряду с заданиями в тестовой форме полезно включить в состав блока контроля ЭУМКД обобщенные учебные задачи и ситуации (в том числе в видео- и аудиоформате), сценарии деловых игр. Это будет способствовать более эффективному формированию и развитию компонентов социально-профессиональной компетентности курсантов (слушателей), а также продуктивной диагностике сформированности компетенций.

И, наконец, в-третьих, для общепрофессиональных и специальных дисциплин, предполагающих овладение обучающимися практическими действиями (операциями) на боевой технике и вооружении, будет рациональным включение в состав ЭУМКД технологических карт выполнения операций (действий, задач). Это обеспечит более эффективный процесс формирования профессиональных умений и оптимального достижения запланированных результатов обучения.

#### Список литературы

1. Жук, О. Л. Педагогическая подготовка студентов: компетентностный подход / О. Л. Жук. – Минск: РИВШ, 2009. – 336 с.
2. Коклевский, А. В. Методическая система формирования технологической компетентности будущих специалистов в процессе военной подготовки в классическом университете: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / А. В. Коклевский; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2013. – 234 л.
3. Коклевский, А. В. Педагогические условия реализации информационных технологий в обучении студентов / А. В. Коклевский // Кіраванне ў адукацыі. – 2008. – № 9. – С. 11–17.

4. Образцов, П. И. Формирование компетентности у военных специалистов в вузе средствами профессионально-ориентированной технологии обучения: моногр. / П. И. Образцов, А. И. Козачок; Акад. ФСО России. – Орел, 2005. – 164 с. – Деп. в ВИНТИ 15.06.05, № 846-B2005.

5. Положение об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования: утв. постановлением М-ва образования Респ. Беларусь от 26.07.2011: текст по состоянию на 1 июня 2012 г. // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 133. – 8/24424.

6. Положение об электронном учебно-методическом комплексе по дисциплине для высших учебных заведений Республики Беларусь Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск: РИВШ, 2008. – Режим доступа: <http://www.nihe.by/info/10/umk2.doc>. – Дата доступа: 06.08.2010.

7. Учебно-методический комплекс: модульная технология разработки: учеб.-метод. пособие / А. В. Макаров [и др.]; под общ. ред. А. В. Макарова, З. П. Трофимовой. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск: РИВШ, 2008. – 152 с.

8. Учебно-методический комплекс по дисциплине: пособие / Ю. С. Шварц [и др.]; под общ. ред. Ю. С. Шварца. – Минск: ВА РБ, 2008. – 38 с.

---

\*Сведения об авторе:

Коклевский Александр Владимирович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 20.01.2015 г.

## НАРАЩИВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ ЗНАНИЙ В ИНТЕРЕСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ИТОГИ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

УДК 3;009 + 323(476):327 + 355.23

В. Г. Ольшевский, И. И. Екадумова,  
А. А. Киселев, В. Н. Сивицкий\*

*В предлагаемом научно-аналитическом и информационном обзоре очерчены концептуальные основы нового этапа работы кафедры социальных наук Военной академии Республики Беларусь по объединению усилий специалистов в областях социально-гуманитарных, военных, технических наук как военных, так и гражданских вузов, научных учреждений Беларуси, России и сопредельных государств в целях активизации и углубления исследований различных аспектов национальной, региональной и глобальной безопасности в интересах повышения эффективности подготовки кадров государственного и военного управления и обеспечения национальной безопасности. Публикуемый материал можно рассматривать как приглашение всем заинтересованным лицам к дальнейшему плодотворному сотрудничеству.*

*In the offered scientific-analytical and information review conceptual bases of a new stage of work of department of social sciences of Military academy of the Republic Belarus on association of efforts of experts are outlined in the field of social-humanitarian, military, engineering science both military, and civil high schools, scientific institutes of Belarus, Russia and the adjacent states with a view of making more active and a deepening of researches of various aspects of national, regional and global safety in interests of increase of efficiency of a professional training of the state and military management and maintenance of national safety. The published material can be examined as the invitation to all interested persons to the further fruitful cooperation.*

9–10 апреля 2015 г. в учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь» (ВА РБ) прошла III Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы социально-гуманитарного знания в контексте обеспечения национальной безопасности». Организаторами конференции выступили кафедра социальных наук Военной академии Республики Беларусь, Академия проблем военной экономики и финансов (г. Москва), Центр евразийских исследований филиала Российского государственного социального университета (г. Минск), кафедры философии и логики Минского государственного лингвистического университета, мировой экономики Белорусского государственного экономического университета (г. Минск).

Открывая конференцию, начальник академии генерал-майор С. В. Бобриков отметил: «За три года, прошедшие после первой конференции, стало очевидным, что кафедре социальных наук удалось найти тему, позволяющую синтезировать социально-гуманитарные, естественно-научные, технические и собственно военные аспекты обеспечения национальной безопасности, открывающую широкие возможности для преодоления исторически сложившегося разрыва между гражданскими и военными науками, и создать площадку для заинтересованного и плодотворного обсуждения широкого круга проблем обеспечения национальной, региональной и глобальной безопасности».

Действительно, тема ставшей уже традиционной конференции вызвала большой интерес научной общественности и специалистов. В Организационный комитет состоявшейся конференции, возглавляемый начальником кафедры социальных наук ВА РБ, кандидатом философских наук, доцентом, профессором Академии военных наук РФ полковником В. А. Ксенофонтовым, поступило более 250 заявок преподавателей социально-гуманитарных и естественных наук высших учебных заведений, специалистов научно-исследовательских учреждений, начинающих ученых, военнослужащих из Беларуси, Российской Федерации, Казахстана, Туркменистана, Украины (в предыдущие годы – до 140).

Существенно увеличилось не только количество участников, но и расширилась география представленных на конференции вузов и научных институтов. Кроме преподавателей и специалистов белорусских столичных и региональных образовательных и научно-исследовательских учреждений, в конференции приняли участие ученые Москвы, Санкт-Петербурга, Владимира, Вольска, Воронежа, Костромы, Курска, Новосибирска, Одессы, Читы, Ярославля и других городов. В числе участников – член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Российской Федерации, 27 докторов наук, профессоров, 82 кандидата наук, доцента, 5 магистров наук, профессора и действительные члены Академии военных наук Российской Федерации, представители Главного управления идеологической работы Министерства обороны Республики Беларусь, депутат Палаты представителей Национального собрания страны. Впервые в конференции такого уровня и по такой тематике наряду с состоявшимися учеными, научно-педагогическими работниками, молодыми аспирантами, адъюнктами, магистрантами приняли участие студенты гражданских вузов и курсанты военных учебных заведений Беларуси и России.

Организаторы конференции, командование академии с особой благодарностью и признательностью отмечают участие в конференции патриарха военно-экономической науки постсоветского пространства президента Академии проблем военной экономики и финансов, доктора экономических наук, профессора, действительного члена Академии военных наук Российской Федерации, члена Российской академии естественных наук, почетного члена Российской академии ракетных и артиллерийских наук, заслуженного деятеля науки Российской Федерации С. Ф. Викулова (г. Москва), который не только выступил с фундаментальными докладами на пленарном и секционном заседаниях, но и провел мастер-класс с курсантами военного факультета Белорусского национального технического университета – будущими офицерами-финансистами Вооруженных Сил Республики Беларусь.

Существенно расширилась тематика и теоретическая база докладов, которая может быть обозначена следующими основными концептуальными положениями.

Национальная безопасность – сложная, многоаспектная, постоянно изменяющаяся, динамичная система. Ее адекватное осмысление, комплексный и поэлементный анализ предполагают последовательный учет системных характеристик, важнейшими из которых являются целостность, сложность, мультипараметричность, эмерджентность [1, с. 45–46].

Официальные документы характеризуют национальную безопасность как состояние защищенности национальных интересов – жизненно важных интересов личности, общества, государства от внутренних и внешних угроз [2–4]. Очевидно, что она не может быть обеспечена только компетентным государственным управлением, необходимы повседневные, направленные на самосохранение и саморазвитие, консолидацию общества и государства усилия всех субъектов общественных действий.

Безопасность – не просто состояние, не только возможность и способность кого-либо или чего-либо охранять, оборонять себя, а прежде всего постоянно поддерживаемое свойство объекта, системы выживать, развиваться и совершенствоваться. Можно согласиться с утверждениями некоторых авторов о том, что «с теоретической, познавательной точек зрения все современные определения и характеристики безопасности принципиально не противоречат друг другу, а дополняют и развивают, конкретизируют и углубляют представления о безопасности как социальном явлении, о ее сущности» [5, с. 39]. Вместе с тем существенной, необходимой, приоритетной характеристикой безопасности является деятельность. «Национальная безопасность – это результат деятельности ее субъектов, направленной на выявление, предупреждение, ослабление, нейтрализацию и отражение опасностей и угроз для личности, общества и государства, сохранение и приумножение материальных и духовных ценностей, обеспечивающей возможности для их дальнейшего развития» [6, с. 22]. Это – всегда промежуточный результат, предполагающий и требующий дальнейших действий в постоянно изменяющихся условиях.

Известно, что свойства системы зависят от свойств ее составляющих, но не определяются ими полностью. Отсюда следует, что теоретически расчлняя систему на отдельные подсистемы, изучая каждую из них в отдельности, нельзя познать все свойства системы в целом. Но при изучении подсистем, особенно такой сложной и специфической системы, как национальная безопасность, следует иметь в виду эмерджентно-синергетический эффект их взаимосвязи и взаимодействия. В первую очередь это относится к военной безопасности.

На протяжении большей части XX в., когда конституировалось понятие национальной безопасности, она изначально воспринималась в основном как безопасность военно-политическая, обеспечивающая политический суверенитет, гарантирующая защиту от потенциальных и реальных внешних угроз. Длительное время обеспечение национальной безопасности имело только внешнюю направленность, его главными составляющими были: внешнеполитическая стратегия, дипломатическая практика и имеющая приоритетное значение военная сила, наращивание военной мощи. В условиях, когда национальные интересы формировались исходя исключительно с позиции защиты государственной территории, населения и природных ресурсов, она выступала как главный атрибут государственной власти.

На рубеже XX–XXI в. в условиях качественно нового этапа глобализации – нарастающего и ускоряющегося процесса экономической и технологической интеграции; обостряющейся конкуренции не только производственных, но и социальных, культурных, ценностных, политических систем; усиления финансовой, социально-экономической, политической нестабильности; появления все новых и новых угроз; серьезных модификаций системы международных отношений и становления общества, основанного на знаниях, содержание национальной безопасности во всех странах мира претерпело значительные изменения. Во времена холодной войны безопасность супердержав отождествлялась с безопасностью всей системы международных отношений и человечества в целом. После ее окончания научные сообщества многих стран, в том числе и постсоветского пространства, провели тысячи научных конференций, анализирующих негативную динамику безопасности, подчеркивающих объективную необходимость повышения внимания к ее обеспечению не только для государств, но и сообществ, отдельных индивидов. Категория «национальная безопасность» стала пониматься максимально широко, она превратилась в общепризнанное интегративное понятие, включающее широкий комплекс проблем внутреннего и внешнего порядка от качества окружающей среды в глобальных масштабах и гармонизации экологии и экономического роста до удовлетворения насущнейших физиологических потребностей, социальных и политических прав человека. Тем самым была обозначена центральная политическая проблема современности, обеспечение национальной безопасности приобрело ведущее значение в комплексе стоящих перед каждым государством задач.

В целом преимущественные акценты в анализе и обеспечении национальной безопасности переместились с военных на личностные аспекты и составляющие невоенно-технического характера [7–10]. Широкое распространение получило понимание важности гуманитарной основы общественного благополучия. В научный оборот вошли понятия социальной, гуманитарной, духовной, идеологической, интеллектуальной безопасности. В качестве значимых факторов национальной безопасности стали рассматриваться уровень и качество жизни населения, культура, культурная политика, идеология, духовная сфера в целом. Повысилось внимание к проблемам инновационного развития – к информационной сфере, науке и образованию как факторам повышения технологической конкурентоспособности и развития человека. Усилились взаимосвязи военной безопасности и состояния общества в целом. Происходит сближение военной и гражданской сфер общественной жизни.

Военная сфера – перманентная и интегрированная подсистема социума в целом, системы социальных отношений в широком смысле [11]. Четко определить ее границы невозможно в силу специфики военного производства и потребления.

Военно-техническая и кадровая оснащенность вооруженных сил закладывается на дальних подступах к собственно военному производству и потреблению: в базовых отраслях (добывающая промышленность, металлургия, машиностроение), инфраструктуре материального и нематериального производства. Условием производства и эффективного применения конечной военной продукции является формирование и развитие человеческого потенциала обороны, удовлетворение потребностей работников оборонного производства, военнослужащих и гражданского персонала вооруженных сил. Эти потребности обеспечиваются отраслями, производящими потребительские товары, – сельским хозяйством, пищевой и легкой промышленностью. Армия и другие силовые структуры потребляют также множество других видов продукции общего назначения – ткани, лекарства, нефтепродукты, автобусы, холодильники, телевизоры, мебель, цемент, уголь и др.

Важнейшее значение для обеспечения обороноспособности государства имеет качество человеческого потенциала обороны. В узком смысле он представляет собой совокупность физических, интеллектуальных и духовных сил и качеств людей, вовлеченных в военную сферу, принципиально влияющих на результаты ее функционирования. Личное потребление всех субъектов военной сферы, осуществляемое за ее пределами в домашних хозяйствах, по сути, также является частью военного потребления, воспроизводящего военный потенциал. Поскольку войны выигрываются не армиями, а народами, человеческий потенциал обороны в широком смысле – это совокупность сил и качеств всего населения, влияющих на обороноспособность страны. Таким образом, обеспечение военной безопасности как составного компонента национальной безопасности в современных условиях требует сбалансированного и согласованного развития не только всех отраслей экономики, но и всех сфер общества в целом, наращивания военно-экономического потенциала, включающего не только материальные, но и духовные компоненты.

В последние годы в связи с развивающейся в мире революцией в военном деле, событиями в Украине и изменениями всей системы международных отношений роль и значение военной сферы и военной безопасности в системе национальной безопасности значимых в военно-политическом отношении государств существенно возросли. С начала 2000-х гг. США реализуют принципиально новый комплексный подход к применению военной силы, по сути, означающий развернутый переход к подготовке качественно новых войн XXI в., что делает необходимым комплексный, междисциплинарный анализ проблем национальной и международной безопасности и на этой основе требует серьезных корректировок военной политики государств постсоветского пространства.

Обозначенные проблемы обсуждались на пленарном и секционных заседаниях конференции, междисциплинарном круглом столе.

На пленарном заседании после краткого вступительного слова генерал-майора С. В. Бобрикова, обозначившего основные задачи предстоящих дискуссий, и приветствия депутата белорусского парламента кандидата технических наук, доцента, профессора Академии военных наук Российской Федерации (РФ) З. А. Валевача, зачитавшего приветствие участникам конференции председателя постоянной комиссии Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь по национальной безопасности генерал-майора В. В. Гайдукевича, были заслушаны доклады профессора кафедры философии и права Белорусского государственного технологического университета (БГТУ), доктора философских наук, профессора, члена-корреспондента НАН Беларуси П. А. Водопьянова «Достижение безопасности будущего на пути преодоления вызовов и рисков в жизни общества», президента Академии проблем военной экономики и финансов, доктора экономических наук, профессора С. Ф. Викулова (г. Москва) «Проблемы оценки военно-экономической эффективности строительства вооруженных сил», заведующего кафедрой философии и истории Украины Одесской национальной академии связи им. А. С. Попова, доктора философских наук, профессора О. П. Пунченко «Маркеры духовно-политического кризиса Украины», профессора кафедры социальных наук ВА РБ, доктора военных наук, доцента, действительного члена Академии военных наук РФ Н. В. Карпилени

«Республика Беларусь в динамичном мире: проблемы гуманитарной идентичности», профессора кафедры социальных наук ВА РБ, кандидата экономических наук, доцента, профессора Российской академии естествознания В. Г. Ольшевского «Экономика как наука и сфера обеспечения национальной безопасности».

Активное обсуждение поставленных на пленарном заседании и многих других проблем социально-гуманитарного знания в контексте обеспечения национальной безопасности продолжилось в специализированных секциях.

В секцию № 1 «Теоретико-методологические и социально-гуманитарные аспекты проблем обеспечения национальной безопасности» поступили материалы 63 потенциальных участников. В программу секции было включено 50 докладов, в том числе 7 докторов, 29 кандидатов наук, 2 магистров, 9 магистрантов, курсантов военных и студентов гражданских высших учебных заведений. В числе участников секции – 31 представитель вузов и научных учреждений Беларуси, 19 – Российской Федерации.

Научные материалы, представленные на секции, можно объединить в четыре группы. Первая включает доклады, посвященные концептуальному теоретико-методологическому осмыслению общих тенденций развития мира на современном этапе. Так, в докладах кандидата философских наук, доцента, заведующего кафедрой философии и логики Н. П. Баранова (Минский государственный лингвистический университет – МГЛУ) «Тревожный облик современности»; кандидата философских наук, доцента, доцента кафедры философии и методологии науки И. Н. Сидоренко (Белорусский государственный университет – БГУ) «Современный мир как мир *ressentiment*»; выступлениях магистра педагогических наук, ассистента кафедры гуманитарных наук, философии и права Е. Б. Микелевич (Полесский государственный университет, г. Пинск) «Зависть как фактор социальных преобразований в контексте национальной безопасности»; младшего научного сотрудника П. С. Петровского (Институт философии НАН Беларуси) «Диалектика «суверен-капитал» как одно из фундаментальных противоречий в XXI в.» проанализированы глобальные тенденции эскалации в современном мире насилия в их обусловленности обострением конкурентной борьбы, девальвацией моральных ценностей, распространением атмосферы враждебности, зависти и ненависти в отношениях между людьми, народами и государствами. Особое внимание на моральный фактор «меняющейся социальной реальности» во всем мире обратила в своем выступлении «Гуманитарные приоритеты социального развития и проблема глобальной безопасности» кандидат философских наук, доцент, ведущий научный сотрудник О. А. Павловская (Институт философии НАН Беларуси).

Явление всеобщей постмодернистской деполитизации и хаотизации политики в общем контексте мировых трансформаций было проанализировано в докладе кандидата философских наук, доцента, доцента кафедры философских наук и идеологической работы В. Н. Семеновой (Академия управления при Президенте Республики Беларусь – АУ при Президенте РБ) «Партизан» К. Шмитта на защите политического».

Выступившие на секции с тревогой и озабоченностью отметили своеобразную популяризацию на современном этапе мирового развития войны как «действенного» средства разрешения региональных и глобальных проблем, экономических, политических, религиозных конфликтов и кризисов. В различных ракурсах эта тревожная реалья была отмечена кандидатом философских наук, доцентом, заведующим кафедрой социально-гуманитарных дисциплин А. В. Войтеховским (Институт пограничной службы Республики Беларусь – ИПС РБ) в докладе «Концептуально-исторический анализ вооруженных конфликтов»; доктором философских наук, профессором, профессором кафедры истории и философии С. В. Ковалевой (Костромской государственный технологический университет) – «Смысл войны в учении Владимира Соловьева»; старшим офицером С. С. Лепешинским (ИПС РБ) – «К вопросу о характере войн современной эпохи»; старшим преподавателем кафедры философии и логики И. С. Петровским (МГЛУ) – «Войны и мировая цивилизация»; преподавателем В. В. Батурой (ЧУО «Институт парламентаризма и предпринимательства»,

г. Минск) – «От дискриминации и социальной индифферентности к фашизму»; кандидатом педагогических наук, доцентом, доцентом кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин С. В. Постниковым (Вольский военный институт материального обеспечения Министерства обороны РФ – Вольский ВИМО) – «К вопросу о специфике центрально-азиатской философской мысли о войне и мире» и «Об истоках и основных направлениях африканской общественно-политической мысли о войне и мире» (последний доклад – совместно с кандидатом исторических наук, профессором кафедры русского языка того же вуза О. А. Постниковой).

Во второй группе материалов, озвученных непосредственно в ходе секционного заседания, представлен социально-философский анализ гуманитарно-ориентированных сфер обеспечения национальной безопасности государства.

Специфика функционирования информационной сферы общества в контекстах обеспечения национальной безопасности государства проанализирована в докладах младшего научного сотрудника О. И. Давыдик (Институт философии НАН Беларуси) «Стратегия обеспечения информационной безопасности Республики Беларусь: социально-философский анализ»; младших научных сотрудников Т. Е. Новицкой и Ю. П. Середы (Институт философии НАН Беларуси) «Негативные тенденции медиаповедения в онлайн-пространстве»; доктора экономических наук, доцента, профессора кафедры менеджмента и маркетинга Н. В. Родионовой и студентки А. Б. Рахмановой (Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых; далее – Владимирский госуниверситет) «Неэтичное манипулирование сознанием людей и способы защиты от его воздействий»; кандидата философских наук, доцента, профессора (слушателей) кафедры социальных наук В. И. Свеклы (ВА РБ) «Информация – оружие стратегическое».

Анализу социальной сферы обеспечения национальной безопасности государства были посвящены доклады старшего преподавателя кафедры уголовного права и уголовного процесса Н. В. Кабзовой (Могилевский государственный университет им. А. А. Кулешова; далее – Могилевский госуниверситет) «Понятие «социальная безопасность»: подходы к определению»; кандидата педагогических наук, доцента, заведующего кафедрой химии О. И. Сапходоевой, кандидата педагогических наук, доцента кафедры химии М. И. Кучер и курсанта А. Н. Сорокиной (Вольский ВИМО) «Синергетика – теория самоорганизации как основа формирования воинского коллектива».

Духовно-нравственные и религиозные аспекты проблем обеспечения национальной безопасности государства на современном этапе осмыслены в докладах доктора педагогических наук, профессора Ф. В. Кадола (Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины; далее – Гомельский госуниверситет) и старшего научного сотрудника В. Ф. Кадола (Гомельское областное управление МЧС) «Закономерности, методы и средства нравственного воспитания обучающихся»; доктора философских наук, профессора, профессора кафедры социально-гуманитарных дисциплин П. В. Кикеля и курсанта П. А. Бурака (ИПС РБ) «Духовный фактор как основа воспитания будущих офицеров-пограничников»; кандидата психологических наук, доцента, профессора кафедры психолого-педагогических дисциплин Е. И. Сутович (ИПС РБ) «Использование военных мемуаров в практике духовно-нравственного воспитания курсантов»; преподавателя кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин Р. Г. Хабибулина и курсанта В. А. Бондаревой (Вольский ВИМО) «Особенности нравственного воспитания подрастающего поколения в годы Великой Отечественной войны»; кандидата философских наук, доцента, декана факультета иностранных языков, профессора кафедры философии В. В. Старостенко (Могилевский госуниверситет) «Религиозная сфера и обеспечение национальной безопасности Республики Беларусь в гуманитарной области».

Некоторые гуманитарные аспекты функционирования собственно военной сферы обеспечения национальной безопасности государства на современном этапе рассмотрены в докладах магистра философии, начальника цикла философских дисциплин кафедры социальных наук Д. К. Плешакова «Армия как гарант стабильности общества» и старшего

преподавателя (слушателей) кафедры социальных наук И. Н. Чмыхуна (ВА РБ) «Феномен нетрадиционной войны: взгляд на проблему».

В третьей группе докладов, представленных на секции, была рассмотрена роль традиционных национально-культурных ценностей в устойчивом функционировании общества и государства в условиях глобализирующегося мира. Эта тема нашла отражение в докладах кандидата исторических наук, доцента, профессора кафедры общенаучных и гуманитарных дисциплин А. Л. Айзенштадта (Гомельский филиал УО Федерации профсоюзов Беларуси «Международного университета «МИТСО») «Национальная безопасность и национальный менталитет»; доктора философских наук, профессора, заведующего кафедрой философских учений А. И. Лойко (БНТУ) «Духовно-нравственная идентичность народа в условиях сетевых войн»; доктора философских наук, профессора, профессора кафедры социально-гуманитарных дисциплин П. В. Кикеля и курсанта В. В. Стелькина (ИПС РБ) «Духовные ценности белорусского народа и их роль в формировании сознания будущего офицера-пограничника»; кандидата филологических наук, старшего научного сотрудника Н. В. Сивицкой (Центр исследований белорусской культуры, языка и литературы НАН Беларуси) и кандидата филологических наук, доцента, доцента кафедры социальных наук В. Н. Сивицкого (ВА РБ) «Традиционная культура белорусского народа в процессах обеспечения национальной безопасности Республики Беларусь»; кандидата философских наук, доцента, доцента кафедры философии и политологии В. Н. Соколичик (БГМУ) «Национально-культурная самоидентичность в эпоху глобализации»; кандидата философских наук, доцента, доцента кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин Ж. В. Четвертаковой (Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, РФ; далее – ВУНЦ ВВС РФ) «Роль традиций в современных условиях»; кандидата педагогических наук, доцента, доцента кафедры идеологической работы Н. И. Гомеля и старшего преподавателя кафедры идеологической работы С. Ю. Драница (ВА РБ) «Семья как фактор обеспечения национальной безопасности»; старшего преподавателя кафедры идеологической работы М. В. Неверко и командира батальона курсантов факультета военной разведки, подполковника А. В. Неверко (ВА РБ) «Экокультурная деятельность как одно из направлений воспитательной работы в военном вузе»; кандидата философских наук, доцента, доцента кафедры философии и идеологической работы Л. Е. Лойко (Академия МВД РБ) «Роль исторической памяти в обеспечении национальной безопасности».

Материалы и выступления участников секции четвертой группы были посвящены оценкам социокультурной значимости инновационных технологий в сфере образования: доклады старшего преподавателя С. В. Василевича (БГУ) «Военно-патриотическое воспитание кадет в системе обеспечения национальной безопасности»; старшего преподавателя кафедры социальных наук С. И. Грибковой (ВА РБ) «Исследование и анализ эмоционального интеллекта курсантов»; кандидата педагогических наук, доцента, профессора кафедры управления органами пограничной службы Л. А. Волченковой (ИПС РБ) «Самоорганизация в деятельности руководителей»; кандидата философских наук, доцента, заместителя начальника кафедры философии и идеологической работы Ф. В. Пекарского (Академия МВД РБ) «Ресурсный подход в психологическом обеспечении повседневной служебной деятельности».

Большой интерес у участников конференции вызвала актуальная проблема формирования аналитических компетенций обучающихся, критического сознания курсантов и студентов учреждений высшего образования. Этой теме посвятили свои выступления на секции кандидат педагогических наук, преподаватель кафедры социальных наук А. В. Коклевский (ВА РБ) в докладе «Применение технологии коллективной мыследеятельности в процессе преподавания военных дисциплин» и доктор исторических наук, доцент, преподаватель кафедры гуманитарных и общенаучных дисциплин

В. Г. Кокоулин (Новосибирское высшее военное командное училище) в докладе «Развитие аналитических способностей курсантов высших военных учебных заведений».

Проблемы формирования профессиональной мотивации, взаимосвязь профессиональной мотивированности и профессиональной компетентности выпускников учреждений высшего образования были рассмотрены в докладах кандидата экономических наук, доцента, профессора кафедры менеджмента и маркетинга Н. В. Моргуновой (Владимирский госуниверситет) «Преподаватель высшей школы – коуч на пути к профессии»; кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин Я. М. Пиндуса и кандидата юридических наук, доцента М. Н. Баковича (ВУНЦ ВВС РФ) «Мониторинг учебной материально-технической базы как элемент совершенствования материально-технического обеспечения учебного процесса»; кандидата экономических наук, доцента, доцента кафедры управления и экономики высшей школы Л. Н. Сидорова (РИВШ, г. Минск) «Современные организационно-структурные модели управления учреждениями образования: военный аспект»; кандидата педагогических наук, доцента, профессора кафедры психолого-педагогических дисциплин С. А. Улитко (ИПС РБ) «Профессиональная характеристика выпускника современных военных вузов системы национальной безопасности Республики Беларусь».

Проблемы экологического воспитания личности специалиста в контексте нарастания в мире экологических угроз были рассмотрены в докладах кандидата философских наук, доцента, доцента кафедры философии и методологии науки О. Г. Шавровой (БГУ) «Экологическая этика и ценности инвайронментализма»; кандидатов педагогических наук, доцентов М. И. Кучер, О. И. Сапходоевой и курсанта Д. А. Денисюк (Вольский ВИМО) «К вопросу о формировании экологической ответственности военнослужащих при изучении экологии»; кандидата химических наук, профессора, профессора кафедры химии Е. Э. Френкеля, кандидата педагогических наук М. И. Кучер и курсанта Е. Ю. Проскуриной (Вольский ВИМО) «Изучение влияния последствий войн на экологическую безопасность в рамках дисциплины «Экология».

Лучшими на секции признаны доклады кандидата экономических наук, доцента, профессора кафедры менеджмента и маркетинга Н. В. Моргуновой (Владимирский госуниверситет) «Преподаватель высшей школы – коуч на пути к профессии» и кандидата педагогических наук, преподавателя кафедры социальных наук А. В. Коклевского (ВА РБ) «Применение технологии коллективной мыследеятельности в процессе преподавания военных дисциплин». Отмечены также коллективные доклады преподавателей и курсантов Вольского ВИМО, представленные Е. Ю. Проскуриной и А. Н. Сорокиной.

В секцию № 2 «Современное глобальное экономическое мироустройство и экономика национальной безопасности» было заявлено 63 доклада. В программу секции были включены 45 докладов, подготовленных 50 авторами. В числе участников секции – 12 докторов, 19 кандидатов наук, 1 магистр, 10 аспирантов, магистрантов и студентов гражданских вузов; 23 представителя вузов и научных учреждений Беларуси, 26 – Российской Федерации, 1 – Республики Туркменистан.

Все представленные доклады можно условно разделить на три группы. Первую, наиболее многочисленную, образуют доклады, посвященные проблемам мировой, региональной и национальных экономик в контексте обеспечения национальной безопасности. В их числе доклады: доктора экономических наук, профессора, профессора кафедры экономических дисциплин Н. К. Водомерова (Курский филиал Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова) «Ускоренное развитие технологического машиностроения – ключевое условие обеспечения национальной безопасности»; доктора экономических наук, профессора, заведующей кафедрой «Экономическая теория» Л. Г. Батраковой (Ярославский педуниверситет) «Молодежная безработица как угроза национальной безопасности и проблема мировой экономики»; кандидата экономических наук, доцента, доцента кафедры мировой экономики Е. Н. Петрушкевич (БГЭУ) «Влияние

мирового экономического кризиса на стратегии зарубежного инвестирования ТНК»; магистра экономических наук, преподавателя кафедры экономики Л. С. Ковальчук и студента исторического факультета А. Г. Корнача (БГПУ) «Национальная экономика в глобальном экономическом мироустройстве: диалектика взаимосвязей и взаимодействия»; кандидата экономических наук, старшего преподавателя Н. Ф. Кадол (Гомельский госуниверситет) «Мотивационные основы современного социального предпринимательства».

Ряд докладов представили авторы из Академии управления при Президенте Республики Беларусь: кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой государственного строительства факультета подготовки и переподготовки кадров Института государственной службы О. Б. Хорошко – «Тенденции и проблемы роста белорусской экономики на современном этапе»; старший преподаватель кафедры международных отношений Д. Ф. Рутко – «Основные элементы формирования кластерной политики в Республике Беларусь»; научный сотрудник Центра исследований государственного управления НИИ теории и практики государственного управления Е. В. Тулейко – «Государственно-частное партнерство как фактор экономического развития Республики Беларусь»; магистрант кафедры «Мировая экономика» Е. Д. Рутко – «Предпосылки развития социальной ответственности бизнеса в Республике Беларусь»; студенты Института управленческих кадров А. А. Коваленко и Д. В. Глеза – «Республика Беларусь в глобальном индексе милитаризации: экономические аспекты».

Относительно самостоятельную группу составляют доклады, посвященные проблемам инновационного развития экономики, функционирования инновационной системы и конкурентоспособности бизнеса представителей двух научных коллективов. Кафедра «Стратегический и антикризисный менеджмент» Финансового университета при Правительстве Российской Федерации была представлена докладами доктора экономических наук, профессора Р. Н. Федосовой «Инновационная политика вуза как условие обеспечения национальной безопасности»; кандидатов экономических наук, доцентов Н. В. Красоченковой «Исследование подходов к формированию национальной инновационной среды»; Н. В. Линдер «Стратегии диверсификации крупных промышленных бизнес-групп как условие обеспечения национальной безопасности»; Л. П. Мокровой «Управление репутацией как инновационная деятельность в условиях кризиса».

Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых внес значительный вклад в работу секции докладами ученых кафедры «Менеджмент и маркетинг»: заведующего кафедрой, доктора экономических наук, профессора Н. М. Филимоновой «Развитие инструментария поддержки малого и среднего предпринимательства в регионе»; доктора экономических наук, профессора Ю. А. Дмитриева «Качество рабочей силы – основа инновационного развития экономики»; доктора экономических наук, доцента Н. В. Родионовой «Влияние содержательной теории трудовой мотивации на мировоззрение людей»; кандидатов экономических наук, доцентов Л. А. Котеговой «Основные аспекты формирования инвестиционной привлекательности бизнеса в условиях кризиса»; Е. С. Ловковой «Развитие инновационного потенциала экономики региона как способ повышения конкурентоспособности страны»; Н. Н. Ползуновой «Активизация инновационной деятельности предприятий – путь к конкурентоспособности»; аспирантки Ю. Н. Кочетовой «Анализ уровня инновационного развития как средство укрепления региональной безопасности (на примере Владимирской области)»; магистранта Е. А. Кудрявцевой «Менеджмент знаний, как стратегия повышения конкурентоспособности вуза». Высокий престиж учебного заведения поддержали также доклады заведующего кафедрой бизнес-информатики и экономики, доктора экономических наук, профессора И. Б. Тесленко «Инновационные инструменты финансирования в системе межсекторного партнерства»; начальника отдела ОНТИ УНИД, кандидата экономических наук Т. Н. Кашициной «Университетский комплекс региона как новая форма инновационного развития и повышения конкурентоспособности региона»; студентов

Т. В. Александровой и К. М. Урванцовой «Модернизация российской экономики с учетом требований экологической безопасности (мировых экологических стандартов)». Доклад «Показатели маркетинговой эффективности функционирования зон опережающего развития в России» представила кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики Владимирского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы Н. Е. Тихонюк. Организационный комитет конференции чрезвычайно признателен экономистам древнего города Владимира за столь солидное представительство и выражает надежду на дальнейшее плодотворное сотрудничество.

Вторая тематическая группа докладов на экономической секции была посвящена проблемам национальной и особенно экономической и военно-экономической безопасности. Это доклады: доктора экономических наук, профессора, заведующего кафедрой экономики и менеджмента в энергетике М. В. Афанасьева (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет) и доктора военных наук, профессора, профессора кафедры организации МТО В. И. Бабенкова (Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева – ВА МТО, г. Санкт-Петербург) «Направления обеспечения экономической безопасности государства в современных условиях»; доктора экономических наук, профессора, декана факультета международных экономических отношений Г. А. Шмарловской «Экономическая безопасность Республики Беларусь в условиях углубления интеграционных процессов»; кандидата юридических наук, доцента, заведующего кафедрой государственного управления и уголовно-правовых дисциплин, и. о. декана факультета экономики и права М. В. Андрияшко (Барановичский госуниверситет) «Депопуляция и старение населения как демографические риски социально-экономического развития Республики Беларусь»; кандидатов экономических наук, доцентов: доцента кафедры экономической теории Н. С. Епифановой (Сибирский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы, г. Новосибирск) «Оценка экономической безопасности приграничных регионов России»; доцента кафедры международного бизнеса А. И. Курадовца (БГЭУ) «Глобализация и проблема обеспечения экономической и национальной безопасности Республики Беларусь»; профессора кафедры социальных наук, профессора Российской академии естествознания В. Г. Ольшевского «Экономическая и военная безопасность в системе национальной безопасности: взаимосвязи и взаимодействие»; доцента кафедры международных экономических отношений В. В. Рымкевича (БГЭУ) «Теоретические и методологические подходы к исследованию экономического риска и безопасности»; научного сотрудника, подполковника М. Г. Шифмана (НИИ ВС РБ) «Военно-экономическая безопасность в системе категорий национальной безопасности»; аспирантки кафедры экономической политики А. П. Чураковой (БГЭУ) «Зеленая экономика» в системе национальной безопасности Республики Беларусь»; студенток Института управленческих кадров Ю. С. Бабарико и А. О. Нехайчик (АУ при Президенте РБ) «Интеллектуальная миграция как угроза национальной безопасности Республики Беларусь: проблемы и решения».

Третью группу составили доклады, посвященные проблемам теории и практики экономического обеспечения национальной безопасности и военной экономики: доктора экономических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ С. Ф. Викулова (Академия проблем военной экономики и финансов, г. Москва) «Становление и развитие программно-целевого метода в военной организации России»; докторов военных наук, профессоров: заместителя начальника по учебной и научной работе, генерал-майора А. А. Цельковских и профессора кафедры организации МТО В. И. Бабенкова (ВА МТО, г. Санкт-Петербург) «Роль системы материально-технического обеспечения Вооруженных сил в национальной и военной экономике»; кандидата экономических наук, доцента, докторанта кафедры автомобильно-дорожной службы А. В. Бабенкова (того же вуза) «Совершенствование системы материально-технического обеспечения войск (сил) на основе логистических концепций»; преподавателя кафедры «Организация финансовой деятельности войск» военно-технического факультета А. В. Большаковой (БНТУ) «Методики нормирования

численности работников бухгалтерий в Республике Беларусь, Российской Федерации и Украине: сравнительный анализ»; начальника финансового отдела финансово-экономического управления Г. А. Карабаева (Министерство обороны Республики Туркменистан, г. Ашхабад) «Значимость экономического образования военных кадров в ресурсном обеспечении Вооруженных сил»; заместителя начальника кафедры социальных наук, полковника А. Н. Леоновича (ВА РБ) «Военно-техническое сотрудничество в рамках Союзного государства»; кандидата экономических наук, доцента, декана экономического факультета Л. И. Прищепы (Частный институт управления и предпринимательства, г. Минск) «Военно-экономическое противоборство в современных условиях»; начальника кафедры «Организация финансовой деятельности войск» военно-технического факультета, полковника В. А. Тропца (БНТУ) «Совершенствование подготовки офицеров запаса экономического профиля»; кандидата экономических наук, соискателя кафедры «Стратегический и антикризисный менеджмент» Б. И. Хейфица (Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации) «Стратегические ориентиры развития оборонного комплекса России».

Лучшими из заслушанных и обсужденных на секции признаны доклады доктора экономических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ С. Ф. Викулова (г. Москва); доктора экономических наук, профессора Л. Г. Батраковой (г. Ярославль); кандидата экономических наук, доцента Н. С. Епифановой (г. Новосибирск).

В работе секции № 3 «Изменения идентичности в контексте политических и военных конфликтов XX – начала XXI в. в Восточной Европе» в очном или заочном формате приняли участие 27 представителей высших учебных заведений Беларуси и России, в числе которых 2 доктора и 15 кандидатов наук. Доклады также представили преподаватели и слушатели командно-штабного факультета Военной академии Республики Беларусь, магистранты, курсанты военных и студенты гражданских вузов.

Активное участие в работе секции приняли представители Российской Федерации: заведующий Центром евразийских исследований филиала Российского государственного социального университета (г. Минск), доктор исторических наук, доцент, профессор кафедры гражданского права К. В. Шевченко и кандидат исторических наук, старший преподаватель ВА РХБЗ (г. Кострома) И. А. Самольга.

Все доклады, представленные на секции, можно разделить на две тематические группы. Часть сообщений была посвящена проблемам белорусской истории в период Великой Отечественной войны. В числе выступлений, позволяющих проследить современные аспекты исторической политики и идеологических процессов, связанные с отношением к истории Великой Отечественной войны, историей партизанского движения, православной церкви в годы войны могут быть названы доклады: директора Института социологии НАН Беларуси доктора социологических наук, профессора И. В. Котлярова «Память о Великой Отечественной войне в социологическом измерении»; кандидата исторических наук, доцента О. А. Матусевич (БГТУ) «Образ Второй мировой войны в конфликте национальных памятей»; кандидата исторических наук, доцента кафедры социально-гуманитарных дисциплин А. И. Бучи (ИПС РБ) «Увековечивание подвига воинов 17-го Брестского пограничного отряда в начальный период Великой отечественной войны»; кандидата исторических наук, доцента, начальника кафедры гуманитарных наук А. Б. Богдановича (Командно-инженерный институт МЧС РБ) «Становление и развитие национальной идентичности белорусов»; курсанта М. А. Бута (ИПС РБ) «Образ Великой Отечественной войны в идеологии Республики Беларусь»; кандидата исторических наук, старшего преподавателя И. А. Самольги (ВА РХБЗ, г. Кострома) «Проблема признания Западом доминирующей роли советского народа в победе над немецким фашизмом»; доцента, доцента кафедры социальных наук М. М. Мезенцева (ВА РБ) «Фальсификация истории Великой Отечественной войны и ее влияние на информационную безопасность Отечества»; начальника цикла кафедры тактики (соединений и частей, слушателей) В. В. Тригубовича и слушателя КШФ С. Д. Гришана (ВА РБ) «Роль Красной Армии в

освобождении народов Европы и Азии от немецко-фашистских и японских захватчиков»; кандидата исторических наук, доцента кафедры тактики и общевойсковой подготовки Б. Д. Долготовича (БНТУ) «Героев-панфиловцев было больше: среди них – незаслуженно забытый наш земляк».

Интересная дискуссия возникла при обсуждении докладов директора Института социологии НАН Беларуси, доктора социологических наук, профессора И. В. Котлярова «Память о Великой Отечественной войне в социологическом измерении» и кандидата исторических наук, доцента БГТУ О. А. Матусевич «Образ Второй мировой войны в конфликте национальных памяти». Темой обсуждения стал вопрос о том, почему по сравнению с соседними странами в исторической памяти белорусов и политике белорусского государства Великая Отечественная война занимает столь значительное место. В дискуссии приняли активное участие кандидат исторических наук, старший преподаватель И. А. Самольга (ВА РХБЗ, г. Кострома) и кандидат культурологии, доцент С. Л. Вилейко (Гродненский госуниверситет). В ходе обмена мнениями участники секции отметили, что в XX в. белорусская национальная идентичность находилась в состоянии, далеком от завершения, причем она целенаправленно формировалась советской национальной политикой. Поскольку любой национальный проект в той или иной степени базируется на определенной исторической традиции, то в белорусском случае наиболее близкой большинству населения, политической и культурной элите оказалось именно недавнее советское прошлое. В этом контексте именно Великая Отечественная война оказалась тем событием исторического прошлого, которое больше всего способствует консолидации молодой белорусской нации.

В докладах кандидата исторических наук, доцента, начальника кафедры И. А. Валахановича (Институт национальной безопасности РБ) «Деятельность антисоветского подполья на территории Беларуси в 1939–1953 гг. в измерении идентичности»; кандидата исторических наук, доцента, доцента кафедры тактики и общевойсковой подготовки А. Б. Жайворонка (БНТУ) «Из истории холокоста на Беларуси в годы Великой Отечественной войны»; кандидата культурологии, доцента С. Л. Вилейко (Гродненский госуниверситет) «Патриотическая позиция православного духовенства в период Великой Отечественной войны»; кандидата военных наук, профессора кафедры тактики (соединений и частей, слушателей) В. И. Шатько и слушателя КШФ Д. Н. Жура (ВА РБ) «Освободительный поход Красной Армии в Западную Беларусь: взаимодействие с местным населением» были проанализированы разные аспекты в изменении идентичности населения на территории БССР в период 1939–1945 гг. Наконец, отдельные вопросы, связанные с историей партизанского движения, оценкой противником тактико-технических характеристик советской военной техники были затронуты в докладах старшего преподавателя кафедры военно-инженерной подготовки Д. А. Козела (БНТУ), курсанта М. В. Хотько (ВА РБ).

Вторая группа докладов была связана с историей национальной политики, национальных движений в странах Центральной и Восточной Европы в первой половине XX в. Проблемам политики белоруссизации и полонизации были посвящены доклады кандидата исторических наук, доцента кафедры истории Беларуси М. И. Старовойтова (Гомельский госуниверситет) «Белоруссизация и языковая идентификация городского населения в 1920–1930 гг.»; кандидата исторических наук, доцента, доцента кафедры юридических дисциплин А. С. Ледневой (ВА РБ) «Палітыка беларусізацыі і развіццё нацыянальнай адукацыі беларусаў замежжа»; магистранта кафедры всеобщей истории А. А. Карпенко (Могилевский госуниверситет) «Палітыка «праметэізму» Другой Рэчы Паспалітай у дачыненні да беларускіх земляў»; доктора исторических наук, доцента, профессора кафедры гражданского права, заведующего Центром евразийских исследований К. В. Шевченко (Филиал РГСУ, г. Минск) «Итоги Первой мировой войны и образование независимой Чехословакии в 1918 г.»; студентки Н. О. Говорушко (БГПУ) «Культурная политика чехословацких властей в Подкарпатской Руси (1920–1930-е гг.)»; старшего

преподавателя кафедры идеологической работы Д. В. Руденкова (ВА РБ) «Национальный вопрос в Чехословакии в межвоенный период»). Были также заслушаны и обсуждены доклады кандидата исторических наук, доцента, доцента кафедры социальных наук А. А. Киселева (ВА РБ) «Борьба полиции и войск против латышских «лесных братьев» в северо-западных уездах Витебской губернии» и кандидата исторических наук, доцента, заместителя заведующего Центром евразийских исследований А. Д. Гронского (Филиал РГСУ, г. Минск) «Формирование вооруженных сил советской Литвы (1919 г.)», посвященные проблеме участия прибалтийских народов в политических и военных конфликтах начала XX в.

Относительно частным с точки зрения общей темы секции проблемам далекого и близкого исторического прошлого были посвящены доклады кандидата исторических наук, заведующего кафедрой общей теории права и гуманитарных дисциплин Б. И. Сидоренко (Могилевский филиал ЧУО «БИП – Институт правоведения») «Франко-русский военный союз 1891–1892 гг.: перипетии развития и проверка временем» и кандидата исторических наук, старшего преподавателя кафедры социальных наук С. А. Савика (ВА РБ) «Военная довузовская подготовка в Республике Беларусь (1991–2014 гг.)».

В результате состоявшихся дискуссий участники секции пришли к выводу о том, что в течение XX в. национальная идентичность народов стран Восточной и Центрально-Восточной Европы полностью не сложилась. Она была объектом политического конструирования со стороны государств, политических партий и других субъектов политического процесса. Понимание этой особенности национального строительства, как представляется, позволяет оценить степень конфликтного потенциала национальных мифологий, идеологем, которые могут стать причинами межнациональных и межэтнических конфликтов в регионе.

По итогам работы секции было выражено общее согласие с тем, что при изучении истории Великой Отечественной войны по-прежнему актуально соблюдение такого фундаментального принципа исторического познания как объективность. Его последовательное соблюдение препятствует фальсификации исторических событий в угоду идеологическим и политическим целям, позволяет выстраивать конструктивный диалог, в том числе и в политической сфере, и затрудняет распространение экстремистских идей, угрожающих стабильности общества.

В программу секции № 4 «Социально-политические аспекты глобальной и национальной безопасности» было включено 67 докладов 72 авторов, в том числе 6 докторов и 31 кандидата наук, 2 магистров.

Большая часть докладов была посвящена проблемам глобального развития, глобальной и национальной безопасности: кандидата социологических наук, доцента, профессора Академии военных наук РФ А. И. Тиханского (НИИ ВС РБ) «Проблема безопасности: глобальные и универсально-эволюционные аспекты»; кандидата философских наук, доцента Е. А. Криштаповича (ИПС РБ) «Политическая глобалистика и обеспечение глобальной безопасности»; кандидата философских наук, доцента, начальника кафедры социальных наук, профессора Академии военных наук РФ В. А. Ксенофонтова (ВА РБ) «Гражданско-военные отношения и национальная безопасность государства»; доктора военных наук, доцента, действительного члена Академии военных наук Н. В. Карпилени (ВА РБ) «Мировоззренческие аспекты безопасности Союзного государства»; кандидата юридических наук, полковника В. С. Шемета (Министерство обороны Республики Беларусь) «Миротворческая деятельность в формате ОДКБ: политико-правовые аспекты»; кандидата исторических наук, доцента, доцента кафедры идеологической работы Б. Б. Жутдиева (ВА РБ) «Развитие Союзного государства Беларуси и России как безусловный фактор стабильности на европейском и постсоветском пространстве»; кандидата технических наук, доцента М. В. Ильина (АУ при Президенте РБ) и кандидата политических наук, доцента Е. М. Ильиной (БГУ) «Геополитический выбор Беларуси в контексте украинского кризиса»; магистра военных наук, начальника цикла кафедры социальных наук, подполковника

Т. А. Дудкина (ВА РБ) «Парные категории «друг-враг» в теории мятежевойны»; кандидата философских наук, доцента А. В. Войтеховского и курсанта А. В. Жовнерика (ИПС РБ) «Цветные революции как угроза национальной безопасности»; начальника цикла кафедры социальных наук, майора А. Н. Городниченко (ВА РБ) «Идея «компенсирующих стратегий» во внешней политике государства»; кандидата философских наук, доцента, заместителя заведующего кафедрой философских наук и идеологической работы В. Е. Астаповского (АУ при Президенте РБ) «Национальные интересы и национальная безопасность»; кандидата исторических наук, доцента В. А. Карпиевича (Командно-инженерный институт МЧС РБ) «Чрезвычайные ситуации как проблема обеспечения национальной безопасности»; кандидата политических наук, доцента А. К. Шарапова (Забайкальский государственный университет, г. Чита, РФ) «Геополитические технологии в механизме управления геополитическим пространством»; магистранта кафедры социальных наук ВА РБ, майора А. Б. Сабырова «История строительства внутренних войск Республики Казахстан»; студентки М. В. Матвеевой (Владимирский госуниверситет) «Геополитические интересы России в современных международных отношениях». Проблеме укрепления президентской власти в Республике Беларусь посвятил свой доклад кандидат технических наук, доцент, профессор Академии военных наук РФ, депутат Национального собрания белорусского парламента З. А. Валева. Различные аспекты национальной безопасности рассмотрены также в докладах А. В. Швайки и Л. М. Брайчука, И. А. Юцева (ВА РБ), А. О. Гирева, Е. А. Квяткевича (ИПС РБ), О. А. Стаценко (БГПУ). Вопросам пограничной безопасности посвятили свои доклады Р. А. Волосников, М. О. Герман, А. В. Козловский, Д. В. Максимчук и Н. В. Баранов (ИПС РБ).

Вторая группа докладов была посвящена проблемам терроризма. В их числе в качестве особо значимых можно назвать доклады: кандидата юридических наук, доцента, доцента кафедры идеологической работы С. В. Верлупа (ВА РБ) «Системно-деятельностный подход как актуальный метод познания угрозы национальной безопасности (в контексте предупреждения терроризма)»; студентки Я. А. Гилут (Владимирский госуниверситет) «Терроризм как глобальная угроза современности»; кандидатов юридических наук И. В. Голяковой и Е. Ю. Горошко (Командно-инженерный институт МЧС РБ) «Стратегия международной контртеррористической борьбы в эпоху глобализации»; кандидата политических наук, доцента И. А. Кузнецовой (БГУ) «Свобода выражения мнений и угрозы терроризма (на примере терактов во Франции в январе 2015 г.)»; доктора экономических наук, доцента Н. В. Родионовой и студентки О. С. Пискуновой (Владимирский госуниверситет) «Тенденции развития терроризма, способы его профилактики и борьбы с ним». Проблемы международного терроризма были рассмотрены также в докладах А. А. Агеенко и С. И. Грибанова, В. В. Валежанина, Ю. Р. Шатиловского (ВА РБ), А. Г. Семенчи (ИПС РБ).

Социальные, антропологические, религиозные, экологические аспекты безопасности были раскрыты в докладах кандидата философских наук, доцента Н. А. Лазаревича (Институт философии НАН Беларуси) «Экологическая безопасность в политике государства»; студентки А. А. Караян (Владимирский госуниверситет) «Несправедливая социальная дифференциация как угроза национальной безопасности»; кандидата политических наук, доцента А. И. Веруш (АУ при Президенте РБ) «Оценка состояния наркоугрозы в Республике Беларусь»; научного сотрудника, подполковника Ю. В. Дмитрюка (НИИ ВС РБ) «Государство и церковь в советский период»; кандидата исторических наук, доцента А. В. Козленко (Минский университет управления) «Этология и проблема происхождения войны».

Проблемам образования в формирующемся обществе, основанном на знаниях, были посвящены доклады доктора экономических наук, профессора Л. Г. Батраковой и кандидата экономических наук А. Г. Колпаковой (Ярославский педуниверситет) «Человеческий фактор как социальная база инновационных процессов в образовании»; доктора философских наук, профессора Б. Л. Белякова (Военная академия РВСН им. Петра Великого, г. Москва)

«Методологические проблемы социально-гуманитарного и военно-профессионального образования в РВСН»; кандидата технических наук, доцента В. М. Белько и генерал-майора С. В. Бобрикова (ВА РБ) «Инновационное развитие структуры непрерывного военного образования специалистов Вооруженных Сил как одно из основных условий повышения качества кадрового обеспечения военного строительства в стране»; кандидата технических наук, доцента В. М. Белько и заместителя начальника факультета противовоздушной обороны, полковника О. К. Котоласова (ВА РБ) «Создание исследовательских школ в Военной академии – эффективный инструмент решения задач кадрового обеспечения военной науки и высшей школы»; кандидата технических наук, доцента А. А. Охрименко и кандидата юридических наук, доцента И. П. Сидорчук (БГУИР) «Образование как один из факторов обеспечения национальной безопасности Республики Беларусь в социальной сфере»; старшего преподавателя Ю. А. Салтыковой (ВУНЦ ВВС РФ) «Значение гуманитарного компонента в военном образовании как фактор повышения обеспечения национальной безопасности»; старшего преподавателя кафедры идеологической работы В. М. Хованского (ВА РБ) «Становление системы воспитания в процессе реформирования белорусской армии (1995–2000 гг.)».

Различные аспекты обучения и воспитания, обеспечения духовной безопасности рассмотрены в докладах магистра педагогических наук Е. В. Шатиловской, О. О. Лемешевского и А. Н. Шедько, Н. С. Хатешева (ВА РБ).

Самостоятельную группу составили доклады, посвященные проблемам информационного общества и информационного противоборства. Это, в частности, доклады доктора психологических наук, профессора В. П. Вишневской (ИПС РБ) «Высокий уровень этнокультурной коммуникативной компетентности – значимый фактор в политической сфере обеспечения стабильности и национальной безопасности»; кандидата исторических наук, доцента В. В. Вороновича (ВА РБ) «Реализация концепции «электронного правительства» в контексте обеспечения устойчивого развития и безопасности Республики Беларусь»; кандидата философских наук, доцента А. А. Мушты (Оперативно-аналитический центр при Президенте РБ) и С. А. Голубевой (БГУ) «Инструментальная функция социальных сетей в вооруженном конфликте (на примере боевых действий на востоке Украины, 2014–2015 гг.)»; научного сотрудника Н. С. Ильюшенко (Институт философии НАН РБ) «Обеспечение национальной безопасности в обществе знания»; кандидата юридических наук, доцента В. А. Талалаева (ВА РБ) «Защита от угроз в информационной сфере как условие обеспечения суверенитета и национальной безопасности»; кандидата социологических наук Е. Н. Мисун (Академия МВД РБ) «Информационная безопасность в контексте инновационного развития современного общества»; кандидата культурологии, доцента С. В. Масленченко (Академия МВД РБ) и старшего преподавателя кафедры психологии и педагогики И. В. Рязанцевой (БГАТУ) «Киберпреступность как угроза национальной безопасности».

Отдельные проблемы белорусского общества, в том числе и военнослужащих, рассмотрены в материалах В. Б. Казаковой (Могилевский госуниверситет), А. В. Макарова (НИИ ВС РБ), Д. В. Булгака, Е. И. Клебана, Д. Р. Ложанского, С. В. Павлющика (ВА РБ), Д. А. Чуйкова (ИПС РБ).

Лучшими на секции признаны доклады доктора военных наук, доцента, профессора кафедры социальных наук Н. В. Карпилени и кандидата политических наук, доцента кафедры социальных наук И. И. Екадумовой (ВА РБ) и кандидата исторических наук, доцента кафедры гуманитарных наук В. А. Карпиевича (Командно-инженерный институт МЧС РБ). В докладе Н. В. Карпилени рассмотрены мировоззренческие аспекты безопасности Союзного государства, предпринята попытка обоснования необходимости разработки и формирования государственной идеологии содружества братских народов. По словам докладчика, «нужен идеологический, мировоззренческий прорыв на фундаменте неоевразийства в совершенно новое качество сознания и самосознания. Объединяющей идеей при дальнейшем построении Союзного государства следует считать стратегический

курс на всемерное повышение Духовности Нации». И. И. Екадумова рассмотрела предпосылки и содержание трансформации гражданско-военных отношений в современном мире, охарактеризовала особенности гражданской и военной сфер общества, проанализировала основные причины, по которым классические модели гражданско-военных отношений в современных условиях утрачивают актуальность. В. А. Карпиевич рассмотрел чрезвычайные ситуации как проблему обеспечения национальной безопасности, подчеркнул, что в современном изменчивом и противоречивом мире абсолютная безопасность оказывается практически недостижимой, задача состоит в обеспечении такого уровня безопасности, который может быть принят обществом исходя из достигнутого им уровня социально-экономического и научно-технического развития.

Во второй день работы конференции состоялся круглый стол на тему «Цивилизационная и геополитическая безопасность Союзного государства», посвященный 70-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне. На заседании, проведенном под руководством профессора кафедры социальных наук ВА РБ, доктора военных наук, доцента, действительного члена Академии военных наук РФ Н. В. Карпилени, были представлены доклады: начальника управления информации – пресс-секретаря Главного управления идеологической работы Министерства обороны Республики Беларусь, кандидата педагогических наук, профессора Академии военных наук РФ В. М. Макарова «70-летие Великой Победы в контексте обеспечения национальной безопасности в современных условиях»; доктора философских наук, профессора Военной академии РВСН им. Петра Великого Б. Л. Беякова (г. Москва) «Методологические проблемы социально-гуманитарного и военно-профессионального образования в РВСН»; кандидата философских наук, доцента, старшего научного сотрудника Института философии НАН Беларуси О. А. Павловской «Гуманитарные приоритеты социального развития и проблема глобальной безопасности»; доктора философских наук, профессора, профессора Института пограничной службы Республики Беларусь П. В. Кикеля «Духовный фактор как основа воспитания будущих офицеров-пограничников»; кандидата исторических наук, доцента, доцента кафедры социальных наук ВА РБ А. А. Киселева «Проблема Вооруженных Сил в программах политических партий Республики Беларусь».

На заключительном пленарном заседании заместитель начальника ВА РБ по научной работе доктор военных наук, доцент С. В. Кругликов подвел предварительные итоги конференции, вручил Дипломы I степени курсантам Е. Ю. Проскуриной и А. Н. Сорокиной, представившим на секционных заседаниях коллективные доклады преподавателей и курсантов Вольского Военного института материального обеспечения Министерства обороны РФ.

По итогам работы конференции сформирован сборник ее материалов, который будет опубликован и разослан участникам, принята резолюция, определяющая основные направления развития научных исследований проблем национальной безопасности и интеграции их результатов в образовательные процессы. Перспективным направлением совместной работы заинтересованных в сотрудничестве кафедр высших учебных заведений, научно-исследовательских учреждений, ученых и специалистов на ближайшие годы может стать дальнейшая разработка обозначенных в обзоре проблем в широком контексте гражданско-военных отношений. Особого внимания заслуживает теоретическая разработка и практическое формирование в образовательно-воспитательных процессах идеологии обеспечения военной и национальной безопасности в целом [12]. Организационный комитет исходит из того, что так же как армии необходима идеология обеспечения военной безопасности, обществу нужна идеология национальной безопасности как составной части государственной идеологии.

Идеология обеспечения военной безопасности, при более широком социально-гуманитарном подходе – идеология военной сферы, – это часть государственной идеологии, зафиксированная в официальных документах государства. Она включает систему взглядов, идей, нормативных установок, выражающих отношение государства к проблемам войны и

мира, вооруженному насилию, к армии как социальному институту и главному орудью военной политики, принципов военной политики и деятельности, строительства вооруженных сил, конкретных планов и действий по обеспечению национальной, региональной и глобальной безопасности военными средствами.

Идеология национальной безопасности – более широкое понятие. Это система взглядов и идей о средствах, способах и путях достижения (создания) такого состояния внутренних и международных условий жизни, при которых нейтрализуется или исключается возможность нанесения личности, обществу, государству (коалиции государств), всему мировому сообществу ущерба в любой сфере жизнедеятельности.

В наиболее общих контурах идеология национальной безопасности включает, во-первых, основные принципы безопасной жизнедеятельности; во-вторых, понимание гражданами страны объективной необходимости, роли и места вооруженных сил и военной организации в целом в системе общественного разделения труда и атрибутов государственности, настоятельной потребности постоянного качественного их совершенствования; в-третьих, идеологию социального партнерства как совокупности наиболее общих мировоззренческих принципов и ценностных установок, образов мышления, содержания и характера взаимодействия субъектов общественных действий. Обычно социальное партнерство отождествляют с различными способами конструктивного (переговорного) разрешения противоречий и конфликтов между работодателями и наемными работниками, предполагающими широкое участие персонала предприятий и учреждений в управлении, определенные гарантии социальной защищенности занятых. Сегодня постсоветским государствам необходимо социальное партнерство всех субъектов общественных действий в интересах обеспечения и укрепления национальной и региональной безопасности. Эти и связанные с ними проблемы предполагается обсудить в 2016 г. на следующей, IV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы социально-гуманитарного знания в контексте обеспечения национальной безопасности».

#### Список литературы

1. Корзун, А. Е. Государственное управление обеспечением национальной безопасности в современных условиях: особенности и проблемы / А. Е. Корзун, И. К. Кузнецов, В. Г. Ольшевский // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 3 (40).
2. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года: утв. Указом Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scrf.gov.ru/documents/99.html>. – Дата доступа: 10.12.2011.
3. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 9 нояб. 2010 г., № 575 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 276.
4. О национальной безопасности Республики Казахстан: Закон Респ. Казахстан, 6 янв. 2012 г., № 527-IV ЗРК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mod.kz/mod-gu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=263&Itemid=209&lang=ru](http://www.mod.kz/mod-gu/index.php?option=com_content&view=article&id=263&Itemid=209&lang=ru). – Дата доступа: 10.11.2014.
5. Сацута, А. А. Национальная безопасность как социальное явление: современная парадигма / А. А. Сацута // Вестн. Воен. ун-та. – 2007. – № 3.
6. Штурба, Е. В. Историография, источники и методология изучения государственной политики в сфере обеспечения национальной безопасности Российской Федерации / Е. В. Штурба // Ист. и соц.-образоват. мысль. – 2011. – № 1–2.
7. Римашевская, Н. М. Жизненный уровень населения как фактор национальной безопасности / Н. М. Римашевская // Народонаселение как фактор национальной безопасности / Информ.-аналит. упр. Аппарата Совета Федерации Федерального собрания Рос. Федерации. – М., 2000.

8. Назаров, В. Н. Гражданское общество и безопасность России. Активизировать взаимодействие в интересах укрепления национальной безопасности // Воен.-филос. вестн. – 2008. – Декабрь. – № 2 (02).

9. Михайленок, О. М. Гуманитарная культура как фактор национальной безопасности / О. М. Михайленок // Россия реформирующаяся: ежегодник Ин-та социологии РАН. – Вып. 9. – М.: Новый хронограф, 2010.

10. Миндели, Л. Э. Обеспечение национальной безопасности в сфере науки, технологий и образования / Л. Э. Миндели // ЭТАП: Экон. теория. Анализ. Практика [Электронный ресурс]. – 2012. – № 1. – Режим доступа: [http://www.issras.ru/paper/etap01\\_2012\\_Mindeli.php/](http://www.issras.ru/paper/etap01_2012_Mindeli.php/). – Дата доступа: 17.05.2013.

11. Ольшевский, В. Г. Ретроспектива военной сферы и военной безопасности государства в системе современного социально-гуманитарного знания / В. Г. Ольшевский // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Проблемы организации материально-технического обеспечения военной безопасности: тр. XVIII Всерос. науч.-практ. конф. РАРАН: в 10 т., Москва – Санкт-Петербург, 1–4 апреля 2015 г. / Рос. акад. ракетных и артиллер. наук. – М.-СПб., 2015. – Т. 7. – Ч. 1.

12. Ольшевский, В. Г. Формирование идеологии национальной безопасности как задача и целевая функция учебно-воспитательного процесса в Военной академии / В. Г. Ольшевский // Образовательный процесс: методика, опыт, проблемы: сб. науч.-метод. ст. № 49. – Минск: ВА РБ, 2013.

---

\* Сведения об авторах:

Ольшевский Валерий Георгиевич,  
Екадумова Ирина Ивановна,  
Киселев Александр Александрович,  
Сивицкий Владимир Николаевич,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 30.04.2015 г.

## ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК ДЛЯ ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ: ВНЕДРЕНИЕ ЕВРОПЕЙСКИХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ СТАНДАРТОВ В ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УДК 4И(07)

Е. И. Тарашкевич, Л. А. Ротенко\*

*Данная статья посвящена проблемам совершенствования системы контроля, а также повышения объективности оценки и стандартизации подхода к оценке уровня знаний по иностранному языку. В статье сравниваются уровни владения иностранным языком согласно требованиям STANAG 6001 и Совета Европы, что позволяет преподавателю иностранного языка перейти на современную систему контроля знаний обучаемых в соответствии с предлагаемыми квалификационными стандартами.*

*The article focuses on language assessment system development, as well as on language testing reliability, validity and standardization of approaches. The article compares NATO language proficiency scale STANAG 6001 with The Common European Framework of Reference for Languages, which allows a foreign language instructor to apply a modern language assessment system in accordance with the proposed qualification standards.*

В последние десятилетия стремительное расширение Североатлантического союза и возросшая активность взаимодействия представителей вооруженных сил различных стран в рамках ООН, миротворческих сил и других международных организаций и структур стали объективной реальностью, требующей обеспечения постоянной языковой коммуникации между сторонами-участницами многонациональных проектов. Чем сложнее задачи, которые приходится решать в ходе международного сотрудничества, тем более глубокой и качественной должна быть лингвистическая подготовка военнослужащих, участвующих в их решении, тем более основательными должны быть ее организация и обеспечение. При этом значительная доля успеха зависит от умения соответствующего военного ведомства той или иной страны обеспечить целенаправленную языковую подготовку своих представителей в кратчайшие сроки.

Анализ научной литературы в области теории и методики профессионального образования, военной педагогики, психологии показал несоответствие традиционной системы подготовки офицеров возросшим требованиям к военным специалистам [4; 5; 6; 8]. Достижение требуемого качества подготовки зачастую сдерживается обособленностью функционирования военных учебных заведений, стереотипами в системе подготовки специалистов, недостатком комплектования вузов научно-педагогическим составом с высоким теоретическим и практическим уровнем профессиональной подготовки и отсутствием научно-обоснованных концепций и технологий управления качеством подготовки кадров [2; 7].

Реформирование высшего образования в Беларуси вызвано необходимостью повышения качества подготовки специалистов. В деятельности высшей военной школы возникает необходимость в совершенствовании традиционной системы оценки качества подготовки специалистов. В связи с развитием сотрудничества Беларуси с европейскими государствами, а также странами НАТО и стремлением Беларуси присоединиться к Болонскому процессу возникает потребность в адаптации к новой системе контроля, характерной для данных стран, что влечет за собой необходимость разработки совместимых межгосударственных критериев оценки качества профессионального образования будущих военных специалистов.

На основе анализа научной литературы и практики высшей школы обнаруживается несостоятельность существующей традиционной системы контроля, которая вступает в противоречие с современными требованиями к подготовке военного специалиста. Уровневая система контроля знаний рассматривается как альтернатива традиционной дискретно-

сессионной системе контроля. Данная система контроля становится более объективной и способствует активизации работы курсантов и слушателей в течение всего периода обучения.

В настоящее время имеется ряд объективно существующих противоречий между преобладанием традиционной системы контроля знаний и существующей потребностью в применении инновационных методов и систем оценки, между стремлением к объективности оценивания качества подготовки по иностранному языку и неопределенностью критериев оценки, а также между потребностью в повышении качества подготовки по иностранному языку и недостаточным научно-методическим обеспечением повышения качества языковой подготовки курсантов и слушателей.

Для того чтобы определить направления совершенствования системы контроля в вузе, контроль необходимо рассматривать с позиций системного, деятельностного и квалиметрического подходов.

Целью курса иностранного языка в неязыковом вузе является обучение практическому владению разговорно-бытовой речью и языком специальности для активного применения иностранного языка как в повседневном, так и в профессиональном общении. Знание процесса овладения иноязычным общением определяет систему контроля.

При изучении дисциплины «Иностранный язык» проверка должна осуществляться на протяжении всего процесса обучения, а объекты контроля должны быть многочисленны. Данное обстоятельство обуславливает сложность системы контроля при обучении иностранному языку и является причиной ряда трудностей, которые сдерживают процесс контроля качества подготовки по иностранному языку.

Трудность оценки видов речевой деятельности состоит в том, что объекты текущего, рубежного и итогового контроля не совпадают. Так, в ходе текущего контроля основное внимание по-прежнему уделяется контролю языковых знаний, а в ходе итогового и рубежного – речевых умений, что создает внутреннее противоречие в системе контроля. Отсутствие системообразующего компонента для объединения этих видов в единую систему препятствует достижению цели обучения и требует изменения организации системы контроля.

Следующая трудность состоит в определении уровней сформированности речевых умений на каждом этапе обучения и последовательности достижения этих уровней. В методической литературе дается описание итоговых уровней подготовки, но пути их формирования и относительная сложность остаются нераскрытыми, что затрудняет построение стратегии обучения.

Существует трудность объективного оценивания продуктивных видов речевой деятельности. Рецептивные речевые умения в полной мере и довольно успешно оцениваются с помощью тестов, где результат зависит от процентного соотношения правильно и неправильно выполненных заданий. О продуктивных речевых умениях мы можем говорить исходя из критериального подхода, который менее объективен, чем тестовый, из-за излишней обобщенности критериев.

Мы считаем, что решение выявленных выше трудностей возможно при использовании в обучении иностранному языку технологии уровневого контроля. Предполагается накопление оценочных показателей, полученных во время диагностики качества подготовки на каждом этапе прохождения уровней обучения. Диагностика осуществляется в ходе и по завершению модуля. При обучении иностранному языку целесообразно разделение учебного материала модуля на несколько взаимосвязанных блоков, содержащих лексический и грамматический материал, на основе которого формируются речевые умения. Изучаемый материал структурируется в зависимости от уровня сложности в соответствии с фасетной моделью диагностики, а в ходе каждого модуля, согласно таксономии целей, достигается определенный уровень речевых умений. Для определения качества достигнутого уровня подготовки используется квалиметрическая оценка.

Подобный подход к оценке уровня владения иностранным языком содержит документ Совета Европы «Общеввропейские компетенции владения иностранным языком: изучение, преподавание, оценка» («Common European Framework of Reference: Learning, Teaching, Assessment» – CEFR) [12]. Данный документ отражает итог начатой еще в 1971 году работы экспертов стран Совета Европы по систематизации подходов к преподаванию иностранного языка и стандартизации оценок уровней владения языком. «Компетенции» в понятной форме определяют, чем необходимо овладеть изучающему язык, чтобы использовать его в целях общения, а также какие знания и умения ему необходимо освоить, чтобы коммуникация была успешной.

Главная цель системы CEFR – предоставить метод оценки и обучения, применимый для всех европейских языков. Резолюция Совета ЕС рекомендовала использование CEFR для создания национальных систем оценки языковой компетенции.

Между странами – участницами НАТО сравнительно недавно также достигнуто соглашение о стандартизации подхода к оценке уровня знаний по английскому и французскому языкам – двум официальным языкам НАТО. Это – соглашение SLP (Standardized Language Profile) STANAG 6001 (NATO Standardization Agreement) [13]. В соответствии с выработанным стандартом глубина и качество знаний по языку определяются на основе тестирования по четырем аспектам: понимание на слух, устная речь, чтение и письменная речь. При этом знания по каждому из аспектов оцениваются по шести уровням (0–5) (см. таблицу).

Таблица 1. Сравнительная таблица уровней владения английским языком согласно требованиям STANAG 6001 и Совета Европы

Scales		
STANAG 6001 Standardized agreement 6001 (Edition 4) NATO: & BILC:	CEF Common European Framework COE: Council of Europe	
5555 Уровень высокообразованного носителя языка (Highly-articulate native)		
4444 Уровень владения в совершенстве (Expert)	C2 Уровень владения в совершенстве (Mastery)	C Свободное владение (Proficient User)
	C1 Уровень профессионального владения (Effective Operational Proficiency)	
3333 Уровень профессиональный (Professional)	B2 (+ Vantage+)	B Самостоятельное владение (Independent User)
	B2 Пороговый продвинутый уровень (Vantage)	
2222 Уровень рабочий (Functional)	B1 (+ Threshold+)	A Элементарное Владение (Basic User)
	B1 Пороговый уровень (Threshold)	
1111 Уровень минимальный для выживания (Survival)	A2 (+ Waystage+)	A Элементарное Владение (Basic User)
	A2 Предпороговый уровень (Waystage)	
0 Знаний нет (No practical proficiency)	A1 Уровень выживания (Breakthrough)	

Говоря о выделенных уровнях владения иностранным языком, следует отметить, что деление это достаточно условно, основано не столько на определении объема языковых единиц (т. е. на знании достаточного количества слов и грамматических конструкций), сколько на готовности решать коммуникативные задачи разного уровня сложности. Это достаточно трудно измерить и еще труднее развести по уровням, поэтому условность границ выделенных уровней признается большинством лингвистов и методистов, работающих в различных странах Мира. Тем не менее, сделанная попытка дает основу для создания единого образовательного пространства в области развития языкового образования. Разработанный Советом Европы Языковой портфель позволяет не только преподавателю, но и курсанту попытаться определить свой реальный уровень владения иностранным языком, понять свои сильные и слабые стороны в использовании языка в устной и письменной речи, в рецептивных и продуктивных видах речевой деятельности.

Что касается количества часов, то для выхода на пороговый уровень необходимо около 350 учебных часов, уровень В2 можно и рекомендуется достигнуть после 550 часов аудиторных занятий, на каждый последующий уровень добавляется от 200 до 250 дополнительных занятий.

Для Республики Беларусь, расположенной в центре Европы, одной из приоритетных задач является налаживание диалога со всеми организациями, работающими в сфере международной безопасности.

В последние годы Беларусь стала принимать участие в миротворческих операциях под эгидой ООН, тем самым внося собственный вклад в поддержание мира и безопасности на планете. Совершенствуется нормативная правовая база, налажена эффективная система подготовки миротворческих сил. Практическое взаимодействие с Североатлантическим союзом развивается в рамках Индивидуальной программы партнерства – основного документа, планирующего участие Беларуси в программе НАТО «Партнерство ради мира» (ПРМ).

Языковая подготовка специалистов для министерства обороны и других силовых структур, которым положено взаимодействовать с силами НАТО в ходе тренировок, учений и операций, проводимых под руководством НАТО с участием стран-партнеров, осуществляется в учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь» в соответствии с требованиями, эквивалентными требованиям стандарта НАТО STANAG 6001.

Весь личный состав должен проходить тестирование для подтверждения требуемых минимальных навыков владения английским языком (в соответствии со стандартом НАТО СТАНАГ 6001 – оценка восприятия речи на слух, устной речи, чтения и письма):

- офицеры командных и ключевых штабных должностей – 2+, 2+, 2+, 2+;
- остальные офицеры – 2, 2, 2, 2;
- рядовой и сержантский состав, который по своим обязанностям может часто общаться с личным составом других государств – 2, 2, 2, 2;
- рядовой состав всех видов войск, планируемый к работе с системами связи тактического звена или в сетях связи НАТО – 2, 2, 1, 1.

В 2001 году в академии были организованы базовые курсы английского языка в объеме программы, рассчитанной на 500 часов практических занятий. С 2009 учебного года были дополнительно организованы курсы углубленной подготовки в объеме 300 часов и 60-часовые курсы специальной военной терминологии. Зачисление на курсы производится по результатам входного тестирования.

С 2001 по настоящее время на 500-часовых курсах прошли обучение 388 военнослужащих; на 300-часовых курсах – 154 военнослужащих; на 60-часовых курсах – 96.

С 2004 года на кафедре проводится обучение на курсах по совершенствованию миротворческой деятельности и английскому языку, которые успешно завершили 326 военнослужащих.

По завершении курса офицеры выполняют тесты по 4 аспектам языка в соответствии с требованиями, эквивалентными требованиям STANAG 6001.

Практическая реализация стандартизированного подхода к уровню знания иностранного языка свидетельствует, что военнослужащий, претендуя на участие в интернациональном проекте, назначение на определенный пост в военных структурах, а также на повышение профессиональной квалификации в рамках межнациональных проектов и т. п., обязан иметь соответствующий SLP.

В целом следует отметить, что, несмотря на многообразие форм, вариантов и методов организации лингвистической подготовки, оперативная совместимость национальных воинских контингентов в ходе выполнения задач, требующих международного участия, по-прежнему выдвигает перед военно-политическим руководством в качестве одной из основных проблему недостаточной языковой компетенции, что, в свою очередь, еще раз обуславливает необходимость поиска новых путей организации и / или совершенствования процесса обучения иностранным языкам, разработки и внедрения системы контроля в соответствии со стандартом NATO STANAG – 6001.

#### Список литературы

1. Аванесов, В. С. Теоретические основы разработки заданий в тестовой форме / В. С. Аванесов. – М.: МГТА. – 1995. – 95с.
2. Арагилян, В. А. Развитие педагогического творчества преподавателей высших военных училищ тыла: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / В. А. Арагилян. – Ульяновск, 2006. – 198 с.
3. Бим, И. Л. Аттестационные требования к владению иностранным языком учащимися к концу базового курса обучения / И. Л. Бим [и др.] // Иностранные языки в школе. – 1995. – № 5. – С. 2–8.
4. Бисько, И. А. Развитие теории и практики взаимодействия преподавателей и курсантов как фактор формирования личности будущего офицера в военно-морской школе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / И. А. Бисько. – СПб, 2004. – 162 с.
5. Ванягина, М. Р. Формирование социокультурной компетенции у курсантов военных вузов в процессе изучения английского языка: 13.00.02 / М. Р. Ванягина. – Екатеринбург, 2010. – 173 с.
6. Воробьев, А. А. Развитие внутриколлективной коммуникации в учебной группе курсантов в процессе профессионального становления будущего офицера: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / А. А. Воробьев. – Омск, 2009. – 210 с.
7. Недбайло, С. В. Оптимизация педагогического сотрудничества преподавателей и курсантов в образовательном процессе военно-учебного заведения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / С. В. Недбайло. – Москва, 2008. – 207 с.
8. Нюхин, А. В. Проектирование содержания профессиональной подготовки офицеров запаса в условиях модернизации военного образования: на примере военной кафедры сельскохозяйственного вуза: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / А. В. Нюхин. – Волгоград, 2008. – 168 с.
9. Храмовкина, О. А. Технология модульно-рейтингового контроля качества подготовки студентов по иностранному языку (на материале неязыковых вузов): дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / О. А. Храмовкина. – Белгород, 2005. – 188 с.
10. Heaton, J. B. Writing English Language tests / J. B. Heaton. – London: New York: Longman, 1991. – 228 p.
11. Rudner, L. What Teachers Need to Know About Assessment / L. Rudner, W. Schafer. – Washington, DC: National Education Association. – 2002. – 106 p.
12. Common European Framework of Reference: Learning, Teaching, Assessment CEFR. – Hüht, 2008. – [Electronic resource] – Mode of access: [www.bilc.forces.gc.ca](http://www.bilc.forces.gc.ca). – Date of access: 05.04.20015.

13. Standardized Language Profile. STANAG 6001 (NATO Standardization Agreement). – Köln, 2005. – [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.stanag6001.com>. – Date of access: 05.04.20015.

---

\*Сведения об авторах

Тарашкевич Елена Ивановна,

Ротенко Людмила Александровна.

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 10.12.2014 г.

## 6. НАШИ ЮБИЛЯРЫ

### НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА НИЖНЕВА



В июне отмечает свой юбилей почетный педагог Военной академии **Наталья Николаевна Нижнева** – доктор педагогических наук, профессор, академик Международной академии информационных технологий, член-корреспондент Международной академии акмеологических наук (Санкт-Петербург), академик Международной академии наук педагогического образования (Москва).

Наталья Николаевна родилась в Минске в семье военнослужащего.

Настоящей хранительницей домашнего очага была мама Натальи Николаевны – Нижнева Валентина Михайловна, которая создавала уют везде, где по долгу службы оказывалась семья, и окружала мужа и дочерей любовью и нежностью.

В первый класс Наталья Николаевна пошла в Ленинграде. В 1981 г. в Ленинграде защитила кандидатскую, а в 1993 г. докторскую диссертацию.

Окончила Минский государственный педагогический институт иностранных языков по специальности «преподаватель английского и французского языков». Во время обучения проходила практику в качестве преподавателя иностранных языков в Минском суворовском военном училище.

К педагогической деятельности приступила в Минском ВИЗРУ ПВО в 1974 г., в период с 1995 по 1998 г. возглавляла кафедру иностранных языков Военной академии, способствовала развитию системы военного и военно-технического перевода.

В 80-е гг. была членом созданной в Москве комиссии по проверке кафедр иностранных языков в военных училищах. В рамках работы комиссии посетила военные училища в Горьком, Саратове, Энгельсе.

Проходила стажировку в штате Техас в Сан-Антонио на базе ВВС США (1995).

Высокий профессионализм подтверждается благодарственным письмом от Военного института иностранных языков (США, Техас, Сан-Антонио) за помощь в обучении английскому языку военнослужащих армии США.

В 1995 г. во время стажировки в Америке Наталья Николаевна опубликовала статью «Уникальный опыт» в газете Военного института иностранных языков, а также подготовила сборник коротких рассказов на английском языке.

Рассказ «Мой лучший друг» она посвятила отцу – полковнику, кандидату философских наук, доценту, начальнику кафедры МВИЗРУ ПВО, Николаю Александровичу Нижневу, трагически погибшему при исполнении служебных обязанностей в 1985 г. Отец и дочь всегда понимали и поддерживали, любили и уважали друг друга.

По результатам стажировки в Великобритании (1995) был разработан проект «Обучение английскому языку с использованием креативного подхода».

Наталья Николаевна принимала активное участие в семинаре «Английский язык для военных», который проходил в Праге в 1996 г.

Сегодня профессор Н.Н. Нижнева возглавляет кафедру английского языкознания в Белорусском государственном университете и является профессором кафедры иностранных языков Военной академии.

Наталья Николаевна – председатель секции по специальности «Романо-германская филология» и «Восточная филология» УМО высших учебных заведений Республики Беларусь по гуманитарному образованию. Член Специализированных советов по защите диссертаций в МГЛУ и БГУ. На протяжении нескольких лет была членом экспертного совета ВАК. Председатель научных семинаров «Методика обучения и воспитания», «Романо-германская филология» в БГУ. Участвовала в работе комиссии Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по проведению экспертиз представленных на конкурс проектов, являлась членом экспертного совета по формированию государственной программы «Непрерывное образование», участвовала в составе авторского коллектива по разработке нормативного и учебно-методического обеспечения предмета «Иностранный язык» в Министерстве образования. Является членом редколлегии целого ряда журналов.

Натальей Николаевной разработано научное направление «Современные информационные технологии в обучении иностранным языкам на основе креативных методик», предложены нетрадиционные формы и методы обучения, обновлены образовательные технологии; разработаны новые образцы учебно-методического обеспечения для различных этапов обучения на основе компетенций владения иностранным языком. Разработанные формы и методы работы широко используются в образовательном процессе.

Важным аспектом научно-педагогической деятельности Натальи Николаевны является международное научное сотрудничество, в рамках которого она принимала участие в международных конференциях в Великобритании, Франции, Швейцарии, Италии, Испании, Чехии, Голландии, Польше, России, США.

Наталья Николаевна является автором более 280 научных публикаций, в том числе монографий, учебников, один из которых издан за рубежом, учебных пособий, научных статей, учебно-методических комплексов, типовых программ.

Опыт, накопленный в процессе педагогической деятельности и стажировок за рубежом, Нижнева Н. Н. активно реализует в научной и профессиональной деятельности. Профессором Н. Н. Нижневой разработаны и на высоком профессиональном уровне читаются лекции на английском языке по теоретическим и практическим курсам, в частности, по стилистике английского языка, межкультурной коммуникации, прагматике, теории и практике перевода и т. д.

По инициативе Нижневой Н. Н. внедрена такая форма НИР, как проведение студенческих научных конференций «Языки мира – мир языков», «Общение на языках, языки общения». Организовано проведение ежегодной Международной конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Идеи. Поиски. Решения», Международной научной конференции «Мир языков: ракурс и перспектива». О научном статусе проводимых международных конференций свидетельствует география участников, которые представляют вузы России, Украины, Китая, Ирана, Ирака, Польши, Литвы, Казахстана и многих других стран.

Заслуги профессора Нижневой Н. Н. признаны в Белорусском государственном университете – ее фотография размещена на Доске почета. Результаты научно-педагогической деятельности Натальи Николаевны Нижневой также отмечены Почетной грамотой Министерства образования Республики Беларусь.

Коллеги, преподаватели, слушатели, магистранты, студенты уважают и любят Наталью Николаевну за интеллигентность, тактичность, высокий профессионализм и доброжелательность.

**От всей души сердечно поздравляем Наталью Николаевну с юбилеем, желаем крепкого здоровья, новых творческих свершений в научной и педагогической деятельности.**

## **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 – 5–8 страниц формата А4;

поля – 2 см;

текстовый редактор – Word for Windows версии 6.0 или выше;

редактор формул – MathType версии 6.0 – 6.7

высота символов – 12 pt, межстрочное расстояние – 1 интервал, шрифт – Times New Roman Cyr; межстрочное расстояние – 1 интервал, абзац 1,25, подписи к рисункам и таблицам шрифт 11 Times New Roman жирный, рисунки по центру.

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, 100–150 слов).

На обороте последней страницы статьи необходимо указать фамилию, имя, отчество автора, подразделение (организацию), номер контактного телефона.

Материалы, не отвечающие требованиям по содержанию и оформлению, редколлегией не рассматриваются.