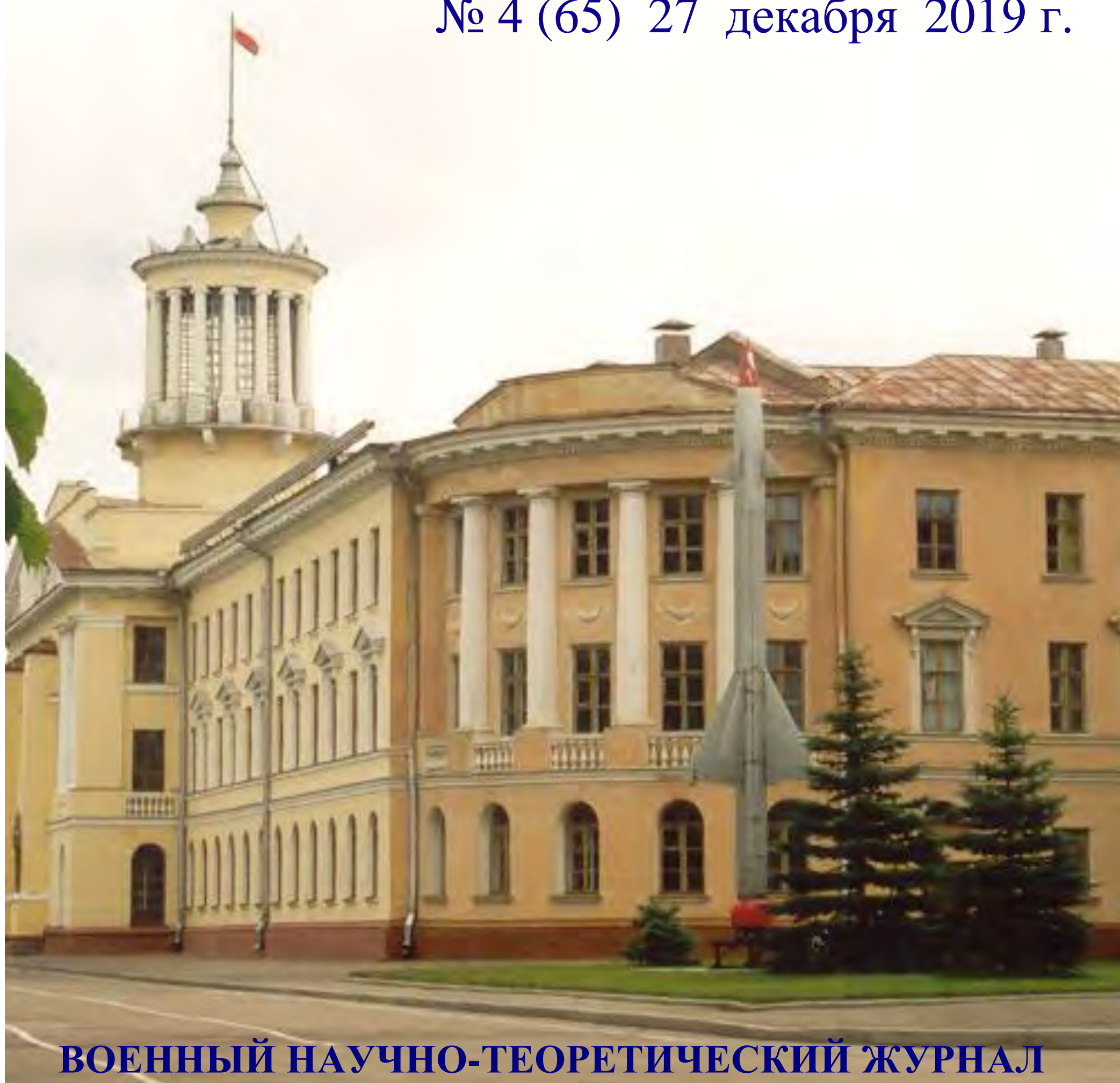


УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

# ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 4 (65) 27 декабря 2019 г.



**ВОЕННЫЙ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

# ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 4 (65) 27 декабря 2019 г.

Военный научно-  
теоретический журнал

Издается с 2003 года

**Адрес редакции:**

220057, г. Минск-57, учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», главный корпус, комн. № 11.  
Тел.: 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:**

Постолова М. В.

**Дизайн обложки:**

Мацкевич А. Н.

**Печать:**

ЛП № 02330/76

от 27.03.2014 г.

Подписано в печать 10.12.19 г.

Формат 60×84/8. Бумага писчая.

Гарнитура «Таймс». Печать

ризография. Усл. печ. л. 16,04.

Тираж 100 экз. Зак.

Отпечатано в типографии учреждения образования

«Военная академия Республики Беларусь».

220057, Минск-57.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

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

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

**Гришкевич М. М.**, *секретарь*, кандидат военных наук, доцент;

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

**Вашкевич В. Р.**, кандидат технических наук, доцент;

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

**Ильев И. Г.**, кандидат технических наук, доцент;

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

**Костюкович С. Н.**, кандидат технических наук, доцент;

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

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

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

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

**Осипов Г. А.**, кандидат военных наук, доцент;

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

**Чубрик В. Г.**, кандидат военных наук, доцент;

**Шевченко В. С.**, доктор технических наук, профессор;

**Юшкевич Т. П.**, доктор педагогических наук, профессор;

**Ярмолик С. Н.**, кандидат технических наук, доцент.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь научный журнал «Вестник Военной академии Республики Беларусь» включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по военной, технической (информатика, вычислительная техника и управление; вооружение и военная техника; радиотехника, связь, электроника и микроэлектроника) и педагогической (воинское обучение и воспитание, военная педагогика) отраслям науки.

## СОДЕРЖАНИЕ

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

Лисовский В. А., Михута И. Ю., Каранкевич А. И. Факторная структура профессионально важных психофизических качеств курсантов Министерства внутренних дел.....	4
Белоглядова Г. М. Самостоятельная работа как компонент системы подготовки магистров в Военной академии Республики Беларусь.....	12
Верлуп С. В. Виртуальная составляющая информационной обстановки и учет ее особенностей в воспитательной работе в Вооруженных Силах Республики Беларусь .....	18
Селуянов К. В., Крусъ К. И. Разработка практических рекомендаций по проведению профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией.....	30
Хоронко С. С. Научный стиль речи: типичные ошибки китайских военнослужащих .....	36
Чмыхун И. Н. Система социально-гуманитарного знания в учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь» и ее прагматика в условиях информационно-консциентального противоборства .....	42

### **Основы военной науки и военного строительства**

Белегов А. Н., Белько В. М., Сахарук Д. А. Военно-исследовательские школы как перспективная форма организации подготовки научных кадров для Вооруженных Сил в национальной высшей военной школе .....	51
Буяновский В. Л., Клименков И. В. Анализ возможности учета влияния экономического фактора на техническое обеспечение зенитного ракетного соединения .....	60
Суша В. А. Сохранение боевой способности войск (сил) за счет комплексного выполнения инженерных мероприятий их защиты.....	67
Томко П. В. Обоснование выбора способа перевода воинского формирования с мирного на военное время методом анализа иерархий .....	75

### **Системный анализ и информационные технологии в военном деле**

Булойчик В. М. Подход к обоснованию частотно-временных характеристик специального математического и программного обеспечения, используемого при принятии решений командиром .....	85
Свириденко А. А. Методика синтеза широкополосных согласующих устройств для комплексных распределенных нагрузок на основе обобщенной матрицы рассеяния.....	93

### **Общетеоретические и прикладные вопросы разработки, эксплуатации и совершенствования вооружения и военной техники**

Гринкевич В. И. Увеличение дальности обнаружения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа по излучениям их систем радиоперехвата.....	102
Коваленко А. М. Сравнительный анализ точности инерциальной и оптической навигационных систем беспилотного летательного аппарата .....	110

Косицын А. В. Теплотехнический расчет подвешенного авиационного контейнера...	118
Ярмолик С. Н., Свинарский М. В., Зайко Е. В. Адаптация устройства радиолокационного распознавания к изменяющимся углам пространственной ориентации объекта наблюдения .....	127

# ПРОБЛЕМЫ ВОЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ, ВОИНСКОГО ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

УДК 796.015:355.233.22

## ФАКТОРНАЯ СТРУКТУРА ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ КУРСАНТОВ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

В. А. Лисовский, кандидат военных наук, доцент;

И. Ю. Михута, кандидат педагогических наук, доцент А. И. Каранкевич\*

*В статье представлены результаты факторного анализа компонентов профессионально важных психофизических качеств курсантов в рамках проведенного педагогического эксперимента. Установлено, что общая структура психофизического потенциала участников эксперимента относительно стабильна иерархии и содержательной сущности компонентов, однако в их внутренней составляющей наблюдаются элементы декомпозиции, а именно исчезновение и перемещение ведущих компонентов в общей факторной структуре за счет появления новых фоновых факторов, которые не являются профессионально важными для сотрудников органов внутренних дел.*

*The article presents the results of factorial analysis of components of professionally important psychophysical qualities of cadets in the framework of the pedagogical experiment. It is established that the overall structure of psychophysical potential of the participants of the experiment, a relatively stable hierarchy and meaningful entity components, however, in their internal component of the observed elements of the decomposition, namely the disappearance and movement of the leading component in the overall factor structure due to the appearance of new background factors, which are professionally important for the employees of internal Affairs bodies.*

### Введение

В настоящее время содержание и структура общей и индивидуальной психофизической готовности сотрудников ОВД к успешной профессиональной деятельности может рассматриваться как системная совокупность компонентов, определяющих специальную (профессиональный опыт), психическую и физическую готовность. Именно комплексное проявление данных компонентов готовности сотрудников ОВД позволит более эффективно решать поставленные оперативно-служебные и служебно-боевые задачи в особых и экстремальных условиях деятельности [1].

Факторная структура психофизических способностей человека согласно исследованиям авторов [2–4] имеет определенную вариативность и зависит от количества исследуемых переменных и целенаправленности воздействий на данные компоненты психофизического потенциала. В результате постоянных воздействий на компоненты психофизической сферы индивида у человека осуществляется постоянное расширение функциональных возможностей в аппарате сенсорного, когнитивного и моторного программирования. Так, согласно мнению ряда авторов [5–8], вариативность и лабильность нервно-мышечных процессов в высокой степени формируют психофизиологическую и биодинамическую основу для эффективной психофизической адаптации специалистов военного профиля к успешному решению задач профессиональной деятельности в условиях временной и альтернативной неопределенности.

Исходя из вышеизложенного мы предположили, что проведение факторного анализа внешней и внутренней структуры профессионально важных психофизических качеств (ПВПФК) курсантов в рамках проведенного педагогического эксперимента позволит выявить вариативность самой структуры психофизического потенциала под воздействием сопряженных средств двигательного-координационного направления и определить степень включенности исследуемых компонентов в психофизическую готовность обучающихся для решения предстоящих служебных задач.

Проведенный педагогический эксперимент по цели исследования был формирующим, по условиям проведения – естественным, по характеру экспериментального плана –

параллельным (наличие контрольной и экспериментальной групп). В экспериментальной группе (ЭГ) ( $n = 24$ ) в рамках стандартно организованного процесса профессионально-прикладной физической подготовки (ППФП) курсантов применялись средства сопряженной двигательной-координационной направленности. Алгоритм сопряженности обусловлен выделением ведущих и фоновых уровней для формирования взаимозависимых связей как внутри отдельных компонентов *психофизического* (физическое развитие, интеллектуальные, психомоторные, кондиционные и координационные способности) и *техничко-тактического* (техничко-тактические действия прикладного характера (ТТДПХ), предусмотренные учебной программой) потенциала, так и между основными ПВПФК и ТТДПХ [9].

Проведение занятий в контрольной группе (КГ) ( $n = 24$ ) осуществлялось по традиционным подходам, компонентами которых являлись известные средства и методы физической подготовки обучающихся, представленные в программе дисциплины ППФП. С каждой группой, участвующей в педагогическом эксперименте, в течение 16 месяцев было проведено 104 учебных занятия (9360 мин).

Для диагностики и развития психофизического потенциала курсантов использовались упражнения, в том числе со специально разработанным диагностическим оборудованием [6, 10, 11], которые в пролонгированных исследованиях имели наиболее высокие значения надежности и информативности [12, 13].

### Основная часть

Структура ПВПФК представлена шестью компонентами, в которые входят 144 показателя, характеризующие психофизический потенциал курсантов (рисунок 1).



Рисунок 1. – Структура профессионально важных психофизических качеств курсантов

**Интеллектуальный компонент** представлен 9 субтестами структуры интеллекта Р. Амтхауэра, оценивающими кратковременную, долговременную и оперативную память, работу с вербальным материалом, индуктивное мышление, способности к оперированию закономерностями числового ряда, восприятие визуальной сферы, пространственное воображение, а также представлен суммой интегральных показателей умственных способностей.

**Психомоторный компонент** включает показатели оценки способностей и состояний: (*сенсомоторных способностей* (различные виды простых и сложных зрительно-и аудиомоторных реакций, в том числе с помехами), *психических познавательных процессов* (разнообразные виды внимания), *функциональное состояние нервно-мышечного аппарата* (динамическая работоспособность, лабильность двигательного аппарата, тип нервной системы и точность восприятия времени), а также показатели специальных коэффициентов (помехоустойчивости, переключаемости и распределения внимания).

**Кондиционный компонент (включая двигательно-кондиционный потенциал)** представлен оценкой весо-ростовых показателей (включая окружность грудной клетки (в покое, при вдохе и выдохе), индекс Пенье и Кетле (массы тела)) и оценкой уровня проявления основных физических качеств и способностей (силовых, скоростно-силовых, общей выносливости, скоростно-силовой выносливости, скоростной выносливости), а также выявлением коэффициентов относительной силы, силовой выносливости, собственно-силовых и скоростно-силовых способностей.

**Координационный компонент** представлен показателями оценки специальных и специфических координационных способностей (способность к управлению движениями по пространственно-динамическим и временным параметрам, к динамическому равновесию, перестроению движений и моторному приспособлению, согласованию движений, ориентированию в пространстве, быстрому реагированию), включая время выполнения тестовых заданий, частоту сердечных сокращений (ЧСС), целевую точность, ошибки, специальные обобщающие коэффициенты.

**Интегральный психофизический компонент** оценивается при помощи использования авторского тренажерно-исследовательского комплекса «Лабиринт» [10] и представлен тремя вариантами его прохождения. *Вариант А* направлен на прохождение специальной дистанции без дополнительных тестовых заданий (определялись показатели временных характеристик, максимальные показатели ЧСС; коэффициент устойчивости к дистанции).

*Варианты Б и В* предполагали прохождение той же дистанции с дополнительными тестами различной координационной сложности:

– *вариант Б* – разнонаправленные передвижения к пронумерованным меткам (*способность к ориентированию в пространстве*), стрельба в цель после выполнения сгибаний-разгибаний рук в упоре лежа (*способность к управлению движениями по пространственно-динамическим и временным параметрам*) и упражнения с переключением двигательной деятельности (*способность к согласованию движений*);

– *вариант В* – повороты на ограниченной опоре с ударами (*способность к динамическому равновесию*), стрельба в цель после выполнения поворотов на  $360^\circ$  (*способность к управлению движениями по пространственно-динамическим и временным параметрам*) и удары по появляющимся мишеням (*способность к быстрому реагированию*). В данных заданиях (кроме указанных показателей варианта А) также определялись: точность стрельбы в каждой серии; суммарная точность; ошибки; интегральные показатели противостояния утомлению каждой дистанции.

Кроме того, к показателям интегрального психофизического компонента были отнесены: отношение комплексного теста варианта Б к варианту А; отношение комплексного теста варианта В к варианту А; интегральный показатель А–Б–В-тестов; интегральный показатель противостояния утомлению А–Б–В-тестов; коэффициент устойчивости к полосам препятствий А–Б–В-вариантов [13].

Изменение показателей внутренней факторной структуры компонентов психофизического потенциала курсантов ЭГ и КГ до и после эксперимента имеет следующие особенности:

**интеллектуальный компонент (ИК)** в ЭГ до эксперимента из 10 показателей характеризовался 4 факторами (общая дисперсия выборки (ОДВ) – 77,60 %), после эксперимента – также 4 (ОДВ – 78,99 %), в КГ до эксперимента 4 факторами (ОДВ – 74,06 %), после эксперимента – также 4 (ОДВ – 70,49 %);

**психомоторный компонент (ПМК)** в ЭГ до эксперимента из 18 показателей характеризовался 7 факторами (ОДВ – 81,90 %), после эксперимента – также 7 (ОДВ – 82,72 %), в КГ до эксперимента характеризовался 6 факторами (ОДВ – 74,46 %), после эксперимента – 7 (ОДВ – 77,81 %);

**кондиционный компонент (физическое развитие) (КНК)** в ЭГ до эксперимента из 10 показателей характеризовался 3 факторами (ОДВ – 87,37 %), после эксперимента – также 3 (ОДВ – 82,35 %), в КГ до эксперимента характеризовался 3 факторами (ОДВ – 87,61 %), после эксперимента – также 3 (ОДВ – 86,69 %);

**двигательно-кондиционный потенциал** (ДКП) в ЭГ до эксперимента из 14 показателей характеризовался 4 факторами (ОДВ – 77,66 %), после эксперимента – 5 (ОДВ – 80,41 %), в КГ до эксперимента характеризовался 5 факторами (ОДВ – 75,41 %), после эксперимента – также 5 (ОДВ – 76,06 %);

**координационный компонент** (КК) в ЭГ до эксперимента из 55 показателей характеризовался 14 факторами (ОДВ – 92,36 %), после эксперимента – 13 (ОДВ – 90,77 %), в КГ до эксперимента характеризовался 13 факторами (ОДВ – 90,48 %), после эксперимента – 15 (ОДВ – 93,15 %);

**интегральный психофизический компонент** (ИПК) в ЭГ до эксперимента из 37 показателей характеризовался 7 факторами (ОДВ – 84,16 %), после эксперимента – 10 (ОДВ – 90,18 %), в КГ до эксперимента характеризовался 8 факторами (ОДВ – 87,09 %), после эксперимента – 10 (ОДВ – 90,60 %).

Динамика показателей внешней факторной структуры компонентов психофизического потенциала курсантов ЭГ и КГ до и после эксперимента позволила установить свои особенности.

У курсантов ЭГ до эксперимента исследуемые 144 показателя психофизического потенциала характеризовались 20 факторами внешней структуры (ОДВ – 96,54 %). Из них 8 факторов (рисунок 2) отнесены к *ведущим* (ОДВ – 64,71 %) и 12 – к *фоновым* (ОДВ – 31,83 %) (способность к устойчивости внимания в процессе управления пространственно-динамическим и временным параметрами движений (в процессе стрельбы) (3,95 %), способность к сенсомоторным реакциям и к оперативной и кратковременной в структуре интеллектуальных способностей (3,84 %), к точности восприятия времени и лабильности нервно-мышечного аппарата (3,43 %), способность координационной выносливости в интегральных психофизических движениях (3,27 %), к силовой выносливости (3,05 %), способность к динамической работоспособности нервно-мышечной системы (2,59 %), уровень функциональных возможностей индивида (2,50 %), способность к долговременной памяти в структуре интеллектуальных способностей (2,31 %), к сложной зрительно-моторной реакции в структуре психомоторных способностей (2,05 %), к выявлению и созданию аналогии между вербальными понятиями в структуре интеллектуальных способностей (1,77 %), особенности и тип телосложения индивида (1,62 %), способность к целевой точности в движениях на вестибулярный аппарат (1,45 %)).

После эксперимента было выявлено 23 фактора (ОДВ – 100 %). Из них 10 факторов отнесены к *ведущим* (ОДВ – 72,45 %) и 13 – к *фоновым* (ОДВ – 27,55 %), (уровень функциональных возможностей индивида в движениях со сложно координационной структурой (3,49 %), способность к устойчивости и точности стрельбы в процессе управления движением на динамическое равновесие (3,09 %), к стабильности и динамичности нервно-мышечной системы индивида (2,73 %), к устойчивости внимания в процессе стрельбы и управлению собственными пространственно-динамическим и временным параметрами движений (2,56 %), к подвижности и оперативности нервной системы (2,44 %), к силовой выносливости в структуре кондиционного компонента (2,14 %), к долговременной памяти в структуре интеллектуальных способностей (2,05 %), к производству и классификации вербального материала в структуре интеллектуальных способностей (1,90 %), к целевой точности стрельбы в процессе движений силовой и сопряженной направленности (1,78 %), к переключению и распределению внимания с акцентом на сенсорное восприятие в визуальной сфере индивида (в структуре интеллектуальных способностей) (1,55 %), способность к стабильности и точности стрельбы в процессе выполнений комплексных движений сопряженного характера (силовой и координационный потенциал) (1,35 %), состояние функциональных возможностей кардиореспираторной системы индивида (1,28 %), способность к сложной сенсомоторной реакции под воздействием сбивающих факторов, время реакции на сигналы психомоторной сферы (1,19 %)).



Факторы	ЭГ		КТ	
	До эксперимента ведущие факторы (ОДВ – 64,71 %)	После эксперимента ведущие факторы (ОДВ – 72,45 %)	До эксперимента ведущие факторы (ОДВ – 68,22 %)	После эксперимента ведущие факторы (ОДВ – 67,05 %)
F1	Физическое развитие и скоростно-силовой потенциал в структуре кондиционных способностей (15,29 %)	Способность к интегральной психофизической готовности к действиям со сложной двигательной структурой в условиях временной и альтернативной неопределенности (14,15 %)	Способность к точности в стрельбе в процессе управления пространственно-динамическими и временными параметрами движений (14,27 %)	Проявление физического развития в скоростно-силовом и координационном потенциале (14,36 %)
F2	Точности в комплексных психофизических двигательных действиях (13,55 %)	Способность к целевой точности стрельбы в процессе движений скоростно-силовой и координационной направленности (12,32 %)	Проявление физического развития в скоростно-силовом и координационном потенциале (12,97 %)	Способность к точности в стрельбе в процессе управления пространственно-динамическими и временными параметрами движений (10,33 %)
F3	Способность противостоять утомлению в движениях на координацию (8,55 %)	Способность противостоять утомлению в движениях со сложной двигательной структурой (7,94 %)	Проявление функциональных возможностей индивида в движениях со сложной двигательной структурой (9,10 %)	Проявление функциональных возможностей индивида в движениях со сложной двигательной структурой (8,92 %)
F4	Способность к приспособлению и перестроению движений в сложной двигательной структуре КС (7,03 %)	Способность к быстрой реакции на атакующие двигательные действия соперников в состоянии функционального и координационного утомления (6,94 %)	Способность к ориентированию в пространстве с оперативным мышлением (6,50 %)	Способность к ориентированию в пространстве с оперативным мышлением (7,19 %)
F5	Способность к ориентированию в пространстве в структуре КС (5,76 %)	Проявление физического развития индивида в скоростно-силовом потенциале в структуре кондиционных способностей (6,78 %)	Функциональные особенности и тип телосложения индивида (5,81 %)	Способность к специальной выносливости (6,26 %)
F6	Способность к быстроте в стрельбе в процессе управления движениями (вестибулярный аппарат) (5,43 %)	Способность к быстрой реакции на движения в структуре ИК (5,75 %)	Способность к формированию аналогии с акцентом на индуктивное мышление (5,54 %)	Способность к быстрой переключения и распределения внимания (5,99 %)
F7	Способность к комплексным силовым движениям с акцентом на ориентирование в пространстве (4,80 %)	Способность к ориентированию в пространстве с акцентом на воображение в структуре ИК (5,27 %)	Способность к реакции на движущийся объект в сопряженных скоростно-силовых двигательных действиях (5,33 %)	Функциональные особенности и тип телосложения индивида (5,51 %)
F8	Силовой потенциал плечевого пояса в структуре КНС (4,30 %)	Способность к сенсорным реакциям в процессе формирования аналогии между вербальными понятиями в структуре ИК (4,82 %)	Способность к приспособлению и перестроению двигательных действий в сочетании со стрельбой (4,45 %)	Способность к быстрой оперативной памяти (4,41 %)
F9		Способность к устойчивому ориентированию в пространстве с оперативным мышлением индивида (4,03 %)	Способность к противостоянию утомлению в движениях со сложной двигательной структурой (4,25 %)	Способность к безошибочным и стабильным движениям со сложной двигательной структурой (4,08 %)
F10	12 фоновых факторов (ОДВ – 31,83 %)	13 фоновых факторов (ОДВ – 27,55 %)	13 фоновых факторов (ОДВ – 30,77 %)	14 фоновых факторов (ОДВ – 32,95 %)

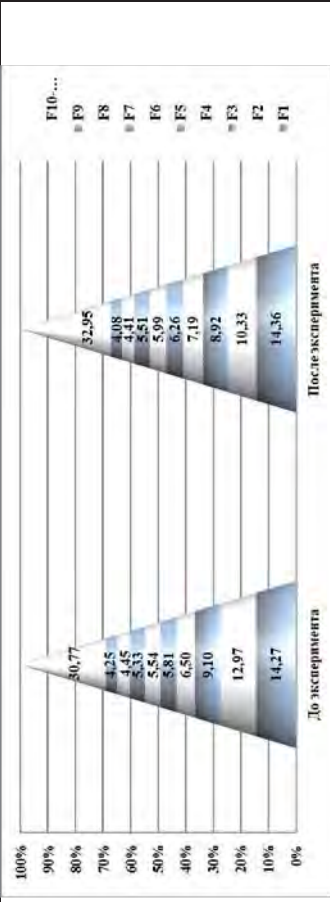


Рисунок 2. – Факторы, образующие структуру психофизического потенциала курсантов МВД  
**ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 4'2019**

В результате проведенной факторизации компонентов психофизического потенциала курсантов ЭГ нами были выявлены следующие особенности: во-первых, наблюдалась вариативность внешней и внутренней структуры и сущности исследуемых компонентов, что выразилось в перемещении факторов и увеличении их количества после эксперимента; во-вторых, перемещение факторов и компонентов в сторону ведущих ПВПФК. Данный факт обусловлен применением авторского подхода к сопряженности средств ППФП, что позволило раскрыть потенциальные резервы курсантов и выстроить их структуру с учетом предъявляемых требований к ПВПФК специалистов правоохранительных органов.

У курсантов КГ до эксперимента исследуемые 144 показателя психофизического потенциала характеризовались 22 факторами (ОДВ – 98,99 %). Из них 9 факторов (рисунок 2) отнесены к *ведущим* (ОДВ – 68,22 %) и 13 – к *фоновым* (ОДВ – 30,77 %) (способность к быстрой реакции на движения со сложной двигательной структурой и сложных альтернатив действий (3,89 %), к классификации вербального материала в процессе двигательных действий на быстроту (3,70 %), к силовой и скоростно-силовой выносливости (3,18 %), к быстрой переключению и распределению внимания (3,02 %), к динамической работоспособности нервно-мышечной системы и тип нервной системы (2,82 %), способность к целевой точности в движениях (вестибулярный аппарат) (2,38 %), к работе силовой направленности (2,27 %), способность к кратковременной памяти в структуре интеллектуальных способностей (2,12 %), способность противостоять утомлению в работе силовой направленности (1,83 %), способность к комплексной быстрой реакции в условиях временной и альтернативной неопределенности (1,60 %), к устойчивости внимания (1,50 %), к специальной выносливости (1,28 %), к перестроению движений на координацию (1,08 %)).

После эксперимента было выявлено 23 фактора (ОДВ – 100 %). Из них 9 факторов отнесены к *ведущим* (ОДВ – 67,05 %) и 14 – к *фоновым* (ОДВ – 32,95 %) (способность к комплексной быстрой реакции в условиях временной и альтернативной неопределенности (3,74 %), к реакции на движущийся объект (3,60 %), к координационной выносливости в движениях (вестибулярный аппарат) и на быстроту (3,55 %), к координационной выносливости в движениях на ориентирование в пространстве (3,11 %), к реакции на движущийся объект в движениях силовой направленности (2,75 %), к комплексной силовой направленности (2,60 %), к функциональной и силовой выносливости (2,19 %), способность противостоять утомлению в стрельбе в процессе работы силовой направленности (2,09 %), к целевой точности в движениях координационной направленности (2,00 %), к быстрой реакции в движениях координационной и кондиционной направленности (1,72 %), к целевой точности в движениях со сложной двигательной структурой (1,61 %), к помехоустойчивости в процессе целевой точности (1,46 %), к движениям силовой направленности (1,25 %), к целевой точности в комплексных заданиях координационной направленности (1,15 %)).

Обобщая результаты факторного анализа психофизического потенциала курсантов КГ, мы установили, что общая структура ПВПФК относительно стабильна иерархии и содержательной сущности компонентов, однако во внутренней составляющей исследуемых компонентов наблюдаются элементы декомпозиции, а именно исчезновение и перемещение ведущих компонентов в общей факторной структуре за счет появления новых фоновых факторов, которые не являются профессионально важными для специалистов ОВД. Данный факт позволяет говорить о том, что традиционные формы и средства ППФП, по которой занимались курсанты КГ, оказывают несущественное изменение на структуру компонентов ПВПФК, а в некотором случае даже приводят к декомпозиции общей структуры компонентов психофизического потенциала будущих практических сотрудников ОВД.

Полученные нами данные факторного анализа психофизического потенциала согласуются с исследованиями авторов [2, 7, 14], в которых отражено незначительное содержание факторов в психомоторном и кондиционном компонентах в их внутренней

структуре, данный факт обусловлен отсутствием синхронизации ведущих компонентов в построении структуры движения. Однако в координационном компоненте происходит не столько изменение состава основных КС, сколько отмечается вариативность перемещения позиций данных способностей внутри структуры психофизических способностей и увеличение количества факторов с изменением «факторного веса» каждого из них.

### Выводы

Разработанная методика и алгоритм сопряженного воздействия средств разной двигательной-координационной направленности в предлагаемой системе подготовки «равномерность + сопряженность + вариативность» позволяет на завершающих этапах обучения в учреждениях образования системы МВД существенно повышать эффективность процесса ППФП курсантов, а также расширять резервные возможности их психофизического и технико-тактического потенциала, что будет способствовать более эффективному решению оперативно-служебных задач в предстоящей профессиональной деятельности.

Выявленная вариативность связующих показателей во внешней и внутренней структуре психофизического потенциала курсантов позволила построить индивидуальную модель структуры ПВПФК будущих практических сотрудников ОВД за счет применения разработанной авторской методики, что подтверждается динамикой изменений исследуемых показателей курсантов ЭГ в отличие от менее вариативной структуры психофизического потенциала КГ.

### Список использованных источников

1. Каранкевич, А. И. Психофизическая готовность курсантов учреждений образования МВД Республики Беларусь к эффективной профессиональной двигательной деятельности : моногр. / А. И. Каранкевич, В. А. Барташ. – Могилев : Могилев. ин-т МВД, 2016. – 200 с.
2. Михута, И. Ю. Повышение координационных способностей учащихся суворовских училищ на этапе начальной профессионально-прикладной физической подготовки : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / И. Ю. Михута ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск, 2013. – 24 с.
3. Туревский, И. М. Структура психофизической подготовленности человека : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / И. М. Туревский. – М., 1998. – 353 л.
4. Егорычев, А. О. Теория и технология управления психофизической подготовкой студентов к профессиональной деятельности : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / А. О. Егорычев. – Ярославль, 2005. – 317 л.
5. Барташ, В. А. Развитие двигательных способностей в процессе становления спортивного мастерства в рукопашном бое : учеб.-метод. пособие / В. А. Барташ. – Минск : БГУФК, 2012. – 439 с.
6. Васюк, В. Е. Комплексная интегральная оценка двигательной-координационной пригодности к деятельности в условиях временной и альтернативной неопределенности / В. Е. Васюк, В. А. Барташ, А. И. Каранкевич // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – вип. 102. Т. II. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт / редакц. кол.: М. О. Носко (гол. ред.) [и др.]. – Чернігів : ЧНПУ ун-т ім. Т. Г. Шевченка, 2012. – С. 24–27.
7. Гадалов, А. В. Формирование готовности курсантов вузов МВД России к единоборству с правонарушителями : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А. В. Гадалов ; Москов. акад. МВД России. – М., 2000. – 24 с.
8. Дружинин, А. В. Совершенствование координационных способностей курсантов вузов МВД России в процессе профессионально-прикладной физической подготовки : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А. В. Дружинин. – Екатеринбург, 2003. – 147 л.
9. Каранкевич, А. И. Инновационный подход к построению методики повышения уровня профессионально важных качеств курсантов системы МВД в процессе

профессионально-прикладной физической подготовки / А. И. Каранкевич, И. Ю. Михута, В. А. Лисовский // Совершенствование системы подготовки кадров в высшем учебном заведении: проблемы и перспективы развития : сб. науч. ст. / ГрГУ им. Я. Купалы ; редкол. : В. М. Кривчилов (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2017. – С. 118–120.

10. Каранкевич, А. И. Тренажерно-исследовательский комплекс «Лабиринт» в диагностике психофизической подготовленности сотрудников органов внутренних дел / А. И. Каранкевич // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности: материалы II Междурар. науч.-технич. конф. (Минск, 17–18 октября 2012 г.); редкол.: И. В. Бельский [и др.]. – Минск : БНТУ, 2012. – С. 32–38.

11. Устройство для диагностики и развития координационных способностей спортсмена в контактном единоборстве : пат. 19442 Республика Беларусь, МПК А 63В 21/02, А 63В 69/22 / А. И. Каранкевич, В. Е. Васюк, В. А. Барташ, Ю. В. Воронович; заявители и патентообладатели: Могилевский ин-т МВД Респ. Беларусь, Бел. нац. техн. ун-т, Бел. гос. ун-т физ. культуры. – №а20121034. – заявл. 11.07.2012. – Оpubл. 30.08.2015. – 6 с.

12. Михута, И. Ю. Метрологическое обоснование тестовых заданий по оценке психофизической готовности и пригодности к профессиональной деятельности / И. Ю. Михута // Весн. Брэсцкага ўн-та. – 2012. – № 1. – С. 153–165.

13. Каранкевич, А. И. Метрологическое обоснование методики диагностики психофизической подготовленности курсантов учебных заведений Министерства внутренних дел к будущей профессиональной деятельности / А. И. Каранкевич, И. Ю. Михута // Ученые записки : сб. рец. науч. тр. / редкол: Т. Д. Полякова (гл. ред) [и др.] ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2017. – Вып. 20. – С. 141–148.

14. Лях, В. И. Координационно-двигательное совершенствование в физическом воспитании и спорте: история, теория, экспериментальные исследования / В. И. Лях // Теор. и практ. физ. культ. – 1995. – № 11. – С. 16–24.

---

\*Сведения об авторах:

Лисовский Виктор Александрович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Михута Игорь Юрьевич,

УО «Брестский государственный педагогический университет им. А. С. Пушкина».

Каранкевич Александр Игоревич,

УО «Могилевский институт МВД Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 31.10.2019 г.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК КОМПОНЕНТ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ В ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Г. М. Белоглядова\*

*Статья посвящена проблеме совершенствования самостоятельной работы магистрантов по иностранному языку. Особое внимание уделяется описанию учебного пособия нового поколения. Материал статьи обосновывает эффективность применения технологий интерактивных форм обучения, способствующих правильной организации самостоятельной работы, которая составляет основу личностного развития и формирования языковых компетенций магистранта. Описана технология ведения Языкового портфолио.*

*The article is devoted to the problem of improving the Master's Degree students' independent study of foreign language. Special attention is paid to the description of a new generation textbook. The material of the article prove the efficiency of interactive technologies that contribute to the organization of independent work as the basis of personal development and the formation of Master's Degree Students language competencies. The technology of Language Portfolio is described.*

Учебная дисциплина «Иностранный язык» в магистратуре Военной академии Республики Беларусь занимает важное место в структуре комплексной подготовки магистрантов к их научно-исследовательской деятельности и, наряду с другими дисциплинами специальной подготовки, должна способствовать формированию навыков военного исследования в области профессиональных интересов. Многоуровневая структура обучения в Военной академии предполагает повышение фундаментальности военного образования на этапе обучения в магистратуре, а также роли самостоятельной и научно-исследовательской работы магистрантов.

Содержание образования на второй ступени (в магистратуре) выступает как «способ развития и саморазвития личностных качеств исследователя как одно из условий подготовки квалифицированного выпускника» [1, с. 12]. Знание иностранного языка признается частью общей компетенции слушателя магистратуры по различным направлениям подготовки в соответствии с выбранной специализацией. Владение иностранным языком магистрантами «повышает статус отечественных специалистов, усиливает профессиональную конкурентоспособность, обеспечивает удовлетворение научных, профессиональных и деловых контактов» [1, с. 6].

Учитывая то, что развитие высшего образования способствует смещению акцента с формирования системы знаний, умений, навыков студентов на становление и развитие их профессиональной самостоятельности, исследовательской компетентности [2, с. 321], одной из основных целей преподавания иностранного языка в магистратуре Военной академии вместе с такими задачами, как коммуникативность обучения и использование инновационных технологий, становится увеличение роли самостоятельной работы на всех этапах изучения языка.

Анализ научных трудов показал, что самостоятельная работа может рассматриваться, с одной стороны, как вид познавательной деятельности и как система организации педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью (Л. Вяткин, В. Козаков, А. Молибог и др.), с другой – как форма учебной деятельности (В. Граф, И. Ильясов, В. Ляудис и др.). Некоторые ученые, такие как Ю. Бабанский, Л. Жарова и др. полагают, что самостоятельная работа – это метод обучения. Согласно Р. Миньяр-Белоручеву, самостоятельная работа – это форма обучения, предусматривающая индивидуальную работу студентов в соответствии с установкой преподавателя или учебника [3]. По мнению Р. Мильруда, самостоятельная работа – «это резерв повышения эффективности учебного процесса» [4, с. 6].

Как видим, существуют различные точки зрения определения самостоятельной работы. Мы полагаем, что наиболее полное толкование термина «самостоятельная работа» сформулированы И. А. Зимней, которая считает, что самостоятельная работа студента – это «целенаправленная, внутренне мотивированная, структурированная самим субъектом в совокупности выполняемых действий и корригируемая им по процессу и результату деятельность» [5, с. 229], и П. И. Пидкасистым, который утверждает, что самостоятельная работа в высшей школе является специфическим педагогическим средством организации самостоятельной деятельности и управления ей в учебном процессе [5, с. 31].

В настоящее время одной из приоритетных задач, стоящих перед преподавателями кафедры иностранных языков Военной академии, является задача приобщить магистрантов к самостоятельной научно-исследовательской деятельности средствами иностранного языка, развить такие умения, как поиск информации, ее анализ, оценка информативности материала, общение на основе полученной информации, подготовка докладов для выступления на конференции, написание научных статей и др.

Нельзя не отметить тот факт, что небольшое количество аудиторных часов (140), отводимых на изучение иностранного языка в магистратуре, повышает значимость самостоятельной работы в учебном процессе и делает актуальным создание современных учебных пособий, в которых представлен учебный материал для самостоятельного изучения как в аудиторных условиях, так и во внеаудиторное время. Важным моментом в этом процессе является доступность материалов учебного пособия, от чего будет зависеть степень усвоения необходимого материала, а также достижение целей обучения, решение поставленных задач и в конечном итоге – получение ожидаемого результата.

На кафедре иностранных языков разработано учебное пособие по английскому языку для слушателей магистратуры «English for Master's Degree Students» (авт. Ю. В. Маслов, Г. М. Белоглядова). Пособие четко структурировано: учебная информация, содержащаяся в учебных текстах и заданиях, распределена по аудиторным занятиям (70 занятий) и сгруппирована в четыре модуля: «On Science and Scientists», «Researcher Training», «Scientific Cooperation», «Individual Research Work». Каждый модуль имеет специфическую цель и завершается блоком контрольно-оценочных заданий. Каждый модуль содержит лексико-грамматический и текстовый материал аудиторных занятий в объеме курса обучения, а также задания для самостоятельной работы магистрантов. Такая структура учебного материала позволяет в процессе изучения иностранного языка выстроить самостоятельную работу магистрантов в следующих видах деятельности:

перевод с листа (аудиторно с помощью преподавателя), который составляет за курс обучения 8050 печатных знаков;

полный письменный перевод (самостоятельная работа) – 14 000 печатных знаков;

реферативный перевод с написанием аннотации – 29 400 печатных знаков;

работа с материалами по направлению исследования магистранта в сети Интернет – 24 000 печатных знаков.

Заметим, что в пособии представлен материал для самостоятельной работы магистрантов из расчета 4 часа на каждые 2 академ. часа аудиторной работы. Материал для самостоятельной работы (Self-Study Material) представлен цельными блоками после каждого двух аудиторных занятий и сопровождается различными заданиями, что позволяет управлять процессом развития у магистрантов профессионально необходимых иноязычных умений. Тщательно продуманные задания могут быть использованы как на аудиторных занятиях, так и во время внеаудиторной работы. Магистрантам предоставляется возможность работать над их выполнением в аудитории:

**индивидуально:**

- *Work individually. Produce a similar text (100 words) about your research efforts. Render it in English.*

- *Read the description. Make sure you understand it. Complete the story with 3-5 sentences of your own.*

- Individually, summarize the information of this class in writing (100 words in English).
- Work individually. Study the template below. Produce an abstract of a research article based on your current work.

**в парах:**

- Ask your partner about his/her research plans. Report the information.
- Work in pairs. Compare the two images. Describe the process of research work.
- Work in pairs. Translate the description at sight.
- Work in pairs. Study the following questions. "Interview" a partner experienced in conference participation.
- Work with a partner. Study the table and comment on the statistics. Evaluate the quality of the journals.

**в небольших группах:**

- Work in small groups. Comment in detail on the DARPA and its military research activities. Produce a brief report.
- Work in small groups. Study descriptions A–D of the Defense College courses. "Choose" a course to take, given your English skills are better.
- Work in groups of four (partners A–D). Each partner studies one abstract, then shares the information with the group.
- Work in small groups. Share the key terms of your research area. Explain their relevance for your study. Use your 95-item lists of terminology.

В целях иллюстрации заданий магистрантам для самостоятельной работы во внеаудиторные часы приведем некоторые их виды:

- Read the following text for information (2000 characters). Prepare a 50-word summary in Russian.
- Read the following text (50 words). Study its translation into Russian. Analyze the mistakes made by the translator. Produce a revised translation version of the English text.
- Read the description of one weapon system (1800 characters). Translate the text into Russian. Time limit is 45 minutes.
- Do online research. Prepare a 2000-character text in English that describes the life and activities of a scientist who worked in your area of research. Prepare to translate this text at sight.
- Do online research. Find a research article in English related to your area of expertise (5000+ characters). Prepare to report its contents in class.
- Do online research. Collect more information about research activities of leading Belarusian universities. Prepare a 2000-character report in English.
- Visit the official site at <http://www.ndc.nato.int/research/> of NATO Defense College and explore its contents. Prepare a 2000-character summary of your virtual visit.

Отметим, что самостоятельная работа магистрантов более эффективна, если она организуется как парная или в ней участвуют несколько человек. Групповая работа помогает реализовать воспитательный потенциал иностранного языка, усиливая фактор мотивации и взаимной активности, воспитывает чувства коллективизма и ответственности за выполненную работу, повышает эффективность познавательной деятельности магистрантов и, благодаря взаимному контролю, позволяет вести беседу на изучаемом языке. Авторы пособия предлагают следующие **виды совместных заданий-проектов:**

- Work in groups of three. Prepare a 4000-character review of Module One material in English (Classes 01–15). Provide a detailed plan and organize your text well. For your information, the size of the report is just two printed pages.
- Work in small groups. Produce a visualized representation of your research tools. Report the results in class.
- Work in groups of three. Describe the avenues for scientific progress in the sphere of research and development. Prepare a joint presentation of your ideas. Use the materials designed for self-study (Classes 29–30, 31–32, 39–40).

- *Work together. Conduct a mini-conference. Present the contents of research articles / conference proceedings volumes using your self-study materials.*

- *Work in small groups. Prepare a call for papers for a conference (real or imaginary) to be held at your department of chair (250 words in English).*

В 2018–2019 учебном году в обучении иностранному языку слушателей магистратуры преподавателями кафедры иностранных языков использована технология Языкового портфолио (Language Portfolio), которая является эффективным средством оценивания языковой компетентности магистранта, его умений работать самостоятельно, а также самооценки самих обучающихся. Технология Language Portfolio реализует инновационный подход к учебному процессу и является важным фактором воспитания и развития способностей самостоятельной работы магистрантов, отражает результативность обучения, одновременно выступая средством контроля на всех этапах.

На протяжении всего обучения в рамках курса иностранного языка каждый магистрант вел так называемое *«Языковое рабочее портфолио»*, содержание которого включает следующие разделы:

#### I. PERSONAL INFORMATION FILE.

- 1.1. Résumé/CV (Curriculum Vitae).
- 1.2. Researcher's Questionnaire.
- 1.3. Info File on Research.
- 1.4. Application Form.

#### II. LEARNING ACTIVITIES.

- 2.1. Description of researcher activities.
- 2.2. Description of research efforts.
- 2.3. Detailed description of research plan.
- 2.4. Correct translation of English terms that belong to research area.
- 2.5. Writing summary of the text in Russian (50 words).
- 2.6. Writing summary of the text in English (100 words).
- 2.7. Written translation of the text (1800) characters into Russian.
- 2.8. A 4000-character review.
- 2.9. Performance of vocabulary and grammar tests.

#### III. INTERNAL COMMUNICATION (Classroom Activities).

- 3.1. Reports (informal).
- 3.2. Multimedia presentations.
- 3.3. Articles (abstract in Russian and English).

#### IV. EXTERNAL COMMUNICATION (Extracurricular Activities).

- 4.1. Reports (formal).
- 4.2. Poster presentation.
- 4.3. Conference Presentation.
- 4.4. Articles publication.

#### V. STUDY ACHIEVEMENTS.

- 5.1. Writing Research Articles.
- 5.2. Writing Review.
- 5.3. Scientific Methods Description.
- 5.4. Practical Application of Research Description.
- 5.5. Research Work Description (Abstract, Introduction, Body, Conclusion, References).



В Языковое портфолио также входит пакет письменных работ, выполненных магистрантом самостоятельно – переводы научных статей, монографий, различных публикаций по направлению исследования.

При обучении письменной речи большое значение имеет контроль навыков и умений магистрантов. Промежуточный контроль проводится в форме письменного лексико-грамматического теста, разработанного на материале каждого модуля. Составляя тесты, мы исходили из того, что в процессе создания письменной речи на иностранном языке магистрант должен владеть основными лексико-грамматическими единицами и правилами порождения письменного высказывания. Тесты однотипны, содержат одинаковые задания. Нами разработана шкала оценивания каждого задания в зависимости от сложности. Максимальное количество пунктов, которое может набрать магистрант, – 100. Чтобы получить «зачтено», минимальное количество правильно выполненных пунктов должно составлять 60. Приведем примеры заданий теста:

- I. Give one word for the definitions below ( $0.5 \times 10 = 5$  points).
- II. Make 3-word combinations that make sense ( $1 \times 5 = 5$  points).
- III. Rewrite the sentences correctly ( $1.5 \times 5 = 7.5$  points).
- IV. Rewrite the sentences. Correct the grammar ( $2.5 \times 10 = 25$  points).
- V. Rewrite the sentences. Fill in the correct words ( $3 \times 5 = 15$  points).
- VI. Ask questions for information ( $3.5 \times 5 = 17.5$  points).
- VII. Read the description. Fill in the missing information ( $5 \times 5 = 25$  points).

Апробация обучения самостоятельной работе по иностранному языку с применением вышеуказанных технологий проводилась на базе группы магистрантов очной формы обучения (20 военнослужащих) на основе использования учебного пособия «English for Master's Degree Students». Результаты промежуточного и итогового контроля демонстрируют постепенное формирование умений и навыков самостоятельной работы. Результативность обучения находит свое отражение в сознательной самостоятельной продуктивной письменной деятельности магистрантов. Экспериментальная апробация пособия «English for Master's Degree Students» показала, что самостоятельная работа магистрантов должна носить системный характер. Выполнение различных видов заданий способствует более эффективному овладению учебного материала, познавательных и профессиональных интересов, формированию устойчивой мотивации к изучению английского языка в условиях военного вуза, развитию творческой активности.

Анализ применения технологии составления Языкового портфолио показал, что эта технология обладает большим потенциалом и находит положительный отклик у обучающихся, повышает их мотивацию, дисциплинирует и воспитывает личную ответственность за результаты учебного процесса, способствует развитию сознательного отношения к процессу обучения и его результатам, позволяет осуществлять постоянный мониторинг знаний магистрантов.

Описанные выше технологии обучения иностранному языку слушателей магистратуры нельзя отнести к традиционным в методике преподавания иностранного языка в военном вузе, но очевидно, что они займут в ближайшее время особое место в обучении военнослужащих, обучающихся по программе второй ступени высшего образования – магистратуры.

## Список использованных источников

1. Аكوпова, А. С. Подготовка магистрантов гуманитарных факультетов университета к научно-исследовательской деятельности в курсе иностранного языка : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / А. С. Аكوпова. – Ростов н/Д., 2005. – 214 с.
2. Митяева, А. М. Компетентностная модель многоуровневого высшего образования (на материале формирования учебно-исследовательской компетентности бакалавров и магистров) : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / А. М. Митяева. – Волгоград, 2007. – 399 с.
3. Миньяр-Белоручев, Р. К. Методический словник : толковый слов. терминов метод. обучения яз. / Р. К. Миньяр-Белоручев. – М. : Стелла, 1996. – 144с.
4. Мильруд, Р. П. Самостоятельная работа как средство повышения обучаемости школьников / Р. П. Мильруд // Вопросы интенсификации обучения иностранным языкам в школе. Самостоятельная работа школьников по иностранному языку. – 1987. – Вып. 4. – С. 6–19.
5. Зимняя, И. А. Педагогическая психология : учеб. пособие для вузов / И. А. Зимняя. – Изд. 2-е, доп., испр. и перераб. – М. : Логос, 2001. – 384 с.
6. Гарунов, М. Г. Самостоятельная работа студентов / М. Г. Гарунов, П. И. Пидкасистый. – М. : Знание, 1978. – Вып. 1. – 34 с.

---

\*Сведения об авторе:

Белоглядова Галина Матвеевна,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 03.09.2019 г.

## ВИРТУАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ И УЧЕТ ЕЕ ОСОБЕННОСТЕЙ В ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С. В. Верлуп, кандидат юридических наук, доцент,  
профессор Академии военных наук Российской Федерации\*

*В статье рассмотрены особенности виртуального компонента информационной сферы жизнедеятельности личности, общества и государства. Выработаны подходы к определению содержания понятия «виртуальная составляющая информационной обстановки» в сфере информационной деятельности Вооруженных Сил Республики Беларусь. Сформулированы предложения по использованию полученных результатов в воспитательной работе в Вооруженных Силах Республики Беларусь.*

*The features of information sphere's virtual component are studied in activity of person, society and state. The approaches for definition's content «virtual component of the information status» are worked out in sphere of information activity of the Armed Forces of the Republic of Belarus. Offers for using of the received results in educational work in Armed Forces of Republic of Belarus are formulated.*

Результаты разработки данной проблемы позволяют в качестве введения к рассматриваемой теме использовать следующие главные выводные положения [1–5]. *Первое* – «информационная обстановка» относится к сфере информационной деятельности Вооруженных Сил Республики Беларусь (ИД ВС), т. е. является особым понятием. В то же время на основе общих закономерностей в наборе компонентов информационной обстановки также должны быть элементы, обязательные для структуры модели любого вида обстановки: противоборствующая сторона (противник); свои силы и средства, а также союзников (соседей); факторы и условия среды; процесс (механизм) оценки состояния и прогнозов развития. *Второе* – специфическими особенностями содержания современной информационной обстановки, что распространяется и на сферу ИД ВС, в настоящее время и в перспективе является диалектическое единство двух компонентов: информационно-технического и информационно-психологического (человеческого). *Третье* (но главное, по сути) – общее информационное пространство функционирования каждого из указанных компонентов должно (с известной долей условности) делиться на две части: *реальную информационную обстановку и виртуальную информационную обстановку*. По мнению автора, такое деление информационной сферы жизнедеятельности человека (людей) и общества как в целом, так и информационной обстановки в частности, на две взаимосвязанные и взаимообусловленные составляющие – реальную и виртуальную, выступает в современных реалиях не просто необходимым, а обязательным условием познания истинной сути информационной обстановки.

На основе указанных подходов сформулировано и предложено общее определение понятия информационной обстановки в сфере ИД ВС Республики Беларусь в условиях мирного времени, так как не вызывает сомнения то, что в условиях нарастания военной угрозы и условиях военного времени содержание и сущность будут иметь соответствующее наполнение. **Информационная обстановка** – это совокупность развивающихся факторов и условий реального и виртуального информационного пространства (среды) в сфере обеспечения военной безопасности Республики Беларусь, которые в каждой среде и в комплексе влияют на характер и направленность действий источников и носителей угроз информационной безопасности в отношении ВС и процесс принятия решений органами управления ВС, касающихся выбора ими адекватных данным угрозам сил, средств,

*форм и методов служебной деятельности и идеологической работы с военнослужащими и гражданским персоналом ВС, населением республики и международной общественностью* [1].

В то же время анализ показывает, что при уяснении сути как самого понятия «информационная обстановка», так и его составляющих, которые являются развивающимися, противоречивыми и сложными системными объектами и, несмотря на наличие достаточного числа теоретико-прикладного материала, все же сохраняется проблема их однозначного предметно-смыслового понимания и прежде всего ее виртуального компонента в конкретных сферах деятельности, в данном случае – в воспитательной работе в ВС Республики Беларусь. Таким образом, возникает потребность в решении научной задачи, связанной с обобщением теоретико-прикладных аспектов, касающихся уточнения содержания и сущности понятия «виртуальная составляющая информационной обстановки» в сфере ИД ВС и его особенностей; на этой основе – подходов, необходимых для учета в воспитательной работе в ВС Республики Беларусь. Это целесообразно осуществить путем анализа положений и требований нормативных правовых актов, прежде всего Концепции национальной безопасности Республики Беларусь (далее – Концепция НБ), Концепции информационной безопасности Республики Беларусь (далее – Концепция ИБ), Военной доктрины Республики Беларусь и Министерства обороны Республики Беларусь [6–9], систематизации и творческой адаптации продуктивных результатов теории и практики управления информационным пространством личности, общества и государства и актуального понятийного аппарата для комплексного применения полученных результатов. Под комплексным применением нами понимается то, что ИД является одним из основополагающих элементов системы идеологической работы в ВС Республики Беларусь, в контексте основных задач которой определены воспитание у военнослужащих и гражданского персонала преданности Республике Беларусь, верности воинскому долгу по защите личности, общества и государства [9].

Как было указано выше, информационное пространство (среда) объективно включает в себя виртуальный компонент, поэтому укажем его главные аспекты и характеристики. Прежде всего, благодаря использованию достижений информационных технологий, а именно глобальных информационных сетей типа Интернет, беспроводных широкополосных систем, спутниковых систем связи, цифрового радио и телевидения, сотовых сетей связи, появилось так называемое виртуальное пространство, в котором исчезли его границы в привычном понимании, в первую очередь в общении между людьми.

Так что же такое виртуальность в общем понимании и виртуальное пространство, в частности [10, 11]?

**Виртуальное** (англ. *virtual reality* от *virtual* – фактический, *virtue* – добродетель, достоинство; ср. лат. *virtus* – потенциальный, возможный, доблесть, энергия, сила, а также мнимый, воображаемый. Проблемы виртуальности и виртуальной реальности изучает *виртуалистика*, которая как самостоятельная комплексная научная дисциплина сформировалась и получила развитие в 1980–90-е гг. XX в.; включает в себя философский, научный и практический разделы; на настоящий момент единообразного понимания предмета дисциплины достигнуть не удалось. Виртуалистика включает в себя значительное число концепций и гипотез, относящихся прежде всего к природе виртуальной реальности и процессу ее формирования; разрабатывает проблемы происхождения виртуальной реальности, ее взаимодействия с объективной и субъективной реальностями, а также природы виртуальной реальности и ее влияния на практическую деятельность людей. Источником ее возникновения стало бурное развитие информационных технологий и Интернета, а также различных систем обеспечения взаимодействия людей с виртуальной реальностью.

Подходы к решению проблем виртуалистики активно разрабатываются в разных странах мира, но автор солидарен со взглядами российских исследователей Института человека РАН (находятся в открытом доступе). Они, в отличие от зарубежной философской традиции, акцентирующей внимание преимущественно на проблеме коммуникации

«человек–машина», моделировании нового типа реальности посредством компьютерной техники и т. д., уделяют главное внимание выработке философской концепции понимания, анализа и оценки феномена виртуальной реальности.

Российская школа виртуалистики выделяет четыре основных *характеристики* (свойства) *виртуальной реальности*:

1) *порожденность* (виртуальная реальность производится активностью другой, внешней к ней реальностью);

2) *актуальность* (виртуальная реальность существует только актуально, т. е. в момент наблюдения – «здесь и сейчас»);

3) *интерактивность* (виртуальная реальность может взаимодействовать со всеми другими реальностями, в том числе и с порождающей ее, но в то же время обладать самостоятельностью и независимостью от этой взаимодействующей с ней реальностью);

4) *автономность* (имеет свои законы бытия, времени и пространства).

На этом основании (концептуально) человек существует на одном из возможных уровней психических реальностей, относительно которого все остальные, потенциально существующие реальности имеют статус виртуальных. В то же время с 1990-х гг. XX в. все большее влияние приобретают концепции, прочно связывающие виртуальность исключительно с интеграцией человека и машины, с появлением принципиально иного типа информационного пространства и коммуникации (Интернета) и с попытками моделирования реальностей нового типа [10, 11].

В сфере виртуалистики выработаны и в настоящее время применяются следующие основополагающие понятия и термины.

**Виртуальность** – объект или состояние, которые реально не существуют, но могут возникнуть при определенных условиях; эти условия по-разному формулируются в различных подходах. Для нас наибольший интерес представляет суть следующих подходов: онтологического и влияния на виртуальность развития компьютерных и информационных технологий.

*Онтологический* (на базе единства теории познания и логики) – рассматривает виртуальность как некоторое потенциальное состояние бытия, наличие в нем определенного активного начала, предрасположенность к появлению (прежде всего, управляемому) некоторых (нужных, желаемых, задаваемых) событий или состояний, которые могут реализоваться при соответствующих условиях.

*Влияние на виртуальность развития компьютерных и информационных технологий* основывается на том, что с помощью современных технических средств можно погрузиться в виртуальную реальность, в которой субъект не будет различать вещи и события действительного и виртуального мира: мир дан ему непосредственно в его ощущениях, а они оказываются на этом уровне неразличимыми. Однако поскольку виртуальная реальность характеризует состояние сознания, то тем самым она отличается от реальности объективной, в том числе от мира нашей повседневной жизни. С позиций данного подхода с аналогичной точки зрения следует рассматривать виртуальные реальности, встречающиеся в психологии, эстетике и в духовной культуре в целом.

**Виртуальная реальность (ВР)** (англ. *virtual reality, VR* – искусственная реальность) – созданный техническими средствами мир (объекты и субъекты), передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и др. ВР (VR) имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие. Для создания убедительного комплекса ощущений реальности компьютерный синтез свойств и реакций виртуальной реальности производится в реальном времени. Объекты виртуальной реальности обычно ведут себя близко к поведению аналогичных объектов материальной реальности. Пользователь может воздействовать на эти объекты в согласии с реальными законами физики (гравитация, свойства воды, столкновение с предметами, отражение и т. п.). Однако часто в развлекательных целях пользователям виртуальных миров позволяет больше, чем возможно в реальной жизни (например, летать, создавать любые предметы и т. п.).

Наиболее конкретное, по мнению автора, определение данного понятия приводит В. К. Новиков: «**Виртуальная реальность** – это интерактивная графика в реальном масштабе времени с трехмерными моделями, в которые погружается человек. При этом погружении создается впечатление пребывания в реальной ситуации» [12]. В то же время не следует путать виртуальную реальность с дополненной реальностью: первая конструирует новый искусственный мир, а дополненная – лишь вносит отдельные искусственные элементы в восприятие мира реального.

**Виртуальное пространство** (англ. *virtual space*) – пространство, в котором координаты примитивов вывода не зависят от устройств.

**Системы «виртуальной реальности»** – устройства, которые более полно по сравнению с обычными компьютерными системами имитируют взаимодействие с виртуальной средой путем воздействия на все пять имеющихся у человека органов чувств. Основные из них:

- *3D-очки и 3D-шлемы виртуальной реальности (HMD–display)*; поворачивая голову со специальным шлемом, человек может менять точку восприятия пространственной сцены, а совершая в шлеме движения в пространстве, перемещаться в виртуальной реальности; экраны, находящиеся в шлеме, создают полную иллюзию зрительного, объемного восприятия виртуальной реальности;

- *Motion Parallax 3D-дисплеи* (от некоторых смартфонов до комнат виртуальной реальности (CAVE));

- *перчатки и костюмы виртуальной реальности* (например, экзоскелетон), имитация звуков и тактильных ощущений; «перчатки данных» позволяют совершать действия в виртуальном пространстве, ощущая тактильные сигналы обратной связи от предметов, существующих в этом пространстве; экзоскелетон передает движения мышц человека через компьютер и формирует у него проприоцептивные ощущения (например, в настоящее время разработаны модели костюмов для киберсекса, с помощью которых любой пользователь может добиться полной иллюзии обладания кинозвездами Голливуда);

- *системы наиболее точного воссоздания контакта пользователя с окружением* (интерфейсы пользователя: компьютерный руль с педалями, рукояти управления устройствами, целеуказатель в виде пистолета и т. д.);

- *интерактивные компьютерные игры, основанные на отождествлении игрока с персонажем игры, видимым или подразумеваемым*. Это целый класс игр-симуляторов какого-либо рода деятельности (экономической, спортивной, управления транспортом и т. д.), аттракционов виртуальной реальности, иными словами, симуляторов любых чувств и ощущений, от эротических до желаемых экстремальных (военных: боя, взрыва, выстрела, поражения противника копьем, ножом, мечом, другим оружием) [10–12].

В то же время главным вопросом остается уяснение сути и направленности воздействий виртуальных систем на личность, общество и государство в информационном плане, которые в самом общем понимании могут классифицироваться как прогрессивные, способствующие развитию и деструктивные информационные воздействия [7, п. 8]. При этом в отношении деструктивного вектора нас интересуют в главном риски, вызовы и угрозы виртуальной составляющей информационной среды, требующие учета в воспитательной работе с военнослужащими и гражданским персоналом ВС Республики Беларусь.

Концепция ИБ отмечает, что «состояние информационной сферы в Республике Беларусь характеризуется высоким уровнем доступа населения страны к массовой информации. Количество национальных средств массовой информации и Интернет-ресурсов неуклонно увеличивается, формируется при участии государства и в негосударственном секторе. Белорусское информационное пространство открыто для активной работы иностранных СМИ и интернет-ресурсов. В стране ежегодно увеличиваются пропускная способность внешних каналов доступа в сеть Интернет, количество интернет-пользователей, абонентов сетей электросвязи. Также развивается информационное взаимодействие граждан, создаются сетевые сообщества для коммуникации, обмена информацией, опытом

и знаниями, общественного обсуждения проектов нормативных правовых актов, широко применяется практика краудфандинга, повышается роль общественных советов и независимых экспертов в принятии решений государственными органами, формируются институты общественного самоконтроля в целях сохранения исторического, культурного наследия и укрепления правосознания... В целом белорусскому информационному пространству в полной мере свойственны мировые тренды информатизации, в том числе перевод СМИ в цифровой формат (дигитализация), сочетание их различных типов (мультимедийность), адаптация информационного продукта к распространению через Интернет, сближение и слияние в нем различных типов СМИ (конвергенция)» [7].

Перечисленные характеристики информационной сферы и есть виртуальный компонент в жизнедеятельности человека и общества, а его устойчивое сохранение в перспективе, соответственно и присущих вышеуказанных систем (как средств реализации), однозначно способствует развитию интеллекта человека, общества и общественных отношений. При этом еще раз отметим, что этот компонент предоставил одновременно новые возможности воздействия на психику человека, прежде всего, на его сознание и подсознание. В рамках реализации таких воздействий, их сущности и содержания, целей, задач и используемых средств сформировалось и вошло в оборот такое новое понятие, как «виртуальное информационно-психологическое оружие». В этом плане нами разделяется точка зрения В. К. Новикова о том, что с позиции классификации данное оружие является элементом такого системного понятия, как «информационное оружие» [12]. Считаем, что указанный автор приводит аргументированную точку зрения по вопросу познания сути виртуального информационно-психологического оружия, которую целесообразно использовать в данной статье.

По определению В. К. Новикова, *виртуальное информационно-психологическое оружие* – это совокупность специальных компьютерных систем и средств, а также систем обратной связи (сопряженных с органами чувств человека, которые позволяют создать в целях управления поведением человека деструктивный вымышленный (идеальный) мир и сделать человека активным участником этого мира. Данный автор полагает, что виртуальные средства информационно-психологического оружия могут быть классифицированы по следующим критериям: виртуальные игрушки (типа «Тамагочи»); виртуальные программные игры (типа «Creature»); виртуальные комплексы; виртуальные системы (типа «Киберпанк»); виртуальные комплексы сопряжения с открытыми телекоммуникационными сетями (в том числе глобальными); «виртуальные города» [12]. Считаем целесообразным раскрыть общее содержание указанных средств.

*Виртуальная игрушка (типа «Тамагочи»)* – это компьютерное (виртуальное) животное-игрушка, диалог человека с которой осуществляется в интерактивном режиме. В данной компьютерной мини-игрушке записана программа таким образом, чтобы владелец этой игрушки непрерывно днем и ночью заботился о своем питомце. Всякое отступление от этой программы может привести к гибели игрушки. Воспитание «Тамагочи» напоминает воспитание ребенка: избыточная опека, неусыпный контроль, неизбежное беспокойство и бездонный резервуар для родительской любви и нежности. Владелец «Тамагочи», таким образом, уходит от реальной действительности в виртуальную реальность.

*Виртуальные программные игры (типа «Creature» – «существо»)* – компьютерные программы, работающие в интерактивном режиме, при этом заложенный в них порядок появления сведений о происходящих событиях на экране как бы передается по наследству, причем «потомство» гораздо умнее предков.

*Виртуальные комплексы* – комплексы программных и специальных средств передачи сведений, воздействующих на органы чувств человека, а также систем и устройств обратной связи от тактильных ощущений человека, позволяющих создать необходимую ему виртуальную реальность.

*Виртуальные системы (типа «Киберпанк»)* – системы экранизированных литературных и музыкальных произведений, созданных с помощью современных

компьютерных систем, в которых человек становится непосредственным участником происходящих событий.

*Виртуальные комплексы сопряжения с открытыми телекоммуникационными сетями (в том числе глобальными)* – комплексы, позволяющие показать человеку виртуальную реальность и создать условия, чтобы быть активным участником разыгрываемых событий.

*Виртуальные города* – объединение человека и виртуальной реальности, созданное с помощью информационных систем и средств и позволяющее человеку не только воспринимать реактивность, но и взаимодействовать с ней. Любой человек, обладающий компьютером и имеющий возможность попасть с помощью систем связи в виртуальный город, может стать жителем этого города. При приобретении гражданства человеку предлагается выбрать внешний вид и подобрать одежду. В последующем человек может общаться с жителями города, развлекаться, вступать в брак, делать покупки, выбирать президента, депутатов и правительство, участвовать в спортивных состязаниях, отдыхать. Кроме того, здесь может совершаться жульничество, обман, шпионаж и т. п. Нет никого сомнения, что личность даже со здоровой психикой вряд ли захочет покинуть быстро этот идеальный мир [12].

Общепризнанно выделяют два главных свойства систем, создающих виртуальную реальность и отличающих их от традиционных систем компьютерной графики. Первое – это многомодальность интерфейса, которое заключается в том, что кроме восприятия зрительных сведений эти программы позволяют задействовать и другие органы чувств человека – слух, осязание, обоняние. Второе – непосредственное формирование опыта, состоящее в том, что системы, создающие виртуальную реальность, обеспечивают непосредственное участие в ней человека. Так, в наиболее совершенных системах, таких как виртуальные комплексы, сопряженные с открытыми телекоммуникационными сетями (в том числе глобальными), человек может дотронуться рукой до виртуального объекта, приблизить его к себе, взять в руку, повернуть, осмотреть с обратной стороны, т. е. манипулировать этими объектами.

В основу современных виртуальных систем и средств заложена базовая модель мультимедиа, представляющая собой систему программной поддержки и аппаратных средств в целях объединения всех возможных каналов передачи сведений от компьютеров к человеку для формирования у него виртуальной реальности, не имеющей ограничений в действиях во времени и пространстве. Современные мультимедиа объединяют каналы передачи сведений (сообщений) в виде звука, цвета, многопланового изображения с обратной связью с органами чувств человека. Разработчики мультимедийных систем стремятся создать системы, адекватные реальной действительности.

В указанных условиях на первое место, несомненно, выходит своевременное и непрерывное реагирование государства на риски и вызовы в информационной сфере в целях предупреждения их трансформации в угрозы национальной безопасности, развития и масштабирования вредоносного воздействия. При этом такое реагирование «осуществляется всеми без исключения государственными органами и организациями в соответствии с областью их деятельности, согласно непосредственному назначению, максимально полно и оперативно. Государство в лице этих государственных органов и организаций обеспечивает своевременное принятие мер безопасности, незамедлительно оповещает заинтересованные субъекты, минимизирует ущерб и локализует последствия, определяет причастных лиц и организации, накапливает опыт противодействия угрозам» [7]. В связи с этим Концепция ИБ определяет организационно-правовую основу системы мер реагирования на риски, вызовы и угрозы в информационной сфере.

В наборе указанных мер рассмотрим аспекты такой меры, как «сбор информации об используемых технологиях, способах деструктивных информационных воздействий и совершения киберпреступлений» [7], соответствующей исследуемой нами теме. При этом на основе вышеизложенного и анализа положений [1–9; 12] ответим на вопросы, определенные в качестве элементов решаемой научной задачи.



Первый – это уточнение содержания и сущности понятия «виртуальная составляющая информационной обстановки» в сфере ИД ВС. На основе вышеизложенных положений в качестве рабочего предлагается следующее определение искомого понятия.

***Виртуальная составляющая информационной обстановки в сфере информационной деятельности Вооруженных Сил Республики Беларусь:***

1. Обязательная составляющая как информационно-технического, так и информационно-психологического (человеческого) компонента информационной обстановки. Присутствует в каждом из этих компонентов и находится в диалектическом единстве с другим обязательным компонентом – реальной составляющей информационной обстановки.

2. Система объектов и субъектов виртуальной (искусственной) реальности, созданных и управляемых специальными силами и техническими средствами ВС на основе возможностей современных информационных технологий в целях:

а) противодействия деструктивной деятельности в отношении источников и носителей вызовов, рисков и угроз информационной безопасности ВС;

б) комплексного (непрерывного, оперативного, своевременного, адресного, целенаправленного) информационного воздействия на военнослужащих и гражданский персонал ВС в интересах воспитания верности воинскому долгу при решении задач по предназначению, чувства патриотизма и активной гражданской позиции у целевых аудиторий населения республики, а также понимания международной общественностью миролюбивого курса Республики Беларусь.

Второй – это выработка подходов, необходимых для учета в воспитательной работе с военнослужащими и гражданским персоналом ВС Республики Беларусь в контексте особенностей воздействия на них виртуального компонента информационной среды в целом и виртуального информационно-психологического оружия в частности.

Данные особенности искомого воздействия предлагается систематизировать следующим образом.

***Личность (индивид)*** – это высокая эффективность современных информационных систем и средств воздействовать на психическое состояние человека (сознание, подсознание) путем смешивания его реальной жизни и виртуальной реальности. Современный человек с детства становится участником и пользователем виртуального пространства, начиная с применения мобильного телефона, включения в социальные сети и Интернет, попадает в зависимость от них со всеми вытекающими из этого последствиями, как было подчеркнуто выше, как положительными, так и негативными с точки зрения информационно-психологического воздействия. Здесь главную опасность представляет деструктивное информационное воздействие, нацеленное на то, чтобы изменять критерии истины и ценности жизни в нужном направлении и тем самым манипулировать поведением личности.

При этом продолжается непрерывная разработка новых и дальнейшее совершенствование существующих виртуальных систем и средств на основе быстро развивающихся информационных технологий, что дает возможность еще глубже проникать в психику человека и манипулировать ей. Человек становится заложником этой виртуальной реальности, постепенно погружаясь в нее все глубже и глубже, не подозревая всей ее опасности. В итоге выбраться из нее становится практически невозможно, так же как избавиться от наркотиков. Фактически, как в киберсексе, человек может манипулировать сам собой, своими детьми и родственниками. В новом исполнении могут быть выполнены все игры и фантазии человека. Погруженные в проблемы жидкокристаллической жизни, люди перестают замечать уже границы между живым и виртуальным миром. Главный вопрос в том, кто автор иллюзий, кто пишет сценарий и с какой целью?

В отношении *контингентов личностей (индивидуумов)* принципиально подчеркнуть, что здесь отдельно должен быть выделен такой объект воздействия (следовательно, отдельный объект защиты), как *молодежь, дети и подростки*, имея в виду их психику

(сознание, подсознание). При этом такое воздействие должно осуществляться с точки зрения применения в отношении данного объекта как информационного воздействия в целом, так и виртуального информационно-психологического оружия в частности.

Наиболее актуальные и адресные характеристики молодежного аспекта, которые необходимо процитировать наиболее полно отразил С. А. Зелинский. Указанный автор в контексте исследования проблемы влияния средств массовой коммуникации на психическое состояние масс подчеркивает, что «наиболее сильную нагрузку испытывает детская психика, психика ребенка, подростка, молодежи. Связано подобное... с тем, что такая структура психики, как цензура или своеобразный барьер критичности на пути информации, поступающей из внешнего мира, еще до конца не сформирована. А потому почти любая информация из внешнего мира, из социума попадает в психику индивида, сдобренная к тому же «дипломатическим паспортом неприкосновенности», потому как информация, преподносимая средствами массовой коммуникации (различными ее компонентами, как-то: глянцево-журналы (особенно подростковые; хотя они фактически дублируют модели, заданные взрослыми журналами подобной направленности), телевидение (различные ток-шоу, ... потому как закладывают негативные модели поведения в подсознание аудитории: подростков и молодежи). И можно говорить наверняка, что в последующем, при возникновении схожих ситуаций уже в жизни самого индивида, смотревшего подобные передачи, он будет бессознательно мыслить и совершать поступки в русле установок, заложенных ранее в его подсознание... Результирующая роль подсознания в программировании индивида (как индивида любого возраста, так и масс), в том, что он может даже не понимать всей информации, которую видит с экрана и которая представляет собой набор смешных историй со скандальным оттенком (усиливающим суггестивный эффект, потому что любая провокация эмоций разрушает барьер критичности психики) и внешне как будто явного негатива не просматривается. Такой негатив становится заметен после, когда в жизни подросток начинает демонстрировать поведение, смоделированное ранее в результате просмотра ТВ, или же заметен в результате последующего анализа (психологического анализа в т. ч.), когда явно вычерчивается та негативная информация, которая закладывается в бессознательное индивида... культ жестокости, насилия, порнографии, пропагандируемый в СМИ, печатных изданиях, а также в компьютерных играх и др., ведет к неосознаемому порой желанию у подростков и молодежи подражать этому, способствует закреплению таких стереотипов поведения в их собственных привычках и образе жизни, снижает уровень пороговых ограничений и правовых запретов, что, наряду с другими условиями, открывает путь для многих из них к правонарушениям» [13, с. 150–152].

Продолжая развитие своей точки зрения, С. А. Зелинский подчеркивает, что «влияние на психику подростка и молодежи становится опасным еще и потому, что психика подрастающего поколения, детская психика, оказывается весьма предрасположена к зависимости от архетипов того общего филогенетического наследия, которое находится в психике любого индивида» [13, с. 152].

В отношении таких архетипов (сложный и проблемный аспект) ограничимся следующим общим комментарием. Речь идет о том, что с точки зрения социально-психологической теории и практики сознание и подсознание личности (индивида) любого возраста, соответственно и молодежи (детей, подростков), всегда частично заполнено как положительными, так и отрицательными установками, которые были получены в соответствующий исторический период развития страны, в которой он проживал. Этот аспект тесно связан с пониманием так называемого «синдрома поколений» (трех поколений). Например, в настоящее время можно выделить такие поколения и своеобразные им установки, которые получены в советский период (период бывшего СССР, т. е. социалистических общественно-экономических отношений) до так называемой перестройки, в период перестройки, после перестройки, когда союзные республики приобрели статус суверенных государств и стали самостоятельными субъектами международного права.

Поэтому установки, полученные поколением людей в советский период до так называемой перестройки и частично в период перестройки, имели в целом и в главном

положительное наполнение. Речь идет о том, что в сознание (подсознание) поступала идеологически выверенная информация, способствующая формированию индивида как личности, как социально активного представителя общества. В настоящее время число людей такого поколения по естественным причинам уменьшается, а проблема сохраняет актуальность по двум таким направлениям, как преемственность передачи следующему поколению указанных положительных установок и должна ли быть идеологическая цензура в отношении содержания этих установок. Вопрос цензуры – спорный, а вот в отношении оценки содержания установок должна быть, по твердому убеждению автора, своего рода идеологическая экспертиза того материала, который является информацией для восприятия сознанием (подсознанием), личностью как гражданином конкретной страны. После перестройки на сознание (подсознание) поколения, которое стало движущей силой социально-экономического развития, стала воздействовать информация, сообразная рыночным демократическим (т. е. капиталистическим) общественным отношениям. Основу информационных воздействий стала составлять информация, показывающая негативность для сознания личности (индивида) установок советского периода и всех его общественных институтов и одновременно позитивность и полезность для личности установок, присущих западной модели общественно-экономических отношений, их культуры и ценностей (рассматривается ниже).

**Общество и общественные институты** – это широкое использование виртуального компонента информационных систем и средств для продвижения во все страны мира, в том числе и в Республику Беларусь, так называемой «массовой культуры», которая нивелирует национальные и духовные особенности народов. Эта «массовая культура» преследует установление нового культа – культа потребления, выдвигая на первый план личных интересов. Многие люди начинают жить в мире абстракций и иллюзий, что приводит к утрате преемственности поколений и изменению национальных традиционных духовных и нравственных ценностей. Человек без Родины, без родителей, без принципов, без веры в добро и справедливость – основной объект воздействия и цель информационной войны. Конкретно это проявляется в непрерывном усилении экспансии английского языка в республиках бывшего СССР (чего стоит только ставшее уже привычным повсеместное употребление выражений «о-кей», «вау», «мэр», «тренд» и т. п. слов-«новозов»), что в глобальном масштабе должно привести к утрате такого понятия, как нация, национальность, так как опыт истории показывает, что развитие и выживаемость народа, нации обусловлены количеством имеющихся в словаре и вновь создаваемых слов.

**Государство и государственные институты** – это виртуальный компонент и виртуальное информационно-психологическое оружие, которое является самостоятельным, самодостаточным и эффективным элементом деструктивного информационного воздействия. В современных условиях на основе его возможностей осуществляется «информационное влияние на политические и социально-экономические процессы, деятельность государственных органов, а также на физических и юридических лиц в целях: ослабления обороноспособности государства, нарушения общественной безопасности, принятия и заключения заведомо невыгодных решений и международных договоров, ухудшения отношений с другими государствами, создания социально-политической напряженности, формирования угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций, ... создания препятствий для нормальной деятельности государственных органов, причинения иного ущерба национальной безопасности» [7, п. 8].

Таким образом, на базе положений Концепции ИБ в воспитательной работе с военнослужащими и гражданским персоналом ВС необходимо учитывать, следующее:

– «механизмы деструктивного информационно-психологического воздействия на личность, общество и государство постоянно совершенствуются, а масштабное манипулирование массовым сознанием принимает такую же остроту, как борьба за территории, ресурсы и рынки. Через информационное пространство осуществляется преднамеренная дискредитация конституционных основ государств и их властных структур,

размывание национального менталитета и самобытности, вовлечение людей в экстремистскую и террористическую деятельность, разжигание межнациональной и межконфессиональной вражды, формирование радикального и протестного потенциала. Информационный фактор играет все более значительную роль в межгосударственных конфликтах и неявных действиях, направленных на нарушение суверенитета, территориальной целостности стран и снижение темпов их развития. В результате информационных воздействий существенно меняются социальные связи человека в обществе, стиль мышления, способы общения, восприятие действительности и самооценка»;

– «все большее беспокойство вызывает активное распространение в информационном пространстве фальсифицированной, недостоверной и запрещенной информации. Снижение критического отношения потребителей информации к фейковым сообщениям новостных ресурсов, в социальных сетях и на других онлайн-платформах создает предпосылки преднамеренного использования дезинформации для дестабилизации общественного сознания в политических, социально-опасных, иных подобных целях... В связи с этим особое значение приобретает ответственное поведение всех участников информационных процессов, а также выработка общих правил коммуникации в информационном пространстве, основанных на признании идентичности прав и обязанностей в существующей реальности (физическом мире) и *виртуальном пространстве*» (выделено автором) [7].

В контексте рассмотренных положений дополнительно к раскрытым ранее подходам [1–5], предложить следующие идеи, мнения и предложения:

1. Принципиальным является своевременное реагирование органов военного управления и идеологической работы ВС на следующую актуальную специфику информационной среды жизнедеятельности военнослужащего, прежде всего, в первый период его адаптации к условиям военной службы. Это проявляется в том, что психологически данный этап хотя и остается периодом наиболее активного изменения динамического стереотипа поведения военнослужащего, но в настоящее время в этих изменениях сильнее и чувствительнее трансформируются реакции не на трудности новых изменившихся условий (строгий режим дня, возросшие физические нагрузки, специфика отношений в воинском коллективе и т. п.), а на резкое исключение прежних возможностей находиться в привычном для него информационном, особенно в виртуальном пространстве. Иначе говоря, в знакомой и дружественной ему информационной среде, в которой он как индивид жил, в любое время общался с друзьями, получал советы и ответы на возникающие вопросы, играл, проявлял себя, имел свое мнение и авторитет и т. д. Указанный аспект предлагаем считать одним из актуальных и перспективных направлений изучения личных и деловых качеств как военнослужащих, так и призывного контингента. Например, методом применения специальной анкеты, разработанной на основе структуры содержания виртуального информационно-психологического оружия, сформулированной в виде вопросов. Полагаем, что изучение и анализ ответов на них позволяют сформировать представление об информационно-психологических качествах изучаемой личности, ее мировоззренческих установках и предпочтениях.

2. В условиях формирования в Республике Беларусь информационного общества приоритетным направлением деятельности органов военного управления ВС и идеологической работы выступает воспитание военнослужащих и гражданского персонала, а также молодежи допризывного и призывного возраста не только в реальном, но и в виртуальном пространстве на основе соответствующей программы или концепции. Основной замысел таких документов – усиление системы используемых мер для перехода от догоняющего к упреждающему управлению виртуальным пространством в нужном для ВС направлении. Прежде всего по формированию в нем объектов и субъектов в интересах

гражданско-патриотического воздействия на военнослужащих и гражданский персонал, целевые аудитории населения нашей страны (молодежь в целом, допризывный и призывной контингент, общественные институты и организации), а также международную общественность.

3. Исходя из того, что «Вооруженные Силы Республики Беларусь, иные воинские формирования предпринимают меры по обеспечению информационной безопасности в рамках решения возложенных задач по своему непосредственному предназначению с применением современных, высокотехнологичных сил и средств» [7], требуется действовать активно, творчески и не шаблонно. Продуктивными методами здесь представляются поисковые эксперименты, проводимые специально созданными на основе требований действующего законодательства коллективами из числа военнослужащих (в войсках) или курсантов отечественных военных вузов. Такой коллектив, например, в составе группы курсантов, обучающихся в качестве специалистов органов идеологической работы, может как субъект разрабатывать и создавать в виртуальном пространстве соответствующие объекты, такие как «Добровольное общество информационного содействия ВС Республики Беларусь», форумы, сайты (страницы) типа «Родители солдата», «Боевая подруга», другие военно-патриотической тематики. В контексте этого мнения правомерным представляется (на уровне теоретического обсуждения) изучить вопрос о возможностях введения в практику подготовки специалистов органов идеологической работы такой специализации, как «идеолог-блогер». В этом плане данные мысли есть не авторские нововведения, так как аналогичные, по сути, подходы, а также формы и методы активного влияния на граждан своей страны и международную общественность путем системных рекламных, пропагандистских и контрпропагандистских мер в реальном и виртуальном информационном пространстве в настоящее время активно используются вооруженными силами большинства стран, особенно целенаправленно и адресно, государствами – участниками блока НАТО.

#### Список использованных источников

1. Верлуп, С. В. Информационная обстановка в контексте информационной деятельности Вооруженных Сил Республики Беларусь: проблема и решение // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2018. – № 4 (61). – С. 23–35.
2. Верлуп, С. В. Взгляды на проблему информационно-психологического противоборства и выбор общего подхода ее решения / С. В. Верлуп, Б. Б. Жутдиев, А. Г. Тицкий // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь – 2017. – № 33. – С. 10–20.
3. Верлуп, С. В. Особенности информационных воздействий и их учет в воспитательной работе с военнослужащими / С. В. Верлуп, Б. Б. Жутдиев, А. Г. Тицкий // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2017. – № 4 (57). – С. 83–93.
4. Ксенофонтов, В. А. Информация как средство насилия / В. А. Ксенофонтов, С. В. Верлуп, А. Г. Тицкий // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2018. – № 1 (58). – С. 108–120.
5. Верлуп, С. В. Теоретико-прикладные аспекты воспитательной работы с военнослужащими в условиях деструктивных информационных воздействий / С. В. Верлуп, Б. Б. Жутдиев, А. Г. Тицкий // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2018. – № 35. – С. 2–12.
6. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь : Указ Президента Респ. Беларусь от 9 нояб. 2010 г. № 575 // Нац. реестр прав. актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 1/12080.
7. О Концепции информационной безопасности Республики Беларусь : Постановление Совета безопасности Респ. Беларусь от 18 марта 2019 г. № 1 // Нац. Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3961&p0=N11500307>. – Дата доступа : 19.04.2019.

8. Об утверждении Военной доктрины Республики Беларусь : Закон Респ. Беларусь от 20 июля 2016 г. № 412–З // Нац. Интернет-портал Респ. Беларусь. Режим доступа : <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3961&p0=H11500307> . – Дата доступа : 19.08.2017.

9. Инструкция о порядке организации идеологической работы в Вооруженных Силах : приказ Министра обороны Респ. Беларусь от 10 сент. 2014 г. № 967.

10. Грицанов, А. А. История Философии : энцикл. / А. А. Грицанов, Т. Г. Румянцева, М. А. Можейко. – Минск : Книжн. Дом., 2002.

11. Новая философская энциклопедия / Ин-т философии РАН; Нац. обществ.-науч. фонд. – 2-е изд., испр. и допол. – М. : Мысль, 2010.

12. Новиков, В. К. Информационное оружие – оружие современных и будущих войн / В. К. Новиков. – М. : Горячая линия-Телеком, 2014. – 264 с.

13. Зелинский, С. А. Информационно-психологическое воздействие на массовое сознание / С. А. Зелинский. – СПб. : Изд. СКИФИЯ, 2008. – 280 с.

---

\*Сведения об авторе:

Верлуп Сергей Владимирович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 13.05.2019 г.

## РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО БОЕВОМУ УПРАВЛЕНИЮ АВИАЦИЕЙ

К. В. Селуянов, кандидат военных наук, доцент; К. И. Крусъ\*

*В статье проведен анализ существующих методик профессионального отбора летного состава и лиц группы руководства полетами. Освещены практические рекомендации по проведению профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией в ВВС и войсках ПВО. Проведен эксперимент, в ходе которого апробированы методики определения профессионально важных качеств специалистов по боевому управлению авиацией.*

*The article analyzes the existing methods of professional selection of flight personnel and persons of the flight management group. The developed practical recommendations on the professional selection of specialists in combat control of aircraft in the Air Force and Air Defense Forces are highlighted. An experiment was conducted in the course of which the methods for determining the professionally important qualities of specialists in combat control of aviation were tested.*

### Введение

На современном этапе развития авиации значительно возросла роль автоматизированных систем управления. Такие системы способны в кратчайшие сроки решать большой объем задач по управлению воздушным движением и контролю за безопасностью полетов. Несмотря на это, специалист по боевому управлению авиацией остается важнейшим элементом системы боевого управления, способным руководить полетами экипажей воздушных судов в различных условиях воздушной и наземной обстановки как с применением средств автоматизации, так и глазомерно. С развитием и усложнением авиационной техники, ростом сложности выполняемых полетов одним из приоритетных профессиональных качеств стал интеллект как целостно функционирующая совокупность познавательных процессов: ощущений, восприятия, представлений, мышления, памяти и внимания, представляющая собой единую систему получения, хранения и переработки информации человеком. Начальным этапом процесса подготовки военного специалиста является профессиональный отбор. До недавнего времени в Военной академии Республики Беларусь он проводился для курсантов всех специальностей по одной и той же методике, т. е. и для танкиста, и для летчика был необходим один и тот же набор профессионально важных качеств. С 2015 года в дополнение к вышеуказанному профотбору организован и проводится профессиональный отбор летного состава 223 Центром авиационной медицины ВВС и войск ПВО. Что касается отбора будущих специалистов по боевому управлению авиацией, то он требует совершенствования в целях более эффективного выявления необходимых профессионально важных качеств (память, образно-логическое мышление, внимание), мотивации и творческого потенциала личности. Поэтому актуальной научно-прикладной задачей является разработка практических рекомендаций по проведению профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией, позволяющей повысить качество подготовки данных специалистов в соответствии с современными требованиями.

### 1. Практические рекомендации по проведению профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией

Проведение профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией необходимо проводить с привлечением должностных лиц авиационного профиля, непосредственно отвечающих за качество подготовки специалиста-выпускника.

На сегодняшний день отбор летного состава проводят должностные лица, которые в дальнейшем не несут ответственности за обучаемого.

Важнейшую роль при проведении профессионального отбора играет наличие адекватных диагностических методик оценки абитуриентов. Коллективом цикла боевого управления авиацией кафедры летной подготовки и боевого применения авиации проведен анализ существующих методик профессионального отбора летного состава и специалистов по боевому управлению авиацией в зарубежных ВВС, ВВС времен СССР, а также возможностей современных технологий по проведению данного отбора [1, 2]. В результате подобраны и разработаны следующие методики.

**Методика «Компасы».** Образное мышление как способность является одним из важных компонентов структуры профессионально важных качеств специалиста по боевому управлению авиацией и в значительной степени определяет эффективность и надежность управленческой деятельности [3]. Методика «Компасы» позволяет определить уровень образного мышления [4]. На бланке схематически изображены компасы, но они ориентированы не по карте (север – вверху, юг – внизу и т. д.), а самым различным образом, т. е. север может быть внизу, справа и т. д., юг – вверху, слева и т. д. На каждом компасе указана лишь одна из сторон света (С, Ю, СВ и т. п.). Ориентируясь на это направление, необходимо определить, куда показывает стрелка, и обозначить это направление одной или двумя буквами на бланке у кончика стрелки (С, В, ЮВ, СВ и т. п.). Для этого необходимо мысленно «повернуть» компас так, чтобы указанное на нем направление стороны света оказалось на обычном для него месте (В – справа, С – вверху и т. д.) и определить, как расположится стрелка, т. е. какое направление она будет указывать. «Повороты» компасов производить только мысленно, в воображении, вращать бланк запрещено. Категорически запрещается делать какие-либо пометки на бланке, кроме указания направления стрелки. За 10 мин, которые отводятся на выполнение задания, необходимо просмотреть как можно больше компасов и правильно определить направление стрелок на них (всего 50 заданий).

Преимуществом данной методики является возможность за достаточно короткий промежуток времени определить уровень абитуриента в восприятии пространственных отношений и сообразительности, а также способность принять правильное решение при недостатке необходимой информации и времени на ее осмысливание. К недостаткам методики стоит отнести необходимость предварительной подготовки абитуриента и проведения подробного инструктажа по условиям выполнения теста.

**Методика «Непосредственная (кратковременная) зрительная память на числа».** Специалистам по боевому управлению авиацией в процессе непосредственного управления воздушным движением приходится постоянно работать с числовыми значениями (позывные летного состава, параметры полета воздушных судов (курс, скорость, высота полета)). При интенсивных полетах воздушных судов лицам группы руководства полетами приходится держать в уме все параметры постоянно изменяющейся обстановки. Память и распределение внимания играют важнейшую роль в данном процессе [3, 5]. Для определения уровня данных способностей целесообразно использовать методики кратковременной и долго-временной зрительной памяти.

Методика непосредственной (кратковременной) памяти предназначена для исследования и оценки объема и устойчивости кратковременной зрительной памяти на числа [4]. Сущность исследования заключается в том, что абитуриентам предоставляется в течение 30 с таблица с 12 двузначными числами, которые необходимо запомнить, а затем в течение 1 мин их записать. Порядок расположения чисел при записи значения не имеет.

**Методика «Долговременная (отсроченная) зрительная память на числа».** Методика предназначена для исследования и оценки объема, устойчивости долговременной зрительной памяти на числа [4]. Сущность методики заключается в том, что абитуриенту необходимо через 40 мин после проведения методики «Непосредственная (кратковременная) зрительная память на числа» повторить воспроизведение чисел, которые предъявлялись и запоминались ранее.



Вышеуказанные методики позволяют достаточно эффективно определить возможность абитуриента запоминать и хранить в памяти информацию в объеме, необходимом в будущем для управления воздушным движением. Однако данные методики тестируют лишь зрительную память, в то время как специалист по боевому управлению авиацией также активно использует слуховую память.

**Методика «Определение направления полета воздушного судна на имитаторе индикатора кругового обзора радиолокационной станции».** На современном этапе развития авиации широкое применение нашли виртуальные тренажеры и имитаторы. Одним из таких средств является имитатор индикатора кругового обзора радиолокационной станции, который целесообразно использовать в процессе профессионального отбора специалистов по боевому управлению (рисунок 1).

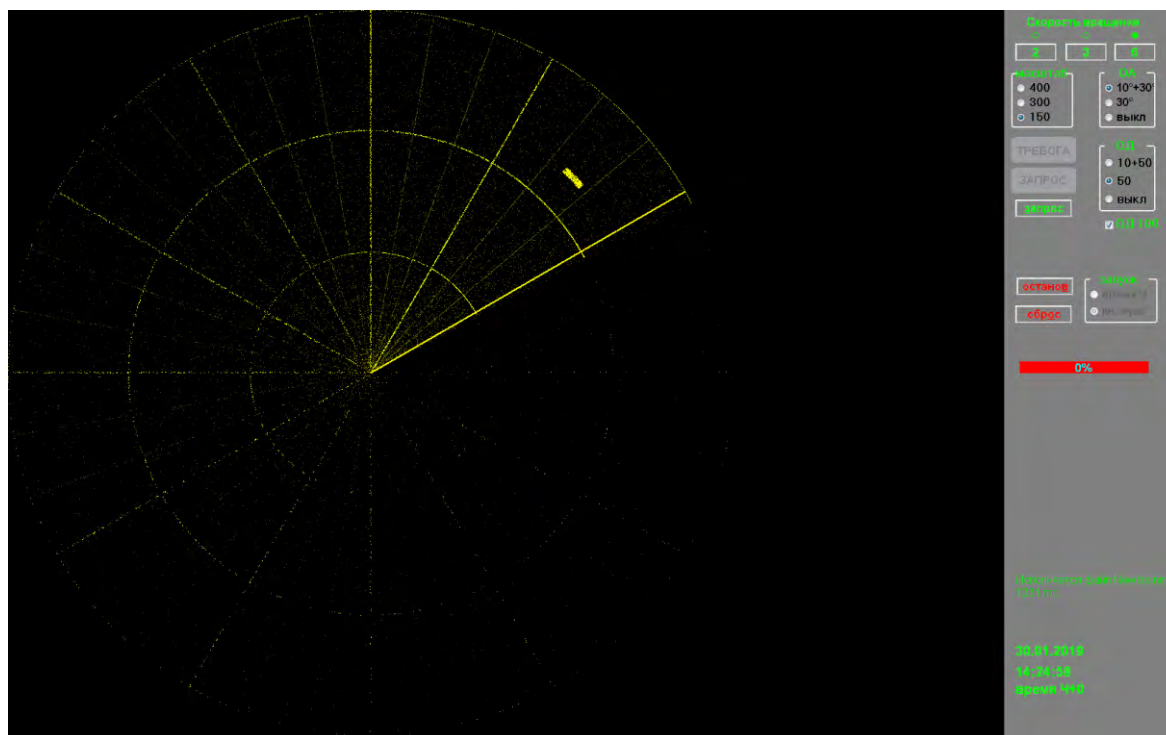


Рисунок 1. – Имитатор индикатора кругового обзора радиолокационной станции

Методика предназначена для выявления уровня первичных навыков в определении направления полета воздушного судна по отметкам на индикаторе кругового обзора радиолокационной станции. Для проведения тестирования необходимы ПЭВМ в количестве тестируемых абитуриентов, чистые бланки для ответов, ручки. По команде инструктора абитуриент запускает задание и в течение 30 с (по трем оборотам антенны) определяет курс полета воздушного судна. Далее в течение 30 с абитуриент делает соответствующую запись в бланке ответов (север – 360°, юг – 180°, запад – 270°, восток – 90°). Всего за 10 мин необходимо выполнить 10 заданий. Оценка исследуемых показателей в баллах производится по количеству правильных ответов.

Данная методика позволяет определять уровень образного мышления и способность распределять и переключать внимание, что является необходимым операторским качеством специалиста по боевому управлению авиацией [3]. К недостаткам данной методики стоит отнести отсутствие возможности подготовки абитуриента к данному тесту, так как используемое программное обеспечение узкопрофильное и ограничено в доступе.

## 2. Результаты предварительного исследования методик профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией

На кафедре летной подготовки и боевого применения авиации, командных пунктах и в группах руководства полетами 116 штурмовой авиационной базы, 61 истребительной авиационной базы проведен эксперимент, в ходе которого 35 действующих специалистов по боевому управлению авиацией и 23 курсанта, обучающиеся по специальности «Управление воздушным движением, боевое управление авиацией», проходили тестирование по выше-предложенным методикам. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты апробации методик профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией

Категория тестируемых	Результаты проведения тестирования в баллах			
	Компасы	Кратковременная память	Долговременная Память	Имитатор ИКО РЛС
Действующие офицеры пунктов управления авиацией	6,6,7,7,7,7,8,9, 9,9,9,9,10, 10,10,10,10, 10,10,10,10, 10,10,10,10, 10,10,10,10, 10,10,10,10, 10,10	4,6,7,7,7,7,8,8,8,8, 9,9, 9,9,9,9, 9,9,9,9, 9,9,9,9, 9,9,9,9, 9,9,9,9, 9,9,9,10, 10,10	5,5,6,6,7,7,7,8,8, 8,8,8,8, 8,9,9,9, 9,9,9,9, 9,9,9,9, 9,9,9,9, 9,9,9,9, 9,10,10,10, 10,10	7,7,7,8,9,9,9,9,9,10, 10,10,10,10, 10,10
Курсанты, обучающиеся по специальности	3,3,4,4,4,4,4,5, 5,6,6,6,6,6,6,6, 7,7,7,8,8,9,10	3,3,3,3,4,4,4,5,5,5,6, 6,6,6,6,6,6,7,7,8,8,8, 8	3,3,3,4,4,4,4,4,5,5,55, 6,6,6,6,6,6,6,7,7, 7,8,8,8	4,5,6,6,6,6,6,6,7,7,7, 7,7,8,8,8,8,8,8,9,9,10, 10

При малом объеме выборки целесообразно использовать закон распределения Стьюдента [6]. Из полученных результатов определены доверительные границы случайной погрешности ( $\epsilon$ ), которые рассчитываются по формуле (1):

$$E = t_{pn} \frac{S_x}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где  $t_{pn}$  – коэффициент Стьюдента;  
 $S_x$  – среднее значение результата тестирования;  
 $n$  – количество тестируемых.

Стандартом ГОСТ 8.207–76 установлено, что при числе наблюдений  $50 > n > 15$  проверка осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 8.207–70. Коэффициент Стьюдента для доверительных вероятностей  $P_d = 0,95$  зависит от числа тестируемых и равен 2,042 – для категории офицеров, 2,074 – для категории курсантов [6]. Результаты расчета средних значений и доверительных границ случайной погрешности для каждой методики представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Результаты расчета средних значений и величин доверительных границ случайной погрешности методик профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией

Категория тестируемых	Показатель	Методика тестирования			
		Компасы	Кратко-временная память	Долго-временная память	Имитатор ИКО РЛС
Действующие офицеры пунктов управления авиацией	Среднее значение	9,2286	8,4571	8,3714	9,5143
	Доверительные границы случайной погрешности	3,1854	2,9191	2,8895	3,284

Категория тестируемых	Показатель	Методика тестирования			
		Компасы	Кратковременная память	Долговременная память	Имитатор ИКО РЛС
Курсанты, обучающиеся по специальности	Среднее значение	5,8261	5,5217	5,4783	7,2174
	Доверительные границы случайной погрешности	2,5196	2,3879	2,3691	3,1035

Исходя из рассчитанных доверительных границ случайной погрешности определены минимальные баллы, являющиеся критериями, которые целесообразно установить для проведения профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией: методика «Компасы» – 4,57, методика «Кратковременная память» – 4,33, методика «Долговременная память» – 4,29, методика «Имитатор индикатора кругового обзора РЛС» – 5,67.

### Заключение

Таким образом, результаты апробации предложенных методик на практике доказывают их адекватность, которая заключается в том, что действующие специалисты по боевому управлению авиацией априори должны проходить тестирование с более высокими результатами по сравнению с курсантами, что и показал проведенный эксперимент. В ходе научного исследования определены критерии, позволяющие проводить профессиональный отбор. При проведении профессионального отбора специалистов по боевому управлению авиацией необходимо учитывать следующие рекомендации:

1. Отбор должен выявлять определенные профессионально важные качества, необходимые в деятельности специалистов по боевому управлению авиацией и дополнять общий профессиональный отбор абитуриентов, поступающих в военные учебные заведения.

2. При отборе необходимо использовать адекватные диагностические методики оценки абитуриентов. К таким методикам относятся: «Компасы», «Непосредственная (кратковременная) зрительная память на числа», «Долговременная (отсроченная) зрительная память на числа», «Определение направления полета воздушного судна на имитаторе индикатора кругового обзора радиолокационной станции».

3. Профессиональный отбор специалистов по боевому управлению авиацией необходимо проводить с привлечением преподавателей цикла боевого управления авиацией авиационного факультета как лиц, отвечающих за качество дальнейшей подготовки специалистов.

Разработанные рекомендации позволят объективно оценить способности абитуриента к освоению будущей профессии.

### Список использованных источников

1. Вечтомова, О. С. Развитие профессионально важных качеств военного летчика / О. С. Вечтомова, М. Г. Лукинова, Ф. В. Мальчинский. – Краснодар : ВУНЦ ВВС, 2013. – 9 с.
2. Гандер, Д. В. Профессиональная психопедагогика / Д. В. Гандер. – М. : Воениздат, 2007. – 336 с.

3. Егоров, Е. П. Прикладные аспекты руководства полетами / Е. П. Егоров. – М. : Воениздат, 1987. – 47 с.
4. Шапарь, В. Б. Практическая психология. Инструментарий / В. Б. Шапарь, А. В. Тимченко, В. Н. Швыдченко. – Ростов н/Д. : «Феникс», 2002. – 279 с.
5. Пономаренко, В. А. Основы авиационной психологии и психологической подготовки курсантов ВВАУЛ / В. А. Пономаренко. – М. : Воениздат, 1990. – 46 с.
6. Дерябин, Ю. Д. Основы стандартизации, метрологии и управления качеством техники и вооружения войск ПВО / Ю. Д. Дерябин, А. М. Ваховский. – М. : Воениздат, 1988. – 80 с.

---

\*Сведения об авторах:  
Селуянов Кирилл Васильевич,  
Крусь Кирилл Иванович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 06.09.2019 г.

## НАУЧНЫЙ СТИЛЬ РЕЧИ: ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ КИТАЙСКИХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

С. С. Хоронеко, кандидат филологических наук, доцент\*

*Рассматриваются типичные речевые ошибки китайских военнослужащих в письменной речи научного стиля: наличие терминологической полисемии, использование инфинитивных конструкций в значении императива, отсутствие реализации семантической валентности, грамматическая корреляция «возвратные глаголы – пассивные конструкции», нарушение лексической сочетаемости слов как синтагматический аспект лингводидактики, использование устойчивых сочетаний, наличие тавтологии, лексических повторов, стилистическая неоднородность, ошибки написания прописных и строчных букв.*

*Deal with typical speech errors of foreign servicemen in written speech of a scientific style: the presence of terminological polysemy, the use of infinitive constructions in the meaning of the imperative, the lack of realization of the semantic valency, the grammatical correlation «reflexive verbs – passive constructions», the violation of the lexical compatibility of words as the syntagmatic aspect, the use of stable combinations, the presence of tautology, lexical repetitions, stylistic heterogeneity, errors written upper and lower case letters.*

Цель работы – рассмотреть и описать лишь некоторые типичные речевые ошибки китайских военнослужащих в письменной речи научного стиля, выявленные для дальнейшего совершенствования системы лингводидактики в военных учебных заведениях.

Материал исследования – письменные работы китайских военнослужащих по научному стилю речи русского языка и аспекту преподавания «Специальная (профессиональная) лексика», а также перевод рукописи коллективной монографии, посвященной стратегии военных действий. Для понимания сути данной работы важно отметить следующее. Во-первых, анализируемые работы созданы на основе коллективной монографии, написанной китайскими военнослужащими, уровень владения русским языком которых третий – УПСКВЯ (уровень полного, свободного и компетентного владения языком) и четвертый – УПВЯ (уровень профессионального владения языком) [1, с. 5], или в российской классификации – В2 / С1 / С2. Таким образом, количество ошибок в различных разделах разное, что является одним из показателей уровня владения русским языком. Во-вторых, рукопись монографии представляет собой перевод китайской книги на русский язык. В данной работе не приводится ссылка на рассматриваемую монографию, поскольку она находится в состоянии рукописи. В-третьих, объем рукописи составляет более 600 страниц, что свидетельствует, с одной стороны, о богатом профессиональном опыте иностранных военнослужащих, а с другой стороны, при таком огромном объеме информации, выраженной в письменной форме, выборка типичных ошибок может стать наиболее репрезентативной для анализа пробелов знаний инофонов, а точнее, навыков использования научного стиля речи русского языка.

Напомним, что военный подъязык в использовании военнослужащими очень строго регламентирован, что особенно очевидно при формулировке ответных реплик. Например: *Так точно = да; Никак нет = нет; Не могу знать = не знаю* и др. Этикетные речевые формулы отличаются императивностью, например: *Здравия желаю!*, *Разрешите обратиться, Разрешите идти?* и др.

Рассмотрим наиболее типичные речевые ошибки иностранных военнослужащих в письменной речи научного стиля.

**1. Наличие терминологической полисемии.** Следует разобраться с терминологией, лежащей в основе всех анализируемых разделов, которая, как оказалось, закреплена в русской речи китайских военнослужащих и активно используется не только в устном варианте, но и в письменной форме. Стратегии понимания и интерпретации научной речи в данной работе рассматриваем вслед за теорией С. И. Лебединского [2, 3].

Например, терминологические словосочетания: *строительство сухопутных войск, строительство резервных сил всех видов и родов войск, оптимизация структуры построения запасных сил, усиление строительства отрядов на главных направлениях, построение резервных сил* и др. Как представляется, высокая частотность использования указанных терминологических словосочетаний с взаимозаменяемыми лексемами *строительство – построение* составляет военный подъязык русского языка у китайских офицеров. По Толковому словарю С. И. Ожегова лексема СТРОИТЕЛЬСТВО в 4-й позиции имеет переносное значение «Создание, организация чего-н.». Лексема ПОСТРОЕНИЕ во 2-й позиции: «То же, что строение (во 2-м знач.)»; СТРОЕНИЕ. 1. «Здание, постройка». 2. «Взаимное расположение частей, составляющих одно целое, структура». Таким образом, перекрестные ссылки на толкование значений мало убеждают нас в том, что лексическая структура терминологических словосочетаний организована правильно. Как представляется, терминологическая система требует единообразия, а использование синонимии требует уточнений.

Таким же образом дело обстоит с синонимами: *резервные силы, запасные силы, запасные войска, резервные войска, запасные войска народного ополчения, запасные подразделения народного ополчения*. Такое лексическое разнообразие также должно быть четко дифференцировано в использовании. Например, *резервные силы и запасные силы* – это синонимы-дублиеты или семантические синонимы? Они могут быть взаимозаменяемы без потери или изменение смысла неизбежно? Это важно установить, поскольку четкость определения дает единство понимания термина.

## **2. Использование инфинитивных конструкций в значении императива.**

Поскольку рукопись монографии содержит руководство к действию, то активно используются инфинитивные конструкции в значении императива. Удивительно, но около 30 % предложений рукописи строится по лексико-грамматической конструкции: *что необходимо / следует делать*, где позиция адресата (кому?) факультативна и др. Как оказалось, данная конструкция в речи иностранных офицеров регулярно заменяется лексемой *должно*, хотя на такую замену нет никаких оснований, так как это приводит к лексико-грамматической ошибке. Например, *Не только должно дальше улучшать огневое ударное вооружение, но и должно придавать большое значение модернизации средств управления и связи...* Как представляется, здесь не используется лексико-грамматическая конструкция *Что должно дальше улучшать что?*, а подразумевается конструкция *Необходимо что делать?* Факультативная позиция адресата *кому?* не заполнена, поскольку пассивный субъект обобщается и не определен. В результате правки получаем следующий вариант: *Необходимо не только дальше улучшать огневое ударное вооружение, но и придавать большое значение модернизации средств управления и связи...*

Таким образом, отождествление лексем *необходимо* и *должно* – самая распространенная лексико-грамматическая ошибка при составлении инфинитивных конструкций в значении императива, причем она отмечена во всех разделах, то есть у всех авторов:

*Должно образовать систему из вооружения запасных войск и вооружения войск на военной действительной службе...*

*Должно подготавливать резервные силы и запасаать достаточное количество высококачественного резервного состава...*

*Должно создавать всестороннюю и многослойную систему разведки и предупреждения...*

Появление ошибки в типах данных конструкций очевидно: иностранные офицеры отождествляют лексемы *необходимо* и *должно*, поскольку словари указывают рассматриваемые лексемы как синонимы. Для носителя русского языка здесь очевидна ошибка, так как *должно* – предикат, при котором предполагается наличие субъекта среднего рода (*оно должно* или *должен кто?*).

Очень активно используется синонимичная конструкция: *следует что делать?* Позиция адресата *кому?* также факультативна, поэтому не заполнена. Здесь же видим типичные речевые ошибки, характерные для синонимичных конструкций: *Следует усиливать юридическую пропаганду, укреплять правосознание, усиливать силу исполнения законов, строго действовать по закону, полностью развивать роль законоположений.*

Здесь требуется правка:

*укреплять правосознание* – укреплять правовое сознание (использование универба не обосновано);

*усиливать силу исполнения законов* – усиливать исполнительскую дисциплину законов (усиливать силу – тавтология);

*строго действовать по закону* – действовать в строгом соответствии с законом (замена разговорно-бытового стиля на официально-деловой);

*полностью развивать роль законоположений* – четко осознавать роль законоположений (лексическая ошибка сочетаемости – нельзя *развивать роль*, а устойчивое сочетание *играть роль* нарушит смысл высказывания).

**3. Отсутствие реализации семантической валентности.** Очень часто в тексте не реализуется семантическая валентность. Например: *Надо активно создавать условия (для чего?), полностью использовать базу подготовки запасных войск народного ополчения и научно-технические ресурсы гражданских организаций.* После правки: *Надо активно создавать условия для совершенствования военной подготовки, полностью использовать...*

В тексте: *Необходимо полностью вскрывать и развивать преимущества местных кадров...* не реализована семантическая валентность глагола *вскрывать*, который имеет, скорее, отрицательную коннотацию. После правки: *Необходимо полностью вскрывать недостатки и развивать преимущества местных кадров.*

На отсутствие реализации семантической валентности указывает предложение: *Исходя из реальной потребности, необходимо использовать тенденцию трансформации (чего?), усиливать строительство главных пунктов (чего?), содействовать всестороннему развитию (чего?), надлежащим образом проводить воспитание и подготовку (кого?), повышать качество и эффективность (чего?).*

**4. Грамматическая корреляция «возвратные глаголы – пассивные конструкции».** Грамматические ошибки в указанной группе не очень частотны, как представляется, по причине суммарной немногочисленности самой группы возвратных глаголов в русском языке, а также небольшого количества пассивных конструкций в анализируемой рукописи. Но эти ошибки являются грубыми и требуют внимания в лингводидактических целях:

*Исследование стратегической теории непрерывно добивает новых успехов;* смешение *добивать (что?)* – *добиваться (чего?)*;

*Управление преподавания и изучения стратегии Военной академии национальной обороны взяло за составление «Стратегии» нового издания;* смешение *взять (что?)* – *взяться (за что?)*.

Очевидно, что здесь проблема кроется не в глагольном управлении, а в лексико-грамматическом различии возвратных глаголов, а также, возможно, в структуре пассивных конструкций.

**5. Нарушение лексической сочетаемости слов как синтагматический аспект лингводидактики.** Синтагматический аспект, на наш взгляд, наиболее сложный с точки зрения лингводидактики, так как именно он, как представляется, отражает не только уровень знаний лексического состава, но и уровень понимания при составлении текста, где логическое объяснение не всегда возможно: это, скорее, отработка лексических навыков путем заучивания. Например, *за чертой фронта* – синтагматически неверно, следует говорить: *за линией фронта*. Лексемы *линия* и *черта* являются синонимами, хотя мы никогда не скажем *за линией бедности*, а только *за чертой бедности*. Знание иностранцами, на наш взгляд, именно таких деталей текстопорождения и показывает степень формирования вторичной языковой личности.

В Предисловии интересной кажется прагматическая направленность использования словосочетания **кисть историка**: *В конце III в. вышла в свет знаменитая в истории книга под заглавием «Стратегия», которая принадлежит кисти историка и стратега Сыма Бяо династии Западная Цзинь (265–316 гг.).* Вряд ли такую метафору будут использовать носители русского языка. Как представляется, такая речевая ошибка заложена в определении инструмента действия по глаголу *писать*:

*художник пишет кистью – историк пишет пером.*

Нарушена сочетаемость в следующих примерах:

*овладевающий превосходством – грамматически правильно (чем?), но семантически – неверно: обладающий превосходством;*

*повреждение вооружения – семантически неверно: вооружение – это абстрактное существительное, повредить можно только что-то конкретное (технику и оружие);*

*провоцируют беспорядки с погромами и другие насильственные инциденты, нужно: насильственные действия.*

В плане нарушения словосочетания интересным представляется следующий контекст: *Территория нашей страны широка и просторна, стихийные бедствия и события с гигиеной часто возникают. Все это подвергает жизнь и имущество народных масс неожиданному ущербу.*

**События с гигиеной** – нарушение лексико-грамматической сочетаемости, при существительном *события* нельзя использовать  $N_5$  в значении совместности, нужно  $N_2$ : **проблемы гигиены**; *подвергает неожиданному ущербу* – нет понятия *ожиданный ущерб*, надо – **непоправимый ущерб**. В результате правки имеем следующий текст: *Территория нашей страны широка и просторна, стихийные бедствия и, как следствие, проблемы гигиены возникают часто. Все это наносит непоправимый ущерб и подвергает опасности жизнь и имущество народных масс.*

**6. Использование устойчивых сочетаний.** Замечены ошибки в использовании устойчивых сочетаний: *мы завоевываем понимание и поддержку со стороны международной общественности, оказываемся под выгодным положением, заставляем противника вернуться к столу политических переговоров.*

Правильными будут следующие употребления: *Мы завоевываем понимание и поддержку со стороны международной общественности, оказываемся в выгодном положении, заставляем противника вернуться за стол политических переговоров.*

**7. Наличие тавтологии.** Тавтология также встречается довольно часто: *По мере ускорения скорости входа нашей страны в международное сообщество... – По мере ускорения вхождения нашей страны в международное сообщество...;*

*чтобы удовлетворять потребности нашей армии в быстрой и мобильной переброске отборных сил; быстрый и мобильный* – тавтология на основе семантических синонимов;

*в последние годы в каждом году – в последнее время каждый год.*

*Надо хорошо проводить работу по регистрации демобилизованных военнослужащих, находящихся в запасе;*

*проходит во всем ходе войны* (использованы однокоренные слова) – *продолжается на протяжении всей войны;*

*обладающий достаточно сильной мощью*, лексема *мощь* включает понятие «достаточно сильный».

**8. Наличие лексических повторов** – очень частая ошибка. В Предисловии указано обоснование для написания монографии, требующее, на наш взгляд, правки: *«В новых условиях и при новых требованиях появляется необходимость составить новую «Стратегию».* На первый взгляд, все представляется логичным, но при внимательном рассмотрении видим лексический повтор: лексема *новый* повторяется 3 раза. Кроме того, не реализована семантическая валентность некоторых лексем: *в новых условиях (чего? каких?); при новых требованиях (чего? каких?).*



Вследствие правки нами предложен более корректный вариант предложения: *В условиях сложившейся политической обстановки и повышенных требований к обороноспособности страны появляется необходимость составить новую «Стратегию».*

Лексические повторы – частые ошибки, которые, скорее, являются стилистическими, например: *Необходимо дальше регулировать методы работы, переходить от административных мер к юридическим мерам, осуществлять сочетание юридических мер с административными мерами, воспитательными мерами и экономическими мерами.* Лексема *меры* повторяется 6 раз! Как представляется, такое многократное повторение параллельных лексических конструкций хорошо отражает лингводидактические методы работы преподавателя по отработке лексических навыков. Если на занятии по развитию речи преподаватель добивается многократного повторения и активного использования лексических единиц с целью автоматизации речи, то в семантике научного стиля эти употребления создают и лексическую, и семантическую избыточность – плеоназм.

В результате правки имеем следующий текст: *Необходимо дальше регулировать методы работы, переходить от административных мер к юридическим, осуществлять сочетание юридических мер с административными, воспитательными и экономическими мерами.* Нами оставлено трехкратное употребление лексемы *мера*, но при соблюдении точности официально-делового стиля такие употребления оправданы.

**9. Стилистическая неоднородность.** Стилистические ошибки довольно часто имеют место, демонстрируя разговорно-бытовой стиль, например: *Тем самым, стоит появиться ЧП, можно быстро по боевым расчетам развернуть действия.* В результате правки имеем: *Таким образом, при возникновении ЧП (чрезвычайного происшествия) необходимо быстро развернуть действия по боевым расчетам.* Изменения стиля достигнуты путем замены существительного в словосочетании *ЧП* из  $N_3$  (*появиться чему? чрезвычайному происшествию*) в конструкцию *при + N<sub>2</sub>* (*при возникновении чего? чрезвычайного положения*), изменением порядка слов, а также заменой нейтральной лексемы *можно* на официально-деловую *необходимо*.

**10. Ошибки написания прописных и строчных букв, связанные с графическими особенностями родного языка.** Отсутствие в китайском языке понятия «прописных и строчных» иероглифов приводит к отсутствию дифференциации «имя собственное – имя нарицательное», к смешению этих понятий и, как следствие, к орфографическим ошибкам: *Минск – минск, Министерство обороны – министерство обороны – Министерство Обороны; Военная Академия национальной обороны – Военная академия национальной обороны.* Это немногочисленная группа ошибок по понятным причинам – небольшое количество имен собственных, употребленных в тексте. Штабная культура русской письменной речи военнослужащих не допускает подобных грубых ошибок.

**Выводы.** 1. Нами показаны лишь некоторые типичные речевые ошибки иностранных военнослужащих. Анализ речевых ошибок письменной речи научного стиля позволяет говорить о причинах их возникновения у инофонов высокого уровня владения русским языком (третьего – УПСКВЯ, четвертого – УПВЯ). Нельзя снижать роль грамматической системы в лингводидактике: такие понятия, как, например, семантическая валентность, структура императивно-инфинитивных конструкций, возвратные глаголы и пассивные конструкции, должны получить достаточное освещение при обучении иностранных военнослужащих. 2. Вопросы терминологии требуют упорядочения и смыслового единства, поскольку военный подъязык своеобразен и регламентирован и не должен характеризоваться наличием терминологической полисемии. 3. Использование устойчивых сочетаний, наличие тавтологии, лексических повторов, нарушение сочетаемости слов указывают на необходимость осмысления инофонами лексической семантики. 4. Стилистическая неоднородность текста указывает на необходимость осмысления инофонами практической стилистики. 5. Как оказалось, даже при наличии самого высокого уровня владения языком – профессионального – не всегда приходится говорить вторичной языковой личности.

## Список использованных источников

1. Лебединский, С. И. Модель образовательных стандартов по русскому языку как иностранному : учеб.-метод. пособие / С. И. Лебединский, Г. Г. Гончар. – Минск : БГУ, 2003. – 120 с.
2. Лебединский, С. И. Стратегии понимания и интерпретации устной научной речи / С. И. Лебединский. – Минск : БГУ, 2011. – 408 с.
3. Лебединский, С. И. Стратегии смыслового восприятия и интерпретации устной иноязычной научной речи / С. И. Лебединский : моногр. – Минск : БГУ, 2014. – 296 с.

---

\*Сведения об авторе:

Хоронко Светлана Станиславовна,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 05.09.2019 г.

**СИСТЕМА СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ В УЧРЕЖДЕНИИ  
ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»  
И ЕЕ ПРАГМАТИКА В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННО-КОНСЦИЕНТАЛЬНОГО  
ПРОТИВОБОРСТВА**

И. Н. Чмыхун\*

*В статье рассматриваются основные аспекты прагматики социально-гуманитарного знания в системе подготовки офицерских кадров. Автор указывает на значимость обществоведческой компетентности военных специалистов, а также на объективную необходимость усиления социально-личностной формации обучаемых на современном этапе.*

*The article deals with basic aspects of social and humanitarian knowledge pragmatics in officers' training system. The author emphasizes the importance of military specialists' social competence, as well as the necessity to focus on the formation of social and personal characteristics of trainees in modern conditions.*

Существующая система преподавания социально-гуманитарных дисциплин в учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь» реализуется в соответствии с Концепцией оптимизации содержания, структуры и объема социально-гуманитарных дисциплин в учреждениях высшего образования, утвержденной приказом Министра образования Республики Беларусь от 22.03.2012 г. № 194 (далее – Концепция) [1].

Цикл социально-гуманитарных дисциплин состоит из двух частей: *государственный компонент и компонент учреждения образования. Государственный компонент* представлен интегрированными модулями «Философия», «Экономика», «Политология», «История». Интегрированный модуль «Философия» в качестве обязательных дисциплин включает учебные дисциплины «Философия» и «Основы психологии и педагогики». Интегрированный модуль «Экономика» в качестве обязательных дисциплин включает учебные дисциплины «Экономическая теория» и «Социология». Интегрированный модуль «Политология» в качестве обязательных дисциплин включает учебные дисциплины «Политология» и «Основы идеологии белорусского государства». Интегрированный модуль «История» в качестве обязательной дисциплины включает учебную дисциплину «История Беларуси в контексте европейской цивилизации».

*Компонент учреждения образования (вариативная часть)* представлен специализированными модулями. Специализированный модуль цикла социально-гуманитарных дисциплин – это учебный курс по выбору обучающихся, содержание и методика преподавания которого отличаются вариативностью и адаптивностью к их лично-профессиональным и социальным потребностям [2]. Концепция предоставляет право учреждению высшего образования определять тематику специализированных модулей с учетом профиля специальности, требований образовательного стандарта высшего образования по специальности к содержанию подготовки и компетенциям выпускника, а также имеющихся в учреждении высшего образования научно-педагогических школ.

Вариативную часть цикла социально-гуманитарных дисциплин для курсантов Военной академии Республики Беларусь составляют такие курсы, как «История военно-политических конфликтов (вторая половина XX начало XXI века)», «Этническая и конфессиональная история Беларуси», «Философские аспекты военной теории и практики», «Психология управления», а также «Основы военной экономики» и «Основы военной социологии». В системе подготовки офицерских кадров для Вооруженных Сил страны эти курсы призваны сыграть весомую роль в интеллектуальном, социально-личностном и профессиональном становлении специалистов.

В целом цикл социально-гуманитарных дисциплин, в соответствии с Концепцией, обеспечивает формирование социально-личностных компетенций выпускника, основанных

на гуманитарных знаниях, эмоционально-ценностном и социально-творческом опыте и обеспечивающих решение и исполнение гражданских, социально-профессиональных, личностных задач и функций.

Целью статьи является обоснование актуальности и особой значимости социально-гуманитарного знания в профессиональной подготовке офицерских кадров на современном этапе.

*В системе подготовки офицерских кадров важно учитывать тот факт, что офицер – это специалист общественно-интегральный.* Он должен не только знать и в совершенстве владеть оружием и военной техникой, но и быть гражданином, патриотом, лидером в воинском коллективе, человеком с «государственным стержнем». *Если военно-профессиональное образование формирует навыки и умения, что и как надо делать в той или иной обстановке, то социально-гуманитарное знание формирует к тому же еще и убеждения, во имя чего это надо делать.* Военно-профессиональная компетентность офицера не сводится только к сугубо деловым, функциональным показателям, а предполагает наличие всех духовных качеств личности, широкого культурного кругозора. Офицеру должна быть присуща содержательная совокупность функционально-деятельностных, социально-политических, духовно-нравственных качеств, характеризующих его как гражданина и защитника Отечества.

Военно-профессиональная компетентность офицера в принципе немыслима без компетентности социально-личностной, без опоры на ценностно-нормативные и мировоззренческие представления человека, его общую культуру. Социально-гуманитарное знание, обеспечивая процесс социализации личности, таким образом непосредственно участвует в формировании не только социально-личностных, но и профессиональных умений и навыков военного специалиста, что позволяет офицеру быть умелым руководителем, вдумчивым психологом и педагогом, способным в экстремальных условиях применять приобретенные знания, глубоко осмысливать социальные процессы в обществе и воинских коллективах, принимать взвешенные решения, активно влиять на морально-психологическое состояние своих подчиненных.

*Роль социально-гуманитарного образования военного специалиста возрастает в связи с усилением в наше время информационно-консциентального противоборства.*

Что такое информационно-консциентальное противоборство? Почему здесь использован такой термин вместо ставшего уже привычным термина «информационное противоборство»? Это можно объяснить тем, что информационное противоборство сегодня часто ассоциируется с хакерскими атаками – внедрением вирусов, «тройных программ», «почтовых червей» и других специальных программ в информационные системы противника для получения доступа к закрытой информации, блокирования автоматизированных систем управления (в том числе военных), банковских операций и т. п.

Консциентальность происходит от латинского слова *conscientia* – «*сознание*», «*совесть*». Следовательно, информационно-консциентальное противоборство связано с сознанием. Объектом поражения и защиты здесь выступает общественное и индивидуальное сознание, его формы и структуры. Главным средством противоборства является информация. Это так называемая война в сфере смыслов, предполагающая трансляцию в сознание индивида и общества в привлекательных и совершенно приемлемых информационных контекстах прямо противоположного содержания, прямо противоположной системы ценностей.

В том или ином виде информационное обеспечение принятия решений и информационные средства воздействия присутствовали во все времена, это явление не новое. Новым являются уровень и качество современных информационных технологий и средств их применения, создающие условия для невозможного ранее активного воздействия на сознание людей.

Начавшееся во второй половине XX в. интенсивное развитие электронно-вычислительной техники, средств связи привело к формированию глобального

информационно-технологического пространства, охватывающего информационные ресурсы, процессы и системы, без которых немислимо существование современных государств и жизнь самих людей.

Реалией современных постиндустриальных модернизаций и усиления процессов информатизации, по мнению экспертов, стало формирование особого состояния общества – появилось «общество знания». Его возникновение отражает повышение роли знаний, интеллектуального ресурса, образования, высоких (научоемких) технологий в развитии мира. Кроме естественнонаучного и инженерно-технического образования, обеспечивающего прогресс в развитии, в обществе знания возрастает и значимость духовно-культурного начала как гаранта аутентичности общественной динамики. «Сегодня, – согласно научной позиции директора Института философии НАН Беларуси кандидата философских наук А. А. Лазаревича, – следует иначе взглянуть на ценность не только материальных феноменов, но и «духовно-идеальной материи», к которой, несомненно, следует отнести знание и сознание человека, его мировоззрение и мироощущение со всеми вытекающими отсюда интенциями, которые (и только они) в последующем способны стать фундаментом креативной практической деятельности, в том числе и материально-производственной» [3, с. 43].

По общему признанию ведущих философов, социологов, политологов и экономистов, глобализация и информатизация общественной жизни сделали важнейшим элементом национальной безопасности ее информационную составляющую. Национальные границы когда-то обособленных государств становятся все более прозрачными и условными, а Интернет формирует новую виртуальную среду со своими правилами и нормами поведения. Развитие мирового сообщества показывает, что чрезвычайно важным культурно-цивилизационным ресурсом современности становится информация в различных ее проявлениях. Информатизация активно изменяет мир, по-новому заставляет осмыслить многие проблемы существования.

В Концепции национальной безопасности Республики Беларусь отмечается, что сегодня «информационная сфера превращается в системообразующий фактор жизни людей, обществ и государств. Усиливается роль и влияние СМИ и глобальных коммуникационных механизмов на экономическую, политическую и социальную ситуации. Информационные технологии нашли широкое применение в управлении важнейшими объектами жизнеобеспечения, которые становятся более уязвимыми перед случайными и преднамеренными воздействиями. Происходит эволюция информационного противоборства как новой самостоятельной стратегической формы глобальной конкуренции. Распространяется практика целенаправленного информационного давления, наносящего существенный ущерб национальным интересам» [4, разд. 1, гл. 1, ст. 5].

Настоящие положения, с учетом новых рисков, вызовов и угроз, складывающихся в информационной сфере, получили свое развитие в Концепции информационной безопасности Республики Беларусь, утвержденной постановлением Совета Безопасности Республики Беларусь 18. 03. 2019 г. № 1. В данном документе подчеркивается, что «масштабное манипулирование массовым сознанием принимает такую же остроту, как борьба за территории, ресурсы и рынки. Через информационное пространство осуществляется преднамеренная дискредитация конституционных основ государств и их властных структур, размывание национального менталитета и самобытности, вовлечение людей в экстремистскую и террористическую деятельность, разжигание межнациональной и межконфессиональной вражды, формирование радикального и протестного потенциала. Информационный фактор играет все более значительную роль в межгосударственных конфликтах и неявных действиях, направленных на нарушение суверенитета, территориальной целостности стран и снижение темпов их развития. В результате информационных воздействий существенно меняются социальные связи человека в обществе, стиль мышления, способы общения, восприятие действительности и самооценка» [5, разд. IV, гл. 10, ст. 40]. «Для Республики Беларусь основными

источниками угроз информационно-психологического характера в информационной сфере являются информационное противоборство между ведущими мировыми центрами силы, целенаправленное формирование внутри и за пределами страны информационных поводов для дискредитации государственной внешней и внутренней политики» [5, разд. IV, гл. 11, ст. 42].

***Приобретая беспрецедентные масштабы и интенсивность, информационно-консциентальное противоборство в современном мире становится источником международной напряженности и глобальной нестабильности.*** Это хорошо просматривается на примере целого ряда «цветных» и прочих революций, «арабской весны», когда развитые технологии ведущих государств помогли произвести воздействие на политические структуры ряда стран и осуществить там смену власти. В немалой степени это было обусловлено довольно обширным применением информационных технологий. Так, «в Тунисе постоянный доступ к сети Интернет имели 34 % населения, в Египте – около 25 % при достаточно высокой популярности социальных сетей среди молодежи и лиц в возрасте до 35 лет (около 50 %)» [6, с. 40].

Опыт и практика военных конфликтов последних лет показывают: цель информационно-консциентального воздействия стран Запада – системное изменение стереотипов и сложившихся норм поведения людей, их ценностных ориентиров, ослабление или полное разрушение традиционных культурных ценностей и, таким образом, осуществление культурно-идеологической экспансии посредством привнесения извне инородных культурных ценностей. Причем наиболее значимым объектом этого воздействия выступают прежде всего ценностно-мировоззренческие установки и ориентиры молодежи. Недостаточно интегрированная в жизнь общества молодежь всегда выступала в качестве взрывного материала, спускового механизма всякого рода смут, бунтов и революций [7, с. 79]. В своем ежегодном Послании белорусскому народу и Национальному собранию 19 апреля 2019 г. Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко отметил, что сегодня «в мире в прямом смысле идет битва за молодые умы, когда они подвергаются мощному информационному давлению, разрушающему систему ценностей. А мы знаем, для чего это делается» [8, с. 11]. Поэтому в Концепции информационной Безопасности Республики Беларусь сохранению традиционных ценностей и устоев как главного объекта защиты в информационном пространстве посвящена целая глава.

***Современный глобализирующийся мир вступил в полосу активных культурных контактов и обменов, которые зачастую (а в последнее время – как правило) становятся средством культурно-цивилизационной агрессии одних государств против других.*** Культурно-цивилизационная агрессия при этом сопровождается внедрением в индивидуальное и общественное сознание потенциального противника чужеродных ценностных ориентиров, установок, призванных сменить в том или ином обществе системы ценностей и тем побеждать. Культурно-цивилизационная агрессия крайне опасна для традиционно духовно-ценностно-ориентированных культурных пространств, каковым является восточнославянское культурное пространство, так как в данном случае она воздействует не на поверхностные слои культуры общества, а напрямую уничтожает фактические глубинные духовные основания культуры, ее сердцевину.

Особо попираемой в обострившемся культурно-цивилизационном противоборстве германо-романской и славянской цивилизаций выступает такая ценность, как патриотизм – основополагающее, системообразующее и ценностно-мировоззренческое основание деятельности отечественного воинства. В силу своей многофункциональности патриотизм является одним из главнейших концептов идеологии белорусского государства. Начинаясь с понимания населением, всеми гражданами суверенитета и независимости своей страны, он позиционируется как основа консолидации белорусского общества, формирования монолитного, сплоченного морального духа народа – важнейшего фактора обеспечения военной безопасности Республики Беларусь.

Все большее беспокойство вызывает активное распространение в информационном пространстве фальсификационной, недостоверной и откровенно лживой информации в отношении нашего государства. Подвергается критике социально-экономическая, политическая модель Республики Беларусь, «прикрепляются ярлыки» на руководство страны, очерняется деятельность силовых структур, особой дискредитации подвергается армия. ***На уровне интернет-контента, вещания отдельных телевизионных каналов, блогов существуют продуманные попытки сменить определенную парадигму историко-культурной идентичности нашей страны.*** В целях дезориентации и развращения личности в информационном пространстве активно предпринимаются попытки фальсификации истории Великой Отечественной войны, ставится под сомнение необходимость наличия армии и вооруженной защиты государства. Министр обороны Республики Беларусь, генерал-лейтенант А. А. Равков, в докладе «Геополитические итоги Великой Отечественной войны. Вклад белорусского народа в Победу» отметил: «Массовый героизм пытаются стереть из людской памяти, самопожертвование опошляют, нравственные идеалы осмеивают и низводят до примитивного фанатизма. Для этого используется широкий спектр средств информационно-психологического противоборства – от прямого искажения исторической действительности до якобы альтернативных точек зрения, в которых подлинные события и достоверно установленные факты подвергаются сомнению, их суть подменяется вырванными из контекста деталями, искажаются масштаб и значимость тех или иных военных операций, сражений, политических событий и процессов» [9, с. 20]. «Сегодня с сожалением приходится констатировать, что ...сыновьям, внукам и правнукам победителей приходится защищать их праведный ратный труд уже на полях информационной войны, отстаивать правое дело Великой Победы, Победы Добра и Справедливости над силами зла и насилия!» [10, с. 3–4].

***Важно понимать, что механизмы деструктивного информационно-консциентального воздействия на личность, общество и государство постоянно совершенствуются.*** Отечественный исследователь В. М. Макаров справедливо отмечал, что «нередко в качестве оружия для разрушения сознания используются самые неожиданные вещи, например философские учения. Одним из видов такого оружия стал постмодернизм» [11, с. 44]. Поясним суждение В. М. Макарова.

«Постмодернизм – понятие, используемое современной философской рефлексией для обозначения характерного для культуры сегодняшнего дня типа философствования, содержательно-аксиологически дистанцирующегося не только от классической, но и от неклассической традиций и конституирующего себя как постсовременная, т. е. постнеклассическая философия» [12, с. 827].

Вызревание постмодернистских идей связано с реализацией качественно новых технических возможностей, способствующих интенсивной коммуникации различных культур, столкновению полярных ценностных ориентиров, размыванию идеалов, претендующих на универсальность, тотальный охват бытия. В этом пространстве разнородного происходят диффузия духовных ориентиров, эклектическое смешение культурных языков и направлений.

Первоначально постмодернистское мироощущение облекается в формы художественного творчества (литература, архитектура), однако впоследствии получает философское обоснование в работах Ж. Деррида, Ж. Бодрийара, Ж. Делеза, Ф. Гваттари, Ж.-Ф. Лиотора. «Философов хаоса» объединяет переживание случайности, неопределенности человеческого бытия, скептицизм в отношении гармонизации социума, отрицание надежных смысловых ориентиров, размывание граней между возвышенным и низменным, прекрасным и уродливым, добром и злом. Постмодернисты настаивают на преодолении любого центризма, любых точек зрения, претендующих на роль универсальной системы, отстаивая самодостаточность фрагментарного, мозаичного знания, правомерность множественности интерпретаций мира культуры и бытия в целом. Истина становится множественным явлением.

*Доминирование не сопряженных друг с другом многообразных трактовок мира, неопределенность, расплывчатость, выпадение из системы координат общечеловеческих ценностей могут легко привести к хаосу, нарастанию деструктивных процессов, массовому распространению маргинального типа человека, лишённого духовного центра, находящегося во власти аморфного мироощущения, а то и циничных установок. Указанные признаки и черты постмодернизма заполняют собой общественное сознание и направлены на разрушение самосознания народа.*

***Исходя из вышесказанного нельзя не заметить, что, во-первых, в сфере подготовки офицерских кадров в условиях обозначившихся новых рисков, вызовов, угроз еще более очевидной становится невозможность успешного решения практических задач без учета гуманитарных, информационных, мировоззренческо-идеологических, аксиологических аспектов, во-вторых, социально-гуманитарное знание в информационном обществе приобретает стратегический характер.***

Информационная революция, внедрение информационных технологий коренным образом изменяют не только облик социальных систем, но и военную сферу. Успех в современной войне будет определяться не столько соотношением военных сил и боевых средств воюющих сторон, сколько информационным превосходством над противником, знанием себя и знанием своего оппонента. В условиях усиления информационно-консциентального противоборства это знание в первую очередь предполагает постижение системы ценностей и убеждений, образа мыслей и ментальных установок. Война современной эпохи, как замечает Р. Сафрански, «требует включения в «оперативный штаб» философов, культурологов-антропологов, страноведов, лингвистов, специалистов в области семантики». «Прошли те дни, – пишет Р. Сафрански, – когда военные колледжи или штабные колледжи могли игнорировать эти курсы» [13, с. 113]. Это обуславливается тем, что основным полем информационного противоборства между государствами и иными геополитическими субъектами выступают состояние и качество сознания человека, ибо «самое слабое место на поле боя — мозг солдата, поскольку все остальное можно закрыть броней» [14, с. 40].

**В условиях усиления информационно-консциентального противоборства особо значимой становится мировоззренческая компонента личности, ее духовно-нравственная устойчивость и мобильность.** Каждый офицер, курсант должен понимать, в чем суть его общественно-государственной миссии, ради чего он служит, какие ценности защищает, каково предназначение армии и какова ее роль в обеспечении национальной безопасности государства.

Если рассмотреть образование в целом, то неизбежно приходишь к выводу – именно социально-гуманитарные дисциплины воспитывают гражданина и патриота страны, продолжателя традиций и носителя национальной культуры, готового отстаивать идеалы и ценности белорусского народа, знающего сущность и содержание политической и социально-экономической модели Республики Беларусь, готовым быть защитником Отечества.

В современной научной литературе подтверждается самоценность высокого морального духа, высокой духовности человека на войне. Во все времена только более сильный воин, сильный прежде всего духовно, а не физически, может сломить волю к сопротивлению своего противника. Победа в войне не достигается просто захватом территории, а возможна лишь тогда, когда захвачены умы местного населения, что возможно лишь при наличии более сильного духа, чем у противника.

Высокий моральный дух, высокая духовность особо значимы, ментальны для нашего народа и его армии.

Во-первых, исторически сложилось так, что защита Отечества у нас приобрела всенародный характер, она всегда становилась делом всех и каждого. Отечественная армия практически всегда была армией народа, иногда практически всем народом. Выстоять и победить во всенародной борьбе можно только силой духа, силой патриотизма, силой



высокой духовной сплоченности. Во-вторых, защита Отечества в нашем культурном пространстве понималась не только как защита государства, но и всего общества, мира, грамады (бел.). Соборный характер защиты Родины также формировал духовные начала военного противоборства.

Моральный фактор стал основой победы СССР в Великой Отечественной войне, определил тогда боеспособность вооруженных сил, активно проявляет себя в современных конфликтах: события последних лет, особенно в Ираке, показали, что потеря духа армии – это самое страшное, его ничем восполнить нельзя.

Риски, вызовы и угрозы для отечественных вооруженных сил в морально-нравственной плоскости связаны в первую очередь с распространением в обществе прагматического мировоззрения, которое затронуло все его слои, в том числе воинство. Воспитание высокого морального духа, высокой духовности, патриотизма в прагматично-утилитарном, потребительском мире – важнейший аспект подготовки будущих офицеров.

Очевидно, что в условиях информационно-консциентального противоборства, устойчивое развитие страны, национальная безопасность, баланс интересов личности, общества, государства во многом определяются адекватной системой образования. Укрепление национальной безопасности предполагает на современном этапе создание благоприятных условий для всестороннего социально-гуманитарного образования молодежи, формирующего у нее научно обоснованное мировоззрение, чувство патриотизма, адекватное, критическое мышление. Умаление роли социально-гуманитарных дисциплин при подготовке специалистов в учреждениях высшего образования (особенно в военной сфере) по сути подрывает духовные основы личности, общества, государства, на личностном уровне ведет к обесмысливанию жизни, распространению девиантного поведения, дестабилизации общества, создает угрозу национальной безопасности.

Предпринимаемое в государстве реформирование блока социально-гуманитарных дисциплин требует дифференцированного подхода.

Необходимо принимать во внимание функциональную специфику получаемой специальности и выпускаемого специалиста. Военное образование в этом плане меньше всего нуждается в общеевропейской унификации и стандартизации. Военная академия Республики Беларусь, военные факультеты и военные кафедры гражданских вузов республики готовят специалиста «внутреннего потребления», нуждающегося в мощной социально-личностной подготовке. В противном случае мы можем получить специалиста другой системы ценностей, не готового к защите Отечества. В системе подготовки офицерских кадров блок социально-гуманитарных дисциплин, и в первую очередь дисциплины обществоведческие, по существу, формируют не только социально-личностные, но и профессиональные компетенции специалистов.

Необходимо учитывать, что военное образование в любом государстве – это относительно самостоятельный образовательный контент, требующий особого подхода, выверенности действий по определению учебных планов подготовки специалистов в соответствии с потребностями по обеспечению защиты Отечества. Неправоммерно на современном этапе умалять значение социально-гуманитарных дисциплин в деле адекватной военно-профессиональной социализации будущих офицеров. Это, однако, никоим образом не исключает возможности модернизации и специализации социально-гуманитарного знания в высшей военной школе Беларуси. Так, дисциплины «История военно-политических конфликтов (вторая половина XX начало XXI века)» и «Основы военной социологии» (в настоящее время это дисциплины по выбору совета учреждения высшего образования) могли бы быть заменены специальными курсами «Религиозные аспекты вооруженного противоборства» и «Культура воинской деятельности» соответственно.

Выстраивая систему высшего военного образования, делая ее гибкой, эффективной, необходимо учитывать реальную потребность социально-личностной формации квалифицированного военного специалиста.

Выпускник военного вуза сегодня должен обладать глубокими знаниями не только в той области, где он является профессионалом. От него требуется обладание целостной системой знаний основных научных положений философии, истории, социологии, политологии, экономики, психологии, педагогики и даже современного религиоведения. Без этого он не может быть представителем научного мировоззрения, не сможет опровергнуть антинаучные и псевдонаучные идеи, используемые как главное оружие в информационно-консциентальном противоборстве. Деструктивное информационное воздействие, на наш взгляд, по своей сути явление комплексное. Деструктивное информационное воздействие – это фальсификация истории, философии, политологии, социологии, культурологии, экономики и т. п. Поэтому одной из главных задач образования (обучения, воспитания, развития) будущих офицеров является формирование у них целостного, системно-организованного научного мировоззрения.

***Стратегический характер социально-гуманитарного знания заключается в формировании устойчивого иммунитета против деструктивных информационно-консциентальных воздействий, а также в возможности задействования его в качестве методологической основы и инструмента защиты от такого воздействия, организации эффективной пропаганды и контрпропаганды, познания себя и своего оппонента.***

Задачей сегодняшнего дня является подготовка кадров Вооруженных Сил, способных противостоять подобному рода невоенным угрозам в гуманитарной сфере. На решение этой задачи направлено преподавание в Военной академии социально-гуманитарных дисциплин.

***Прагматика реализуемого в Военной академии цикла социально-гуманитарных дисциплин состоит в том, что его содержание представляет собой не конгломерат отдельных учебных дисциплин и курсов, а тесно связанных между собой интегрированных и специализированных модулей, направленных на обеспечение фундаментальности, практико-ориентированности и актуальности подготовки обучающихся с учетом динамики современного вооруженного противоборства.***

Очевидная значимость, прагматика и актуальность социально-гуманитарного знания с учетом всего вышесказанного определяется не только тем, что оно лежит в основе мировоззренческой и методологической культуры специалистов, но и тем, что оно способствует воспитанию патриотов, формирует политическое сознание обучаемых, направлено на сохранение и укрепление традиционной национальной культурной идентичности (а это сегодня первостепенно для государства и общества). Без усвоения социально-гуманитарных дисциплин невозможно подготовить всесторонне образованного, высококультурного, критически мыслящего командира, инженера, педагога, управленца, защитника Беларуси.

#### Список использованных источников

1. Концепция оптимизации содержания, структуры и объема социально-гуманитарных дисциплин в учреждениях высшего образования : утв. приказом Министра образования Респ. Беларусь от 22.03.2012 г. № 194.
2. Образовательный стандарт высшего образования. Высшее образование. Первая ступень. Цикл социально-гуманитарных дисциплин : утв. Министром образования 15.07.2014 г.
3. Лазаревич, А. А. Знание и образование – основа современной модернизации / А. А. Лазаревич // Беларус. думка. – 2011. – № 10. – С. 38–44.
4. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь : утв. Указом Президента Респ. Беларусь 9 нояб. 2010 г. № 575. – Минск : Белорус. Дом печати, 2011. – 48 с.
5. Концепция информационной безопасности Республики Беларусь : утв. Постановлением Совета Безопасности Респ. Беларусь от 18.03.2019 г. № 1 // СБ. Беларусь сегодня. – 2019. – 21 марта. – Спецвыпуск.
6. Киселев, В. А. К каким войнам необходимо готовить Вооруженные Силы / В. А. Киселев // Воен. мысль. – 2017. – № 3. – С. 38–46.

7. Кирвель, Ч. С. Социогуманитарное знание и образование в контексте современных информационных войн и глобальной конкуренции (статья-предупреждение) / Ч. С. Кирвель // Социология. – 2012. – № 2. – С. 79–91.

8. Лукашенко, А. Г. Современную Беларусь создаем вместе : Послание Президента Республики Беларусь Александра Лукашенко белорусскому народу и Национальному собранию Республики Беларусь, 19 апр. 2019 г. / Информ. бюл. Администрации Президента Респ. Беларусь. – 2019. – № 5 (276). – С. 2–23.

9. Равков, А. А. Геополитические итоги Великой Отечественной войны. Вклад белорусского народа в Победу / Этот день мы приближали как могли... : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне и окончанию Второй мировой войны, Минск, 7–8 мая 2015 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук ; редкол. : В. Г. Гусакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2016. – Ч. 1. – С. 12–21.

10. Коваленя, А. А. Вступительное слово академика-секретаря отделения гуманитарных наук и искусств НАН Беларуси доктора исторических наук, профессора, члена-корреспондента А. А. Коваленя / Этот день мы приближали как могли... : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне и окончанию Второй мировой войны, Минск, 7–8 мая 2015г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук ; редкол. : В. Г. Гусакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2016 г. – Ч. 1. – 517 с.

11. Макаров, В. М. Война в сфере смыслов / М. А. Макаров // Беларус. думка. – 2007. – № 12. – С. 40–47.

12. Можейко, М. А. Постмодернизм / М. А. Можейко // История философии : энцикл. – Минск : Интерпрессервис : Кн. дом, 2002. – 1376 с.

13. Попов, И. М. Война будущего: взгляд из-за океана. Военные теории и концепции современных США / И. М. Попов. – М. : Транзиткнига, 2004. – 444 с.

14. Матвиенко, Ю. А. / Невоенные угрозы как составная часть современного межгосударственного противоборства / Ю. А. Матвиенко // Вестн. Акад. воен. наук. – 2017. – № 1 (58). – С. 35–40.

---

\*Сведения об авторе:

Чмыхун Иван Николаевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 26.09.2019 г.

## ОСНОВЫ ВОЕННОЙ НАУКИ И ВОЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

---

УДК 355.23

### ВОЕННО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ШКОЛЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ВЫСШЕЙ ВОЕННОЙ ШКОЛЕ

А. Н. Белегов, кандидат технических наук, доцент;  
В. М. Белько, кандидат технических наук, доцент;  
Д. А. Сахарук, кандидат технических наук\*

*В статье раскрывается используемая в последние десятилетия в ведущих зарубежных университетах организационная форма подготовки научных кадров в исследовательских (докторских) школах. Обосновываются возможность и предложения по применению этой формы в национальной высшей военной школе, приводятся ее отличия от военно-научных школ.*

*The article deals with the organization of scientific staff training in research schools of foreign leading universities. It also formulates the suggestions and opportunity on using this training in the national higher military school and how it differs from military scientific schools.*

Подготовка в национальной высшей военной школе (ВВШ) кадров высшей научной квалификации (КВНК) для Вооруженных Сил Республики Беларусь (ВС РБ) осуществляется в учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь» (далее – Военная академия), которое является многопрофильным и многоуровневым учреждением высшего образования университетского типа, а также научно-методическим центром по направлению образования «Военное дело» в нашей стране в соответствии с уставом Военной академии [1], утвержденным Главой государства.

В Военной академии подготовка будущих военных ученых осуществляется из числа лиц, имеющих высшее образование II ступени (окончивших магистратуру), в системе послевузовского военного образования (рисунок 1) в соответствии с действующим Кодексом Республики Беларусь об образовании (далее – Кодекс об образовании) [2], Положением о подготовке научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь [3], Положением о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь [4], Инструкцией о порядке оформления квалификационной научной работы (диссертации) на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук [5], ведомственной Инструкцией об особенностях подготовки кадров высшей научной квалификации в Вооруженных Силах Республики Беларусь [6], другими нормативными правовыми актами (НПА), в том числе локальными [7].

Предадзюнкцкая подготовка офицеров в Военной академии осуществляется на II ступени высшего образования (в магистратуре) по 11 специальностям направления образования «Военное дело» (рисунок 1), в том числе:

по восьми специальностям в магистратуре с углубленной подготовкой специалистов (практико-ориентированной) [8], в которой с 1 сентября 2015 года реализовано обучение по семи специальностям офицеров оперативно-тактического уровня (ОТУ) для сухопутных войск, военно-воздушных сил и войск противовоздушной обороны (срок обучения – 2 года) и по одной специальности оперативно-стратегического уровня (ОСУ) для ВС, других министерств и ведомств, а также иностранных государств (срок обучения с 1 сентября 2017 года – 1,5 года) с присвоением степени магистра управления и магистра государственного и военного управления соответственно;

по трем специальностям в магистратуре по подготовке к научно-педагогической деятельности (научно-ориентированной), в которой с 1 сентября 2019 года обучаются офицеры по двум специальностям в течение 1 года в очной и 1,5 года в заочной форме обучения и по специальности «Научно-педагогическая деятельность в военно-теоретической сфере» – 2 года в очной форме, выпускнику присваивается степень магистра.



Рисунок 1. – Подготовка в национальной ВВШ кадров высшей научной квалификации

Послевузовское военное образование офицеров (см. рисунок 1) реализуется на двух ступенях – в адъюнктуре и докторантуре; в адъюнктуре – в дневной, заочной формах получения образования и форме соискательства; в докторантуре – в дневной форме и форме соискательства. Подготовка в адъюнктуре открыта по 11 научным специальностям, а в докторантуре – по семи научным специальностям [8].

Образовательная программа адъюнктуры обеспечивает получение научной квалификации «Исследователь» [2].

В Военной академии в целях активизации деятельности по подготовке научных кадров высшей квалификации и выполнения требований Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь [4] организована и регламентирована академическим Положением [7] работа пяти научных советов по девяти научным специальностям, основными задачами которых являются:

предварительное обсуждение тем докторских, кандидатских и магистерских диссертаций и индивидуальных планов работы докторантов, адъюнктов, соискателей и магистрантов;

обсуждение результатов и принятие заключения по итогам предварительной экспертизы кандидатских и докторских диссертаций;

обсуждение результатов научных исследований кандидатов для поступления в докторантуру, а также лиц, завершающих работу над докторской диссертацией;

определение приоритетной тематики диссертационных исследований по соответствующим научным специальностям;

контроль и оказание помощи докторантам, адъюнктам и соискателям в ходе проведения ими научных исследований.

По одной научной специальности «Системный анализ, моделирование боевых действий и систем военного назначения» подготовка будущих ученых в Военной академии осуществляется также в рамках военно-научной школы (ВНШ), созданной в соответствии с Положением о ВНШ в ВС [9] и руководимой доктором технических наук профессором В. М. Булойчиком.

Для защиты диссертаций в академии функционируют два специализированных совета: докторский СД 04.01.01 по техническим наукам и кандидатский СК 04.01.02 по военным наукам.

В этих советах сотрудниками академии в 2014–2018 годах защищены 25 кандидатских диссертаций, что в недостаточной степени соответствует потребностям развития национальной ВВШ из-за низкой эффективности адъюнктовской подготовки.

В связи с этим в Военной академии, как и во многих отечественных университетах, на передний план вышла проблема совершенствования и повышения эффективности подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре (аспирантуре).

По мнению многих исследователей высшего образования [10, 11], современными тенденциями в развитии европейского аспирантского образования являются:

- увеличение масштабов и изменение роли этого образования;
- усиление государственного влияния в сфере регулирования и определения стандартов подготовки научных кадров;
- изменение содержания образовательных программ аспирантуры, тенденция к структурированию аспирантской подготовки;
- возникновение новых организационных форм аспирантуры – исследовательских школ (за рубежом наряду с этим используется термин «докторские школы»).

Сегодня в Европе около 50 % университетов имеют исследовательские (докторские) школы для подготовки PhD-студентов (аспирантов) [10].

Исследовательские школы (ИШ) – это специализированные университетские структуры, организуемые для подготовки специалистов высшей квалификации по конкретному научному направлению или в широкой междисциплинарной области [11].

Основными задачами исследовательских школ являются [12]:

- обеспечение набора магистрантов, аспирантов и докторантов, в том числе иностранных, и качественного научного руководства их подготовкой;
- организация структурированной подготовки аспирантов к будущей профессиональной деятельности по индивидуальным планам и программам;
- организационное и финансовое обеспечение диссертационных исследований;
- организационное и методическое обеспечение учебного процесса по блоку специальных дисциплин, включая разработку методов и форм контроля знаний;
- создание системы подготовки и повышения квалификации преподавателей и научных работников, привлекаемых к научному руководству аспирантами, магистрантами и научному консультированию докторантов;
- мониторинг эффективности и качества подготовки обучающихся;
- мониторинг профессиональной карьеры выпускников исследовательской школы.

Отбор обучающихся на программы магистратуры и аспирантуры осуществляется по таким критериям, как академическая подготовка, навыки исследовательской работы и наличие научного задела, знание языков.

Система подготовки научно-педагогических кадров в ИШ включает три научно-образовательных уровня: магистратуру, аспирантуру и докторантуру.

Программы подготовки магистрантов и аспирантов содержат следующие обязательные блоки: 1) научно-исследовательская работа и подготовка диссертации; 2) образовательная программа (для докторантов – в рамках программ повышения квалификации); 3) практика (педагогическая, производственная, научные стажировки).

Подготовка магистрантов, аспирантов и докторантов осуществляется в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов и государственных требований к структуре программ послевузовского образования [10, 12].

Образовательные программы ИШ направлены на развитие общепрофессиональных, социальных и культурных компетенций для работы в наукоемкой профессиональной среде в сфере высшего образования, науки и высокотехнологичных отраслей экономики.

Программы подготовки и индивидуальные рабочие планы обучающихся в исследовательской школе выстраиваются на основе принципа преемственности и сопряжения магистерских, аспирантских и докторантских программ.

Программы подготовки магистрантов, аспирантов и докторантов разрабатываются ИШ и утверждаются руководством аспирантуры и докторантуры университета.

Содержание основных этапов программы структурированной подготовки – состав учебных курсов и семинаров, относящихся к дисциплинам по специальности и междисциплинарным курсам, определяет научно-методический совет (НМС) ИШ.

В течение учебного года деятельность каждого обучающегося оценивается по представленным на семинарах результатам исследований, экзаменам, письменным работам или в любой другой форме, определяемой программой структурированной подготовки.

Текущая оценка результатов освоения программы подготовки проводится в конце каждого года обучения НМС ИШ. По результатам этой оценки принимается решение о рекомендации для перевода обучающихся на следующий год обучения.

Управление ИШ осуществляет НМС, возглавляемый руководителем школы, который назначается ректором. В вопросах организации подготовки и аттестации обучающихся, а также реализации государственных и университетских требований к аспирантским программам руководитель школы подчиняется руководству аспирантуры и докторантуры университета.

Научно-методический совет ИШ:

руководствуется в своей работе решениями ученого совета университета и научно-методического совета аспирантуры и докторантуры;

определяет стратегию развития ИШ, перспективы и направления развития учебной, методической, научно-исследовательской деятельности;

принимает решения по вопросам организации научных исследований и учебного процесса, развитию контактов с учебными и научными организациями в стране и за рубежом;

рассматривает вопросы, связанные с организацией учебной и научно-исследовательской работы школы, утверждает программу структурированной подготовки магистрантов и аспирантов;

формирует состав приемной комиссии по приему вступительного экзамена по специальности;

заслушивает и принимает решения по ежегодным отчетам руководителей исследовательской школы о ее работе;

осуществляет аттестацию обучающихся, а также рассматривает любые вопросы, касающиеся реализации индивидуальных планов подготовки магистрантов, аспирантов и докторантов;

рассматривает другие вопросы, связанные с деятельностью исследовательской школы.

Каждый аспирант на весь период подготовки зачисляется в состав творческого коллектива по выполнению плановых или финансируемых НИР, реализуемых базовыми учебно-научными подразделениями школы. Тематика диссертационных работ максимально приближена к тематике НИР, соисполнителями которых являются аспиранты. При условии успешного завершения обучения в ИШ и защиты диссертации в срок выпускники школы получают право на зачисление в университет в качестве штатного научно-педагогического работника.

ИШ образуются на базе входящих в состав университета кафедр, факультетов и научно-исследовательских структур (лабораторий, центров, институтов и др.).

Основным документом, организующим и регламентирующим функционирование ИШ, является Положение о ней [12], которое подписывается руководителем школы, согласовывается с руководством аспирантуры и докторантуры, проректором по научной работе и утверждается ректором университета.

Таким образом, по зарубежному опыту [11], ИШ как инновационная форма организации подготовки КВНК эффективнее формирует будущих ученых, так как:

во-первых, формирует образовательную программу их обучения, т. е. управляет процессом подготовки;

во-вторых, научное образование будущих ученых осуществляется в коллективе исследователей школы в рамках проводимых ими научных исследований;

в-третьих, диссертационное исследование будущих ученых на всех этапах проходит более широкое обсуждение и апробацию в коллективе исследователей школы.

Анализ опыта ведущих зарубежных университетов [10, 11] свидетельствует о том, что создание ИШ является эффективным инструментом для решения задач в сфере кадрового обеспечения науки, высшей школы и высокотехнологичных отраслей экономики. В таких школах удастся формализовать профессиональные требования к процессу и качеству обучения, повысить научный уровень диссертационных исследований, усовершенствовать систему управления качеством научных исследований.

В нашей стране Министерством образования в настоящее время в целях совершенствования норм Кодекса об образовании (в том числе и в части, касающейся послевузовского образования) с учетом практики его применения в современных условиях подготовлен и согласован с госорганами проект Закона Республики Беларусь «Об изменении Кодекса Республики Беларусь об образовании» (далее – проект Закона) [13].

Предлагаемая редакция проекта Закона обусловлена: изменением структуры высшего образования; включением в систему образования страны системы научно-ориентированного образования взамен системы послевузовского образования; устранением пробелов, выявленных в практике применения Кодекса об образовании.

В проекте Закона в части, касающейся системы подготовки кадров высшей научной квалификации, предлагается:

ввести термины «магистр», «научно-ориентированное образование» вместо «послевузовское образование»;

дополнить перечень образовательных стандартов образовательными стандартами научно-ориентированного образования при реализации образовательной программы аспирантуры (адъюнктуры);

ввести новую статью под названием «Образовательный стандарт научно-ориентированного образования при реализации образовательной программы аспирантуры (адъюнктуры)», в которой определить, что «образовательный стандарт научно-ориентированного образования при реализации образовательной программы аспирантуры (адъюнктуры) устанавливает требования к результатам освоения содержания образовательной программы аспирантуры (адъюнктуры), содержанию учебно-программной документации образовательной программы аспирантуры (адъюнктуры), срокам получения научно-ориентированного образования, организации образовательного процесса, подготовке квалификационной научной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, итоговой аттестации, присваиваемой квалификации «исследователь», а также то, что требования к результатам освоения содержания образовательной программы аспирантуры (адъюнктуры) включают формируемые у аспирантов, адъюнктов, соискателей компетенции»;

дополнить для аспирантуры (адъюнктуры) в статье «Учебно-программная документация научно-ориентированного образования» состав этой документации учебными планами учреждения образования и учебными программами по учебным дисциплинам, а также порядком их разработки и утверждения.



С учетом апробированного в ведущих зарубежных университетах опыта создания и функционирования ИШ, изменений в национальном законодательстве в сфере научно-ориентированного образования в Военной академии могут быть сформированы военно-исследовательские школы (ВИШ) как по открываемым в адъюнктуре научным специальностям, так и действующим, по которым нет военно-научных школ, на базе факультетов, кафедр и научно-исследовательских лабораторий (НИЛ) научно-исследовательской части (НИЧ) в соответствии с профилем их деятельности и перспективными направлениями исследований в Вооруженных Силах. Перечень базовых подразделений для ВИШ, создание которых возможно в Военной академии, приведен в таблице.

Таблица. – Перечень базовых подразделений для военно-исследовательских школ, создание которых возможно в Военной академии

Название ВИШ	Базовые подразделения	Основные направления исследований
Военное искусство	Кафедры факультетов, осуществляющие профессиональную подготовку специалистов по стратегии, оперативному искусству и тактике, НИЛ моделирования военных действий НИЧ	Проблемы стратегии, оперативного искусства и тактики
Военные системы управления, связи и навигации	Кафедры факультета связи и АСУ с их НИЛ, кафедра спецсвязи, кафедра государственного и военного управления факультета Генерального штаба Вооруженных Сил	Проблемы повышения эффективности существующих и разработки перспективных военных систем управления, связи и навигации
Военная разведка	Кафедры факультетов, осуществляющие профессиональную подготовку специалистов военной разведки, профильная НИЛ НИЧ	Проблемы повышения эффективности военной разведки и разработки перспективных средств военной разведки
Радиоэлектронная борьба (РЭБ)	Кафедра, осуществляющая профессиональную подготовку специалистов РЭБ, профильная НИЛ авиационного факультета	Проблемы повышения эффективности РЭБ и разработки перспективных средств РЭБ
Вооружение и военная техника (ВВТ), комплексы и системы военного назначения	Общеинженерные кафедры и кафедры факультетов, осуществляющие подготовку специалистов по устройству и применению элементов и образцов ВВТ, комплексов и систем военного назначения, профильная НИЛ НИЧ	Проблемы повышения эффективности существующих и создания перспективных образцов ВВТ, комплексов и систем военного назначения
Эксплуатация и восстановление ВВТ, техническое обеспечение	Кафедры факультетов, осуществляющие подготовку специалистов по эксплуатации и восстановлению ВВТ, техническому обеспечению	Проблемы повышения эффективности эксплуатации и восстановления ВВТ, технического обеспечения
Воинское обучение и воспитание, военная педагогика и психология	Кафедра идеологической работы, кафедра социальных наук, профильные кафедры факультетов, центр профессионально-психологического отбора и сопровождения учебно-воспитательного процесса, профильная НИЛ НИЧ	Проблемы повышения эффективности воинского обучения и воспитания, качества подготовки военных кадров

Название предлагаемой для введения в национальной ВВШ формы организации подготовки КВНК – военно-исследовательская школа – подчеркивает, что ее целью является подготовка будущих военных исследователей. Это название хорошо согласуется с конечной целью обучения в национальной адъюнктуре (аспирантуре) – присвоением квалификации «исследователь» [2] при успешном завершении подготовки. Кроме того, эта форма организации подготовки соответствует подготовленным Министерством образования и согласованным с госорганами изменениям в образовательном законодательстве [13], касающимся подготовки аспирантов (адъюнктов).

Управление ВИШ в Военной академии (рисунок 2) должен осуществлять заместитель начальника академии по научной работе (ЗНА по НР) через отдел научной работы и научно-методический совет (НМС) военно-исследовательских школ.

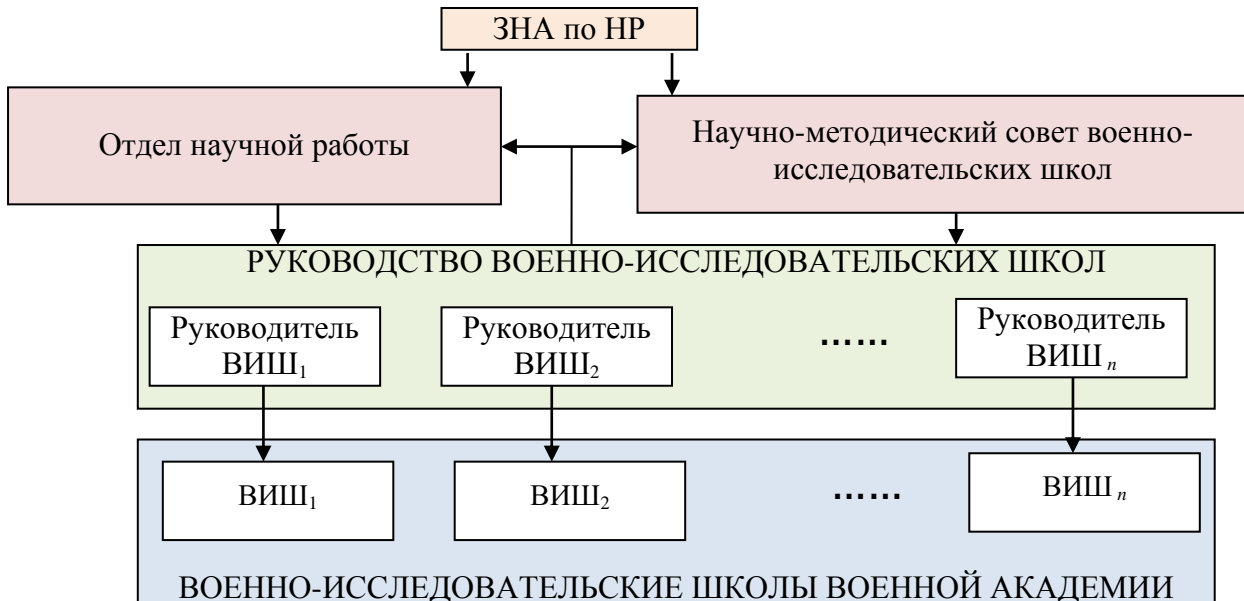


Рисунок 2. – Система управления ВИШ в Военной академии

Членами НМС военно-исследовательских школ являются руководители ВИШ, назначаемые начальником Военной академии из числа руководителей структурных подразделений как лиц, ответственных за состояние научной работы в них, или ведущих профессоров этих структурных подразделений, имеющих ученую степень доктора (в исключительном случае кандидата) наук и ведущих активную научную деятельность по профилю ВИШ. Основным документом, регламентирующим функционирование военно-исследовательской школы, является Положение о ней, проект которого приведен в [14].

Военно-исследовательские школы могут быть не только вузовскими, но и межвузовскими (ведомственными) – по тем научным специальностям, по которым подготовка КВНК осуществляется в нескольких военных учебных заведениях и организациях. В этом случае их деятельность регламентируется Положением, утвержденным на межвузовском (ведомственном) уровне.

Военно-исследовательская школа, выполнив в процессе своей деятельности требования, предъявляемые к ВВШ [9], может повысить свой статус и быть зарегистрирована как военно-научная школа.

Анализ содержания документов, регламентирующих деятельность ВИШ [14] и ВВШ [9], показывает, что функционирование ВИШ в учреждении высшего образования (УВО) по сравнению с ВВШ имеет следующие существенные особенности:

осуществляется в первую очередь в соответствии с национальным законодательством об образовании (в части, касающейся высшего образования (магистратуры) и послевузовского образования), а не только законодательством о научной деятельности;

система подготовки кадров включает три научно-образовательных уровня – магистратуру, аспирантуру и докторантуру;

проводится поэтапный отбор, прием и зачисление кандидатов для обучения по магистерским, аспирантским и докторантским образовательным программам;

обучение осуществляется по образовательным программам специальностей подготовки магистрантов, аспирантов и докторантов в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов;

образовательные программы специальностей подготовки, разрабатываемые в ВИШ, выстраиваются на основе принципа преемственности и сопряжения магистерских, аспирантских и докторантских программ;

управление ВИШ осуществляет НМС, возглавляемый руководителем (руководителями) ВИШ, который назначается руководителем УВО;

научно-методический совет определяет содержание магистерских, адъюнктских и докторантских программ подготовки, а также требования к их освоению и формы контроля;

в конце каждого года обучения научно-методическим советом проводится оценка результатов освоения программы подготовки, по результатам этой оценки принимается решение о рекомендации для перевода обучающихся на следующий год обучения.

При создании ВИШ в Военной академии деятельность существующих научных советов [7] может быть прекращена, так как их аттестационные (контрольные), экспертные функции будут осуществлять ВИШ в соответствии с их Положениями. Как показывает сравнительный анализ содержания документов, регламентирующих деятельность ВИШ и научных советов в Военной академии, задачи, решаемые ВИШ, значительно шире и соответствуют законодательству не только о научной, но и об образовательной деятельности.

Таким образом, с учетом вышеизложенного положительного опыта ведущих зарубежных университетов в организации подготовки КВНК, а также подготовленных Министерством образования и согласованных с госорганами изменений в новой редакции Кодекса об образовании одним из основных перспективных направлений развития системы подготовки научно-педагогических кадров для ВС РБ и повышения качества их образования становится введение в национальной ВВШ такой инновационной формы организации подготовки будущих военных ученых, как военно-исследовательские школы. Данная форма не может быть реализована повсеместно и в одночасье, однако это объективный и неизбежный путь повышения качества подготовки научных кадров для обеспечения инновационного развития высшей военной школы и Вооруженных Сил нашей страны.

#### Список использованных источников

1. Устав учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» : Указ Президента Респ. Беларусь, 25 марта 2003 г., № 127 : в ред. от 16 апр. 2013 г. № 195.
2. Кодекс Республики Беларусь об образовании : 13 янв. 2011 г., № 243–З : принят Палатой представителей 2 дек. 2010 г. : одобр. Советом Респ. 22 дек. 2010 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 23 июля 2019 г. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2016.
3. Положение о подготовке научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь : утв. Указом Президента Респ. Беларусь, 1 дек. 2011 г., № 561 : в ред. от 16.12.2013 г. № 560.
4. Положение о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь : утв. Указом Президента Респ. Беларусь 17 нояб. 2004 г. № 560 : в ред. от 01.12.2011 г. № 561.
5. Инструкция о порядке оформления квалификационной научной работы (диссертации) на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, автореферата и публикаций по теме диссертации : утв. постановлением Высшей аттестационной комиссии Респ. Беларусь 28.02.2014 г. № 3.

6. Инструкция об особенностях подготовки кадров высшей научной квалификации в Вооруженных Силах Республики Беларусь : утв. приказом Министра обороны Респ. Беларусь 31.08.2012 г. № 893.

7. Положение о научных советах учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» : утв. приказом начальника учреждения образования «Воен. акад. Респ. Беларусь» 4 мая 2018 г. № 344.

8. Лисовский, В. А. Современное состояние и перспективы развития системы подготовки офицерских кадров в национальной высшей военной школе / В. А. Лисовский // Обеспечение военной безопасности государства: проблемы и перспективы : сб. науч. ст. Междунар. воен.-науч. конф., Минск, 23–24 марта 2017 г. / Воен. акад. Респ. Беларусь ; под общ. ред. В. А. Лисовского, М. Ю. Избаша. – Минск, 2017. – Ч. 1. – С. 23–30.

9. Положение о военно-научных школах в Вооруженных Силах : утв. приказом Министра обороны Респ. Беларусь 26 февр. 2019 г. № 255.

10. Бедный, Б. И. О некоторых направлениях развития системы подготовки научных кадров в высшей школе / Б. И. Бедный, Е. В. Чупрунов // Высш. образование в России. – 2012. – № 11. – С. 3–15.

11. Бедный, Б. И. Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре: исследовательские школы / Б. И. Бедный, В. Б. Казанцев, Е. В. Чупрунов // Высш. образование в России. – 2014. – № 6. – С. 34–42.

12. Институт аспирантуры и докторантуры Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского. – Режим доступа: <http://phd.unn.ru/>. – Дата доступа: 20.09.2019.

13. Об изменении Кодекса Республики Беларусь об образовании : проект Закона Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://phd.unn.ru/>. – Дата доступа: 20.09.2019.

14. Разработка предложений по совершенствованию системы формирования резерва научных и научно-педагогических кадров (шифр «Террикон») : отчет о НИР / Воен. акад. Респ. Беларусь ; науч. рук. В. М. Белько. – Минск, 2017. – 114 с.

---

\*Сведения об авторах:

Белегов Александр Николаевич,

Белько Валерий Михайлович,

Сахарук Дмитрий Александрович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 24.09.2019 г.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО СОЕДИНЕНИЯ

В. Л. Буяновский, И. В. Клименков, кандидат военных наук, доцент\*

*В статье предложен способ установления влияния на техническое обеспечение зенитного ракетного соединения экономического фактора как одного из малоисследованных факторов, анализируемых на соответствующем этапе определения пути совершенствования его технического обеспечения.*

*The article proposes a way to establish the impact on the technical support of anti-aircraft missile systems of the economic factor, as one of the milk-explored factors analyzed at the corresponding stage of improving its technical support.*

Совершенствование технического обеспечения (ТехО) зенитного ракетного соединения (зрс) является актуальной задачей научно-исследовательской деятельности [1]. Одним из первых этапов определения возможных способов его совершенствования выступает анализ условий и факторов, воздействующих на ТехО зрс [2]. Среди факторов, часто используемых в исследованиях с анализом их воздействий на различные процессы [3], есть такие, чье влияние опускается либо изначально приравнивается к незначительному в основном ввиду отсутствия методик их учета. Данная статья посвящена анализу влияния на ТехО зрс одного из таких факторов, а именно экономического, и обоснованию возможности его учета.

Влияние экономического фактора на ТехО зрс предлагается связать с интенсивностью и качеством обновления парка вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) зрс, а также со степенью выполнения мероприятий ТехО, направленных на поддержание этих ВВСТ в боеготовом состоянии. Механизм такого влияния представлен в статье двумя составляющими: **размером военных расходов и характером их распределения**. Возможность и порядок учета влияния экономического фактора на ТехО зрс рассмотрен через каждую из таких составляющих.

Анализ **размера военных расходов** в различных странах мира [4, с. 41; 5, с. 9] показал, что оптимальным является выделение финансовых средств на военные расходы в размере 1,5 % от валового внутреннего продукта (ВВП) страны при ее среднестатистической частоте участия в войне 1 раз за 100 лет, а крайними значениями являются 1 и 2 % [4, с. 98]. Применительно к военным расходам Республики Беларусь (РБ) известно, что за последние десять лет их размер в процентном отношении к ВВП страны составлял от 0,9 до 1,1 % [5, с. 13; 6]. Для такого объема выделения финансовых средств на оборонные расходы проведенными исследованиями [5, с. 15] определены и учитываются параметры технического оснащения Вооруженных Сил (ВС), характеризующие их минимальный уровень, обеспечивающий поддержание адекватной обороноспособности ВС:

доля современного вооружения в войсках – 60–70 %;

доля ежегодно обновляемого вооружения  $\geq 5$  %;

доля боеготового/боеспособного вооружения – 80–90 %.

Таким образом, выделение финансовых средств на оборонные расходы в РБ находится на минимально допустимом уровне, а с учетом имеющихся прогнозных показателей и складывающейся экономической ситуации в стране на современном этапе прогнозировать существенное повышение бюджетных ассигнований на оборону в 2020–2025 годах, в которых будет осуществляться реализация очередной Государственной

программы вооружения, нецелесообразно. Однако благодаря соблюдению индивидуальных параметров технического оснащения ВС РБ выделение запланированных средств на оборонные расходы позволяет поддерживать обороноспособность ВС.

В данном случае необходимо предусмотреть возможное снижение запланированных военных расходов как один из элементов учета рассматриваемой составляющей влияния экономического фактора. Так, снижение военных расходов приводит к отказу либо задержке выполнения заранее составленных планов закупок и модернизации ВВСТ, а также к перебоям закупок либо в ремонте запасных частей и элементов, необходимых для восстановления и поддержания в боеготовом состоянии сложной радиоэлектронной аппаратуры ВВСТ зрс. Такая тенденция может возникнуть ввиду мировых либо локальных экономических кризисов. Причиной этому выступает привязка в РБ военных расходов к ВВП, что в настоящее время является сложившейся практикой для многих государств. Задачу определения факта и степени снижения военных расходов предложено решать определением наличия последствий экономического кризиса и сопоставления военных расходов РБ с «эталонными», применяемыми в существующей парадигме военных наук и в сопредельных государствах.

Анализ крупных мировых экономических кризисов 2008 и 2011 годов показал, что их последствия заставили страны Североатлантического альянса (НАТО) взять курс на снижение расходов на оборону. Закономерности, представленные на рисунке 1, показывают общую зависимость военных расходов этих стран от последствий обозначенных экономических кризисов [7; 8; 9, с. 9]. Из представленных данных видно, что выполнять требования, установленные на Пражском саммите НАТО в 2002 году о размере военных расходов членов альянса в 2 %, после кризиса смогла лишь Великобритания.

**Расходы на оборону стран – членов НАТО**

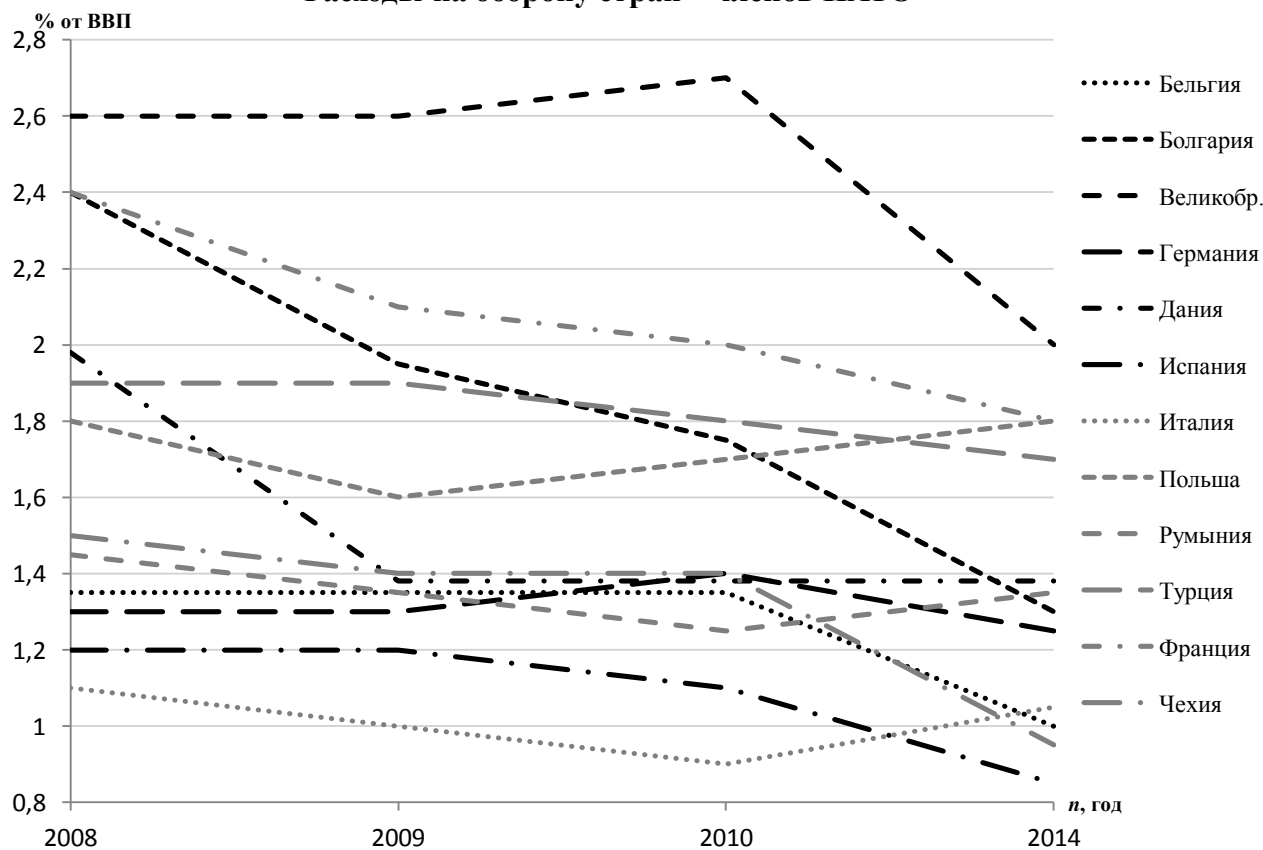


Рисунок 1. – Размер военных расходов стран – членов Североатлантического альянса

Следует отметить то, что учет влияния этого фактора присущ лишь в условиях заблаговременного планирования ТехО зрс, когда есть возможность заранее спрогнозировать порядок развития экономических кризисов. Расчет такой зависимости применительно к РБ связан с определением факта наличия экономического кризиса в интересующем периоде, предшествующем расчетному, в котором должно учитываться влияние экономического фактора. Исследователями в этой области предлагается [9], факт нахождения экономики рассматриваемого государства в кризисе сводить к определению превышения установленной крутизны кривой снижения реального валового национального продукта. Данный показатель для РБ незначительно (<2,5 %) отличается от ВВП, что оправдывает применение в расчетах ВВП вместо валового национального продукта. Например, согласно данным Национального банка РБ [10], характер изменения ВВП РБ, представленный на рисунке 2, свидетельствует о нахождении экономики РБ в период с 2008 по 2009 год и с 2014 по 2015 год в состоянии кризиса. Также на графике показаны запланированный правительством рост ВВП за 2019 год на 4 % по сравнению с 2018 годом [11] и прогноз Международного валютного фонда о росте этого показателя лишь на 2,2 % [12].

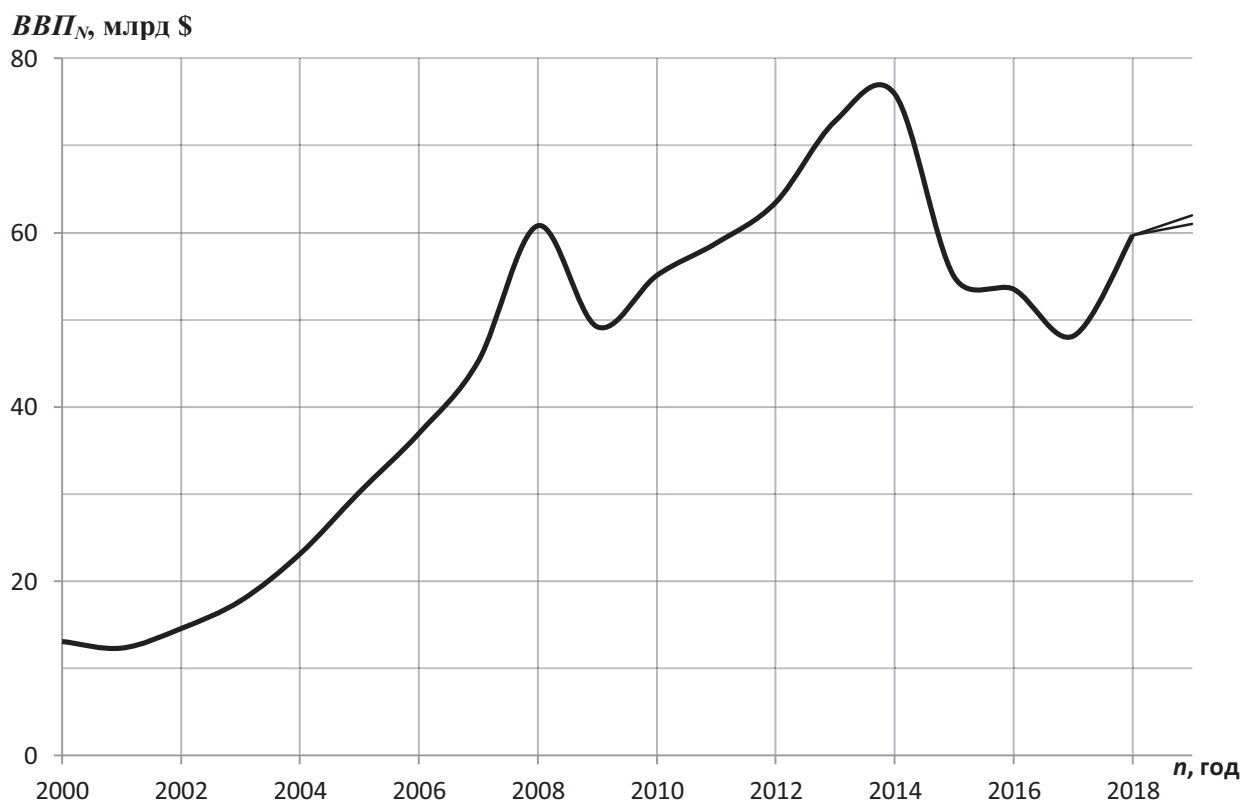


Рисунок 2. – График изменения валового внутреннего продукта Республики Беларусь за период с 2000 по 2019 год

Порядок определения крутизны кривой снижения ВВП следующий. Отрезок используемых в расчете значений ВВП ограничивается тремя расчетными годами. Например, при определении факта нахождения экономики РБ в кризисе за 2014 год используются значения размера ВВП с 2013 по 2015 год либо прогнозные показатели следующего за расчетным годом. Если градация данных кратна годовому интервалу (как в данном случае), то ее крутизна ( $S_{ВВП_{2014}}$ ) равна разности двух последних значений по шкале ординат:

$$S_{ВВП_{2014}} = ВВП_{2014} - ВВП_{2015}.$$

Если же градация данных иная, то кривая их величин может быть описана полиномом второй степени ( $ВВП(N)$ ) (показан штриховой линией на рисунке 3) с единичным коэффициентом достоверности аппроксимации:

$$ВВП(N) = -12,046N^2 + 328,34N - 2160 .$$

Дифференцируя указанный полином, можно определить точку перегиба выпуклости данной кривой, справа от которой вычисляется точка с наибольшей крутизной. Если сопоставление крутизны кривой снижения ВВП с его уровнем в начальном периоде расчета составит больше 20 %, то следует считать факт нахождения экономики в состоянии кризиса доказанным ( $K_N$ ):

$$K_N = \begin{cases} 1, & \frac{S_{ВВП_N}}{ВВП_{N-1}} \geq 0,2 . \\ 0 & \end{cases}$$

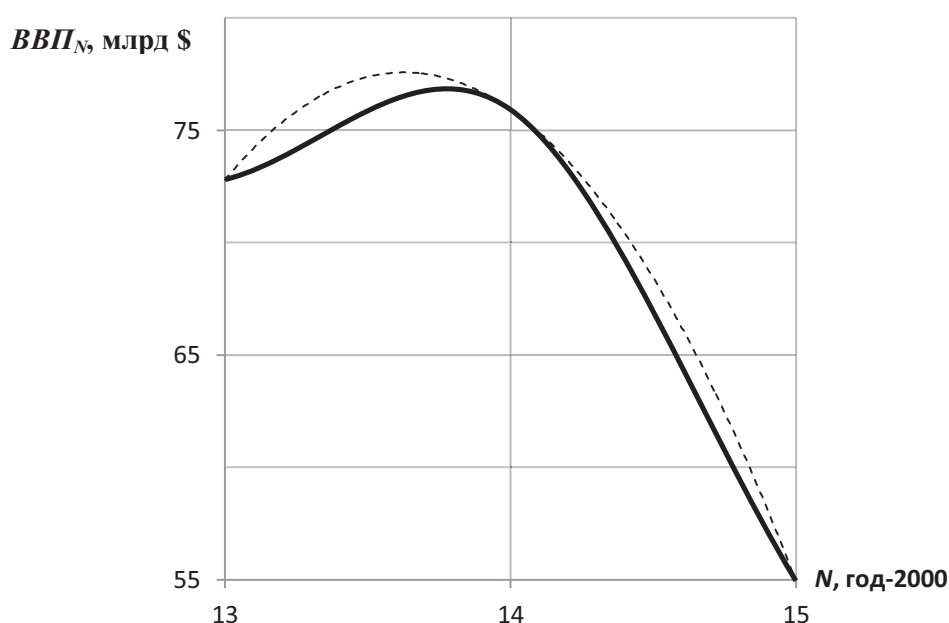


Рисунок 3. – Отрезок кривой изменения валового внутреннего продукта Республики Беларусь за период с 2013 по 2015 год

Эти данные дают основания не учитывать воздействие экономического фактора на ТехО в настоящее время, так как с момента последнего кризиса прошло более пяти лет, что обеспечивает возможность диверсификации расходов республиканского бюджета и продолжение выполнения плана закупок и модернизации ВВСТ в рамках реализации плана строительства и развития ВС до 2020 года, а также из-за соблюдения параметров технического оснащения ВС РБ, определенных для «небольшого» по меркам общемировых тенденций размера военных расходов (до 1,1 % от ВВП). В случае же установления факта нахождения экономики РБ в рассматриваемый период в состоянии кризиса следует учитывать воздействие данного фактора на ТехО зрс в следующем за расчетным году по вышеобозначенным причинам.

Также существует зависимость ТехО зрс от состояния местной промышленной базы (МПБ), особенно просматриваемая в период, предшествующий непосредственному ведению боевых действий зрс. Здесь состояние МПБ относится к составляющей воздействия экономического фактора на ТехО зрс ввиду нахождения состояния МПБ в прямой зависимости от экономического состояния страны. При этом умелое использование возможностей МПБ позволяет в неизменных условиях обстановки более



оперативно достичь общую цель ТехО зрс и тем самым повысить его эффективность. Вместе с тем высокие производственные возможности предприятий МПБ в мирное время будут вспомогательным средством для ремонта и технического обслуживания ВВСТ ВС в военное время [13, с. 72]. Также необходимо учитывать и специфику применения зрс, значительная часть которых входит в состав сил немедленного реагирования и сил быстрого развертывания. Начало ведения ими боевых действий предполагается еще до развертывания основных оборонительных сил, именно тогда использование МПБ наиболее актуально ввиду сложностей в организации взаимодействия с соседними соединениями и воинскими частями, а также автономного характера собственных действий. Существующие объекты и ресурсы МПБ в интересах ТехО по операционным направлениям, которые следует применять при определении влияния данного фактора на ТехО, представлены в соответствующих данной тематике исследованиях [13, с. 71]. Таким образом, экономический фактор оказывает влияние на ТехО зрс и через изменение состояния МПБ, в частности ее качественного и количественного состава. Данные зависимости отражают косвенное влияние экономического фактора на ТехО зрс. Степень и интенсивность такого воздействия возможно учесть элементами применяемого научно-методического аппарата оценки эффективности ТехО зрс, путем выработки, научного обоснования и использования соответствующего поправочного коэффициента.

Зависимость ТехО зрс от **характера распределения оборонных расходов** заключается в несоответствии оптимальных пропорций распределения средств на оборону и, как следствие, ухудшения качественного состояния ВВСТ и возможностей ее ремонта. Известно, что если расходы ВС на развитие составляют менее 25 %, то это – «бюджет проедания», грозящий резким сокращением боеспособности и деградацией армии [14, с. 41; 15]. Примером вышеописанной ситуации может являться положение ВВСТ ВС Украины в 2014 году. Так, 40 % ВВСТ ВС Украины в 2014 году не были готовы к выполнению боевой задачи, капитальный ремонт не проводился по причине недостаточного финансирования [14, с. 29; 16]. При этом известно, что лишь 13 из 30 зенитно-ракетных дивизионов зенитной ракетной системы «С-300» (34 %) и 8 из 13 зенитно-ракетных дивизионов зенитного ракетного комплекса «Бук М-1» (53 %) являлись боеготовыми [14, с. 33] из-за отсутствия финансирования развития ВС.

Возможность проведения анализа текущего характера распределения оборонных средств в ВС РБ достигается результатами проведенных исследований, которые позволили определить близкие к оптимальным пропорции распределения средств на оборону [6, с. 16]:

содержание личного состава – 25–40 %;

боевая подготовка и материально-техническое обеспечение – 5–15 %;

капитальное строительство – 7–13 %;

развитие системы вооружения – 25–60 % (из них 10–16 % – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы).

В ВС РБ пропорции распределения средств на оборону в настоящее время составляют от 80 % на содержание и до 20 % на развитие ВС [5, с. 16]. Поэтому закономерно полагать, что недостаточная доля средств на развитие, взятая еще и от минимально допустимого уровня финансовых средств, выделяемых на оборонные расходы, оказывает влияние на ТехО зрс через достигнутую степень современности ВВСТ, а также через степень выполнения мероприятий ТехО, направленных на поддержание этих ВВСТ в боеготовом состоянии (закупка и поставка в войска необходимых элементов сложной радиоэлектронной аппаратуры). При этом возможность дополнительных поставок необходимой ВВСТ из дружественных государств не является панацеей в решении данной проблемы, так как опыт различных учений по их осуществлению показал, что предполагаемые сроки проведения операций с участием зрс не сопоставимы с реальными сроками поставки ВВСТ. Так, в ходе

совместной штабной тренировки 2017 года рассматривались варианты поставки ВВСТ из Российской Федерации (5–7 суток), Китая (20 суток), Казахстана (7–10 суток), Армении, Киргизии, Таджикистана и других стран [17, с. 44], а по опыту совместного оперативного учения «Щит Союза – 2015», время согласования поставки между железнодорожными администрациями Республики Беларусь и Российской Федерации составило более двух месяцев [17, с. 46]. Следовательно, решить проблему несоответствия пропорций распределения средств на оборонные расходы способом поставок недостающих ВВСТ из дружественных государств в короткие сроки не удастся. Поэтому учет воздействия на ТехО зрс экономического фактора необходимо производить и через характер распределения оборонных расходов как одну из составляющих такого учета.

Таким образом, возможность учета влияния экономического фактора на ТехО зрс установлена и предложен порядок ее определения по следующим показателям:

отношение военных расходов к их оптимальному значению (при снижении данного показателя ниже единицы и непринятии мер по его компенсированию необходимо учитывать воздействие экономического фактора на ТехО зрс за счет снижения либо полного отсутствия модернизации ВВСТ);

крутизна кривой снижения ВВП (превышение ее установленной крутизны свидетельствует о снижении фактически выделяемых денежных средств из бюджета на оборонные нужды по отношению к их запланированному размеру по причине нахождения экономики в состоянии кризиса, что приводит к необходимости учитывать воздействие экономического фактора на ТехО зрс за счет невыполнения планов закупок и модернизации ВВСТ в краткосрочной перспективе, а также к снижению качественного состояния МПБ);

характер распределения оборонных расходов (существенное отклонение от оптимальных значений данного показателя приводит к формированию «бюджета проедания», грозящего резким сокращением боеспособности армии и ее деградацией за счет снижения качественного состояния ВВСТ и невыполнения мероприятий ТехО, направленных на поддержание этих ВВСТ в боеготовом состоянии (закупка и поставка в войска необходимых элементов сложной радиоэлектронной аппаратуры)).

#### Список использованных источников

1. Буяновский, В. Л. Разработка облика комплекса средств автоматизации управления техническим обеспечением зенитной ракетной бригады : дис. ... магистра воен. наук : 20.01.04 / В. Л. Буяновский. – Минск, 2017. – 105 л.
2. Буяновский, В. Л. Определение способов повышения эффективности управления техническим обеспечением зенитного ракетного соединения / В. Л. Буяновский, И. В. Клименков // Актуальные проблемы обеспечения военной безопасности государства : сб. докл. воен.-науч. конф. воен.-науч. о-ва слушателей фак. Генерального штаба Вооруженных Сил Воен. акад. Респ. Беларусь, Минск, 17 мая 2018 г. / сост. В. Л. Буяновский ; редкол. : В. В. Шлакунов [и др.]. – Минск : ВА РБ, 2018. – С. 146–152.
3. Анализ военно-географических условий Южного операционного направления (шифр «Алмаз») : отчет о НИР / Науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Респ. Беларусь ; рук. И. А. Мисурагин. – Минск, 2015. – 129 с.
4. О реализации задач социально-экономического развития Республики Беларусь на 2019 год [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 29 дек. 2018 г., № 989 // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2019/january/32006/>. – Дата доступа: 20.03.2019.
5. Обоснование подхода к распределению финансовых средств на развитие системы вооружения Вооруженных Сил (шифр «Грань») : отчет о НИР / Науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Респ. Беларусь ; рук. А. В. Гринкевич. – Минск, 2017. – 74 с.

6. Официальный сайт Международного валютного фонда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.imf.org/external/ns/loe/cs.aspx?id=68](http://www.imf.org/external/ns/loe/cs.aspx?id=68). – Дата доступа: 20.03.2019.
7. Буяновский, В. Л. Подход к оценке эффективности управления техническим обеспечением зенитной ракетной бригады / В. Л. Буяновский, И. В. Клименков // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2017. – № 2. – С. 12–20.
8. Исследования по обоснованию основных направлений и перспектив развития системы вооружения Вооруженных Сил (шифр «Гроза») : отчет о НИР (заключ.) / Науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Респ. Беларусь ; рук. С. А. Савенко. – Минск, 2013. – 190 с.
9. The Military Balance 2018 [Электронный ресурс]. – News bulletin. The International Institute for Strategic Studies, 2019. – Режим доступа: <http://www.iiss.org/en/publications/military%20balance/issues/the-military-balance-2018-545f>. – Дата доступа: 25.03.2019.
10. Financial and Economic Data Relating to NATO Defence [Электронный ресурс]. – Communiqué. North Atlantic Treaty Organisation, 2011. – Режим доступа: [http://www.nato.int/nato\\_static/assets/pdf/pdf\\_2011\\_03/20110309\\_PR\\_CP\\_2011\\_027.pdf](http://www.nato.int/nato_static/assets/pdf/pdf_2011_03/20110309_PR_CP_2011_027.pdf). – Дата доступа: 31.03.2017.
11. Financial and Economic Data Relating to NATO Defence [Электронный ресурс]. – Communiqué. North Atlantic Treaty Organisation, 2015. – Режим доступа: [http://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/pdf\\_2015\\_01/2015130\\_Annual\\_Report\\_2014\\_ru.pdf](http://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_2015_01/2015130_Annual_Report_2014_ru.pdf). – Дата доступа: 18.03.2019.
12. Гринин, Л. Е. Глобальный кризис в ретроспективе. Краткая история подъемов и кризисов. От Ликурга до Алана Гринспена / Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев. – 1-е изд. – М. : Либроком, 2010. – 336 с.
13. Финансовый интернет портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://myfin.by/info/valovoj-vnutrennij-produkt>. – Дата доступа: 20.03.2019.
14. Анализ строительства и подготовки вооруженных сил Украины, применения их группировок войск в антитеррористической операции (шифр «Донбасс») : отчет о выполнении оперативного задания / Науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Респ. Беларусь ; рук. О. Н. Любочко. – Минск, 2014. – 176 с.
15. Тымчук, Д. Вооружения для ВС Украины: хроника деградации [Электронный ресурс] / Д. Тымчук // Флот-2017. – Режим доступа: <https://old/flot2017.com/item/editorial/20477>. – Дата доступа: 07.09.2018.
16. Такаев, Б. Вооруженные силы Украины сегодня [Электронный ресурс] / Б. Такаев // Одна Родина. – Режим доступа: <https://odnarodyna.org/content/vooruzhennye-sily-ukrainy-segodnya-i>. – Дата доступа: 07.09.2018.
17. Совместная штабная тренировка объединенного командования региональной группировки войск (сил) Республики Беларусь и Российской Федерации (13–17 марта 2017 г.) : отчет по результатам исслед. совместной штабной тренировки / Науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Респ. Беларусь ; под общ. ред. О. Н. Любочко. – Минск, 2017. – 76 с.

---

\*Сведения об авторах:

Буяновский Виктор Леонидович,  
Клименков Игорь Васильевич,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 01.10.2019 г.

## СОХРАНЕНИЕ БОЕВОЙ СПОСОБНОСТИ ВОЙСК (СИЛ) ЗА СЧЕТ КОМПЛЕКСНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ИХ ЗАЩИТЫ

В. А. Суша \*

*В данной статье предложены рекомендации по выполнению инженерных мероприятий защиты войск (сил), выполнение которых позволит сохранить боевую способность воинских частей (подразделений) в условиях массированного применения обычных средств поражения, в том числе высокоточного оружия.*

*This article offers recommendations on the implementation of engineering measures for the protection of troops (forces), the implementation of which will preserve the combat ability of military units (subunits) in the context of the massive use of conventional weapons, including precision weapons*

### Введение

Защита войск (сил) от огневого воздействия противника проводится с целью максимально ослабить воздействие на них как обычного оружия, так и высокоточного, а также оружия, обладающего большой разрушительной силой, сохранить их боевую способность и тем самым обеспечить успешное выполнение боевых или специальных задач. Наряду с общими мероприятиями по видам боевого обеспечения, выполняемыми в интересах защиты войск (такими как радиоэлектронная борьба, РХБ защита и др.), защита войск (сил) предусматривает и выполнение задач инженерного обеспечения. Основными задачами инженерного обеспечения защиты войск являются фортификационное оборудование занимаемых районов и позиций и инженерные мероприятия маскировки [4].

### Основная часть

Расчеты свидетельствуют, что при фортификационном оборудовании занимаемых войсками (силами) районов и позиций, в том числе с выполнением инженерных мероприятий маскировки, в условиях ведения противником комплексной разведки, применения обычных и высокоточных средств поражения живучесть будет в пределах 0,72–0,14 (таблица 1). При расположении войск (сил) в районах без их инженерного оборудования и укрытии личного состава в боевой бронированной технике живучесть составит лишь 0,58–0,04. Данные значения живучести войск (сил) соответствуют таким степеням боеспособности, как «войска (силы) ограниченно боеспособны» и «войска (силы) не боеспособны», что по определению не позволит им выполнить задачи по предназначению в необходимом объеме и в установленные сроки.

Таблица 1. – Живучесть войск (сил) при расположении личного состава в защитных фортификационных сооружениях и боевой бронированной технике

Расположение укрываемого личного состава	Площадь поражения личного состава, м <sup>2</sup>	Достигаемая живучесть войск (сил) при ожидаемом огневом воздействии, р.б/га					
		50	100	150	200	250	300
В защитных фортификационных сооружениях	65	<b>0,72</b>	0,52	0,38	0,27	0,2	<b>0,14</b>
В боевой бронированной технике	110	<b>0,58</b>	0,33	0,19	0,11	0,06	<b>0,04</b>

На эффективность выполнения инженерных мероприятий защиты войск (сил) влияют следующие факторы: ожидаемое огневое воздействие противника; защитные и маскирующие свойства местности; выполненный объем и характер фортификационного оборудования оборонительных позиций и районов; объем и характер инженерных мероприятий по скрытию

войск (сил) и оборудованию ложных объектов; техническая оснащенность и степень выучки подразделений, выполняющих задачи фортификационного оборудования и маскировки.

Анализ данных факторов позволил сделать выводы, что основными направлениями повышения защищенности войск (сил) за счет выполнения задач инженерного обеспечения могут быть:

1. Выполнение только инженерных мероприятий по скрытию войск (сил). Это позволит сократить время действий сил и средств разведки противника по их обнаружению. Минусом этого подхода является то, что в случае обнаружения и последующего огневого поражения войска (силы) будут мало защищены.

2. Фортификационное оборудование занимаемых войсками (силами) районов в минимальном объеме, необходимом для защиты личного состава, с одновременной маскировкой вооружения и техники. Это несколько увеличивает вероятность обнаружения защищаемых войск (сил) разведкой противника исходя из общего времени выполнения задачи, но при нанесении огневого поражения обеспечивает защиту личного состава.

3. Фортификационное оборудование районов, занимаемых войсками (силами), в полном объеме с выполнением инженерных мероприятий не только скрытия, но и имитации. Данный подход еще больше увеличивает вероятность обнаружения войск (сил) разведкой противника, однако при нанесении по ним огневого поражения обеспечивает высокую степень их защищенности. Применение ложных объектов приводит к распылению сил и средств противника при огневом воздействии по ним.

4. Рассредоточение войск (сил) в занимаемых районах и на позициях (увеличение площади объекта поражения) как при минимальном, так и при полном выполнении комплекса работ фортификационного оборудования. Данный подход позволит также распылять силы и средства огневого поражения противника. А при создании ложных объектов еще больше расходовать ресурс его средств огневого поражения.

В соответствии с существующими взглядами ложные объекты оборудуются на некотором удалении от действительных в целях «увода» средств разведки и поражения противника и распыления их усилий. Так, при имитации общевойсковых воинских частей и подразделений ложные объекты (опорные пункты) оборудуются или для имитации ложного переднего края, или ложного района сосредоточения второго эшелона или резерва. В случае оборудования ложных объектов для скрытия воинских частей и подразделений ракетных войск и артиллерии, войск противовоздушной обороны, пунктов управления ложный объект также оборудуется в стороне от действительного, и представляется при этом как отдельный площадной объект поражения.

Опыт иракских войск по комплексному выполнению инженерных задач [3] показывает, что в период подготовки обороны по отражению агрессии многонациональных сил на одну действительную позицию зенитной и полевой артиллерии готовилось до трех ложных. В опорных пунктах мотопехотных и танковых подразделений оборудовались системы запасных и ложных позиций, окопов и укрытий, что позволило в итоге повысить живучесть войск. В связи с этим возникает целесообразность в пересмотре существующих взглядов на соотношение численности ложных и действительных объектов.

Следует подчеркнуть, что современные средства разведки противника, имеющие высокие показатели разрешающей способности и идентификации, позволяют гарантированно различать действующие и ложные объекты. Поэтому возникает вопрос о целесообразности применения крупных объектов имитации, поскольку при оборудовании крупного ложного объекта необходимо выделить достаточно большое количество сил и средств для обеспечения его жизнедеятельности при явном их недостатке и низкой в конечном счете эффективности. Следовательно, имеет смысл перейти к созданию ложных объектов малой площади и конфигурации, располагаемых непосредственно в районах размещения войск (сил) или в непосредственной близости от них.

Другим проблемным вопросом является сохранение боевой способности войск (сил), не принимающих непосредственного участия в отражении воздушных ударов. Располагаясь

в назначенных районах или на позициях в глубине, они остаются в пределах эффективной зоны разведки противника с использованием воздушных средств и, соответственно, огневого поражения, что также не обеспечивает выполнения одного из требований к инженерному обеспечению – «последовательное нарастание степени защищенности войск (сил) и объектов от ударов противника в их постоянной готовности к действиям по предназначению, особенно при угрозе нанесения упреждающих ударов средствами воздушного нападения».

С учетом опыта боевых действий в локальных войнах и вооруженных конфликтах [2] выработаны рекомендации, выполнение которых позволит обеспечить защищенность войск (сил) в условиях разведки и огневого поражения противником:

применять рассредоточенное расположение войск (сил) при увеличении площади занимаемых ими позиций и районов с одновременным оборудованием в непосредственной близости от них ложных объектов;

комплексное выполнение мероприятий по противодействию системам наведения высокоточного оружия и защите от поражающих элементов кассетных боеприпасов.

Опыт военных конфликтов [2] показывает, что рассредоточенное расположение войск (сил) при подготовке и в ходе ведения боевых действий становится одной из характерных черт ведения боевых действий. Данная мера в основном является вынужденной исходя из необходимости вооруженного контроля занимаемой территории. В то же время рассредоточенное расположение воинских частей и подразделений позволяет повысить их защищенность путем снижения плотности огневого воздействия противника на один расчетный квадратный метр площади объекта.

Расчеты свидетельствуют, что при возможном огневом воздействии противника от 50 до 300 расчетных боеприпасов на один гектар (р.б/га) площади войскового объекта типа «воинская часть (подразделение)» при укрытии личного состава как в открыто расположенной боевой бронированной технике (таблица 2), так и в защитных фортификационных сооружениях (таблица 3), увеличение площади занимаемого района ведет к снижению вероятности поражения и, следовательно, к сохранению боевой способности войск (сил).

Таблица 2. – Живучесть воинской части (подразделения) при расположении личного состава в боевой бронированной технике

Площадь района, км <sup>2</sup>	Площадь поражения личного состава, укрываемого в ВВСТ, м <sup>2</sup>	Достигаемая живучесть при ожидаемом огневом воздействии, р.б/га					
		50	100	150	200	250	300
1,0	110	0,58	0,33	0,19	0,11	0,06	0,04
1,5		<b>0,72</b>	0,46	0,33	0,23	0,15	0,11
2,0		<b>0,76</b>	0,58	0,44	0,33	0,25	0,19
2,5		<b>0,80</b>	0,64	0,52	0,41	0,33	0,27
3,0		<b>0,83</b>	<b>0,72</b>	0,58	0,46	0,40	0,33

Таблица 3. – Живучесть воинской части (подразделения) при расположении личного состава в защитных фортификационных сооружениях

Площадь района, км <sup>2</sup>	Площадь поражения личного состава, укрываемого в защитном сооружении, м <sup>2</sup>	Достигаемая живучесть при ожидаемом огневом воздействии, р.б/га					
		50	100	150	200	250	300
1,0	65	<b>0,72</b>	0,52	0,38	0,27	0,20	0,14
1,5		<b>0,82</b>	0,63	0,52	0,42	0,33	0,27
2,0		<b>0,85</b>	<b>0,72</b>	0,61	0,52	0,44	0,38
2,5		<b>0,88</b>	<b>0,77</b>	0,68	0,59	0,52	0,46
3,0		<b>0,90</b>	<b>0,82</b>	<b>0,72</b>	0,63	0,58	0,52

Следовательно, одним из направлений повышения живучести воинских частей и подразделений является увеличение площади занимаемых ими районов сосредоточения или оборонительных позиций. Но вместе с тем необходимо учитывать, что простое увеличение площади района сосредоточения не обеспечит сохранения боевой способности воинской части (подразделения) без комплексного выполнения мероприятий маскировки. Рекомендации по увеличению площади занимаемого воинской частью (подразделением) района целесообразно применять в комплексе с одновременным оборудованием ложных объектов в его пределах. Данные рекомендации следует применять как для общевойсковых (рисунок 1), так и артиллерийских воинских частей и подразделений (рисунок 2) и подразделений родов войск и специальных войск.

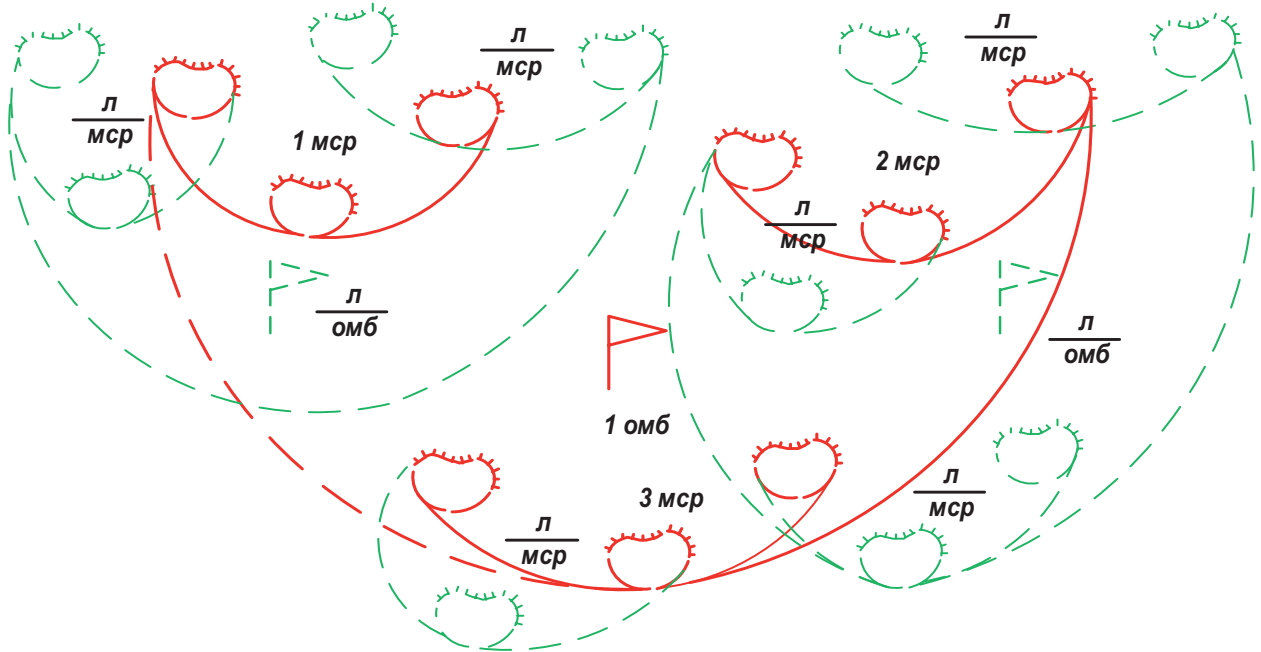


Рисунок 1. – Оборудование ложных объектов для скрытия районов обороны общевойсковых воинских частей и подразделений

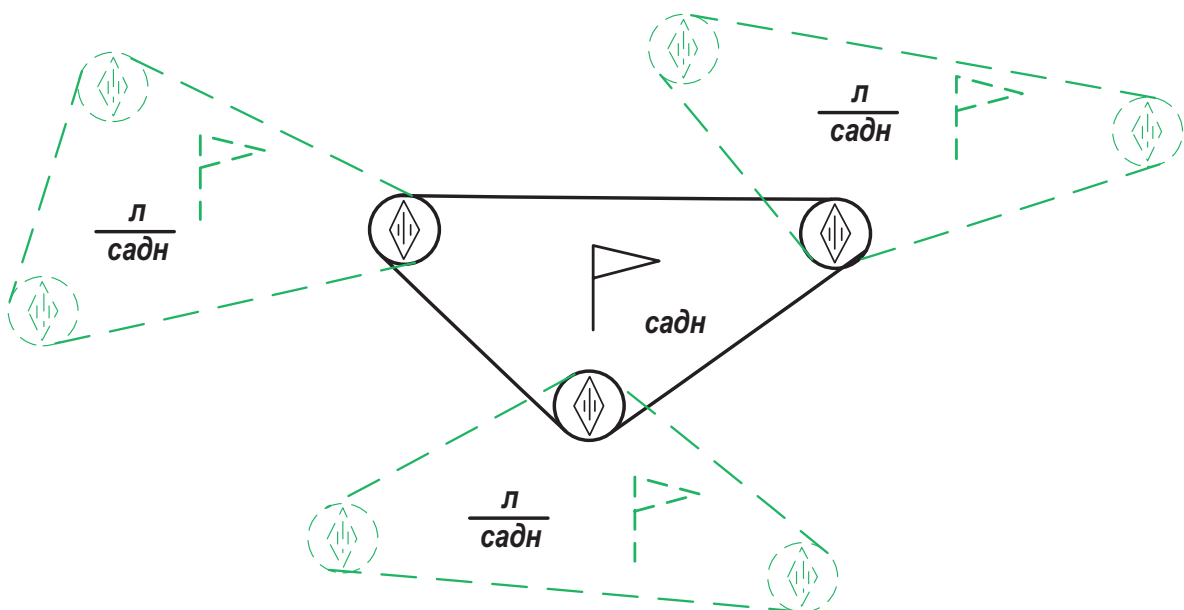


Рисунок 2. – Оборудование ложных объектов для скрытия районов расположения артиллерийских воинских частей и подразделений

При этом ложные объекты целесообразно оборудовать для прикрытия существующих непосредственно в районах расположения войск (сил), что обеспечит «оживление» ложных объектов необходимыми силами и средствами за счет жизнедеятельности располагающихся в непосредственной близости от них подразделений. А оборудование ложного объекта в непосредственной близости от района расположения воинской части (подразделения) с его «привязкой» к существующему в качестве сил и средств «оживления» позволяет увеличить общую площадь района расположения в два-три раза (рисунок 3).

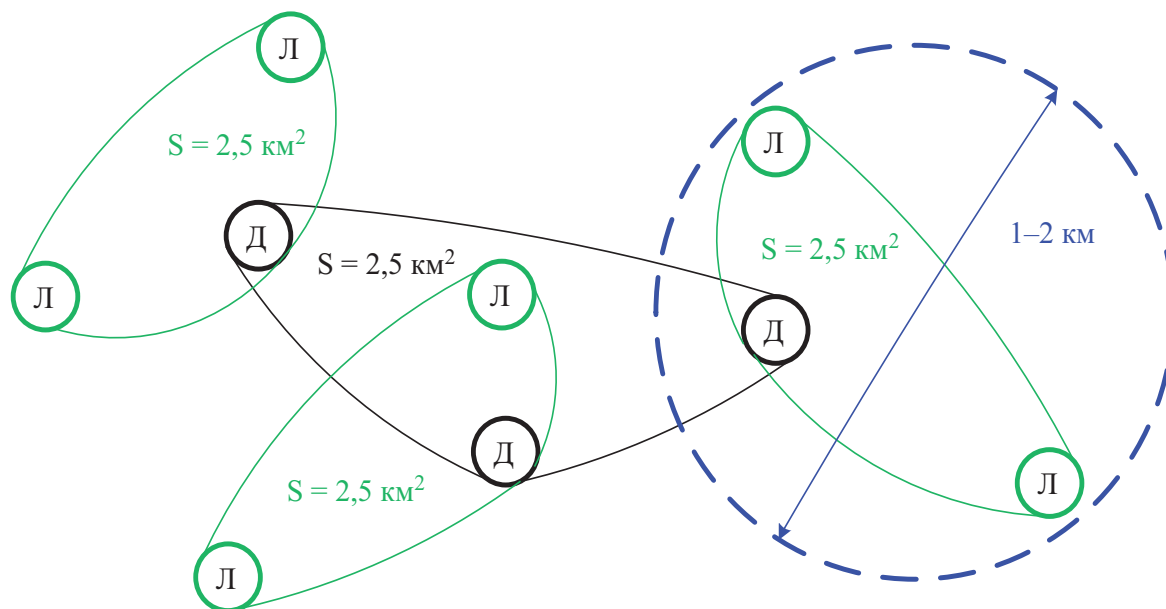


Рисунок 3. – Схема расположения действительных и ложных объектов

Нахождение же ложных объектов в непосредственной близости от действующих, исходя из погрешности в точности определения координат средствами радиотехнической разведки (1–2 км) будет способствовать тому, что вероятность нанесения удара по реальному району, который занимает подразделение, будет снижаться. А расположение в стороне условного геометрического центра ложного объекта (точки прицеливания) от действительного будет способствовать тому, что удар будет наноситься вне границ района, занимаемого воинской частью (подразделением).

Кроме того, воинские части (подразделения) могут использовать подготовленные ложные объекты как запасные (временные) районы расположения или районы рассредоточения в ходе действий по отражению воздушного нападения противника, осуществляя периодическую смену занимаемых позиций (рисунок 4). Периодичность смены района при этом необходимо увязывать с интенсивностью нанесения ударов противником, а также возможным временем ведения разведки противником объектов и передачи данных средству поражения для нанесения удара. По опыту военной операции США и Великобритании в Ираке («Свобода Ирака», 2003 г.), время на подготовку ударов по вновь выявленным целям в среднем равнялось двум часам с момента получения разведывательных данных [2]. При нахождении ударных СВН над районом боевых действий для нанесения удара требовалось 15–30 мин.

Опыт учений, проводимых с войсками, показал, что при подготовке обороны в полосе общевойсковой соединения может оборудоваться до 16 ротных опорных пунктов мотострелковых и танковых подразделений, до 20 основных районов огневых (стартовых) позиций артиллерии и средств противовоздушной обороны, до 25 районов сосредоточения подразделений родов войск и специальных войск. Итого порядка 80 объектов (без учета запасных и временных), которые непосредственно будут заниматься обороняющимися войсками в ходе боевых действий и которые противник будет принимать к огневому поражению.



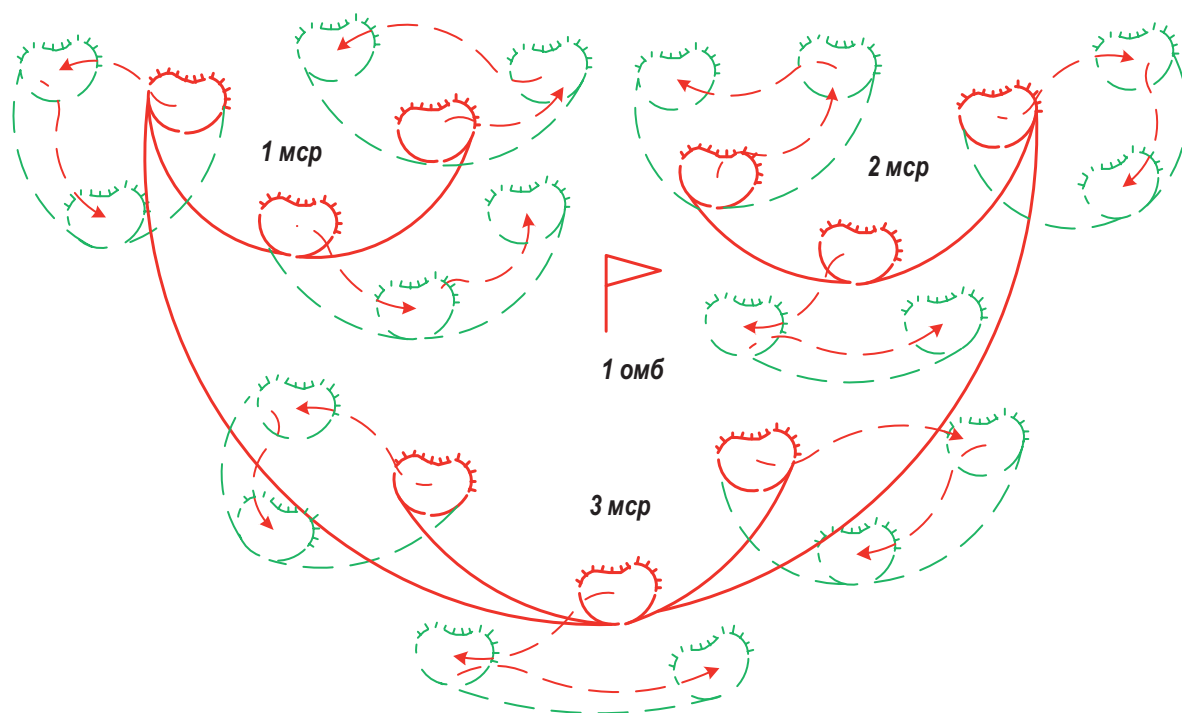


Рисунок 4. – Порядок периодической смены районов расположения с опорой на ложные объекты

С учетом рассчитанного оптимального соотношения количества действительных и ложных объектов (1 : 2,5) в полосе обороны общевойсковой соединения потребуется оборудовать до 40 ложных опорных пунктов мотострелковых (танковых) рот, до 48 ложных районов огневых позиций артиллерийских и зенитных ракетных подразделений, до 65 районов сосредоточения подразделений родов войск и специальных войск.

Расчеты показывают (таблица 4), что предложенные рекомендации по увеличению площади района, занимаемого воинской частью (подразделением), с одновременным оборудованием ложных объектов в полосе обороны соединения позволяют обеспечить живучесть войск (сил) в условиях максимального огневого воздействия противником в пределах от 0,84 до 0,91, что соответствует степени боеспособности «войска боеспособны».

Таким образом, результаты исследований показывают, что рассредоточенное расположение воинских частей (подразделений) с одновременным оборудованием ложных объектов позволяет уменьшить вероятность их обнаружения и последующего огневого поражения, тем самым обеспечивая живучесть войск (сил) на уровне не ниже 0,84, что соответствует степени боевой способности «войска (силы) боеспособны». При этом рассредоточенное расположение войск (сил) следует применять не только к первому эшелону, но и ко второму, резервам, родам войск и специальным войскам, силам и средствам технического обеспечения и тыла.

Анализ используемых в вооруженных конфликтах последних лет видов авиационных и артиллерийских высокоточных боеприпасов [1, 5] показывает, что в огневом противоборстве стали широко применяться моноблочные и кассетные самонаводящиеся и самоприцеливающиеся боеприпасы или боевые элементы. В качестве самонаводящихся применяются такие боеприпасы, как 155-мм кумулятивные снаряды M712 «Copperhead», ADC, BOSS. Данные снаряды-моноблоки наводятся на цель радиолокационной системой самонаведения. Самоприцеливающиеся боевые элементы, применяемые в кассетных боеприпасах XM-836 (SADARM), «Habicht», XM-898 (Skeet), ACED, SMarT и др., снабжаются комбинированными радиолокационными миллиметрового диапазона волн и тепловыми датчиками цели, обеспечивающими обнаружение цели на фоне подстилающей поверхности.

Таблица 4. – Живучесть войск (сил) при расположении личного состава в защитных фортификационных сооружениях с учетом предложенных рекомендаций в зависимости от изменения площади района

Ожидаемое огневое воздействие, р.б/га	Оборудование ложных объектов в районах обороны (сосредоточения) воинских частей		Оборудование ложных объектов в полосе обороны (сосредоточения) соединения		Достигаемая живучесть войск
	Количество действительных объектов, шт.	Количество ложных объектов, шт.	Количество действительных объектов, шт.	Количество ложных объектов, шт.	
Площадь района расположения 1,0 км <sup>2</sup>					
50	80	190	10	6	0,95
100					0,91
150					0,88
200					0,87
250					0,85
300					0,84
Площадь района расположения 1,5 км <sup>2</sup>					
50	80	190	10	6	0,97
100					0,93
150					0,91
200					0,89
250					0,88
300					0,87
Площадь района расположения 2,0 км <sup>2</sup>					
50	80	190	10	6	0,97
100					0,95
150					0,93
200					0,91
250					0,90
300					0,88
Площадь района расположения 2,5 км <sup>2</sup>					
50	80	190	10	6	0,98
100					0,96
150					0,94
200					0,92
250					0,91
300					0,90
Площадь района расположения 3,0 км <sup>2</sup>					
50	80	190	10	6	0,98
100					0,97
150					0,95
200					0,93
250					0,92
300					0,91

Исследования показали, что одним из эффективных средств защиты вооружения и военной техники от поражения высокоточными боеприпасами является применение тепловых и радиолокационных имитаторов, лазерных отражателей, оборудование теплорассеивающих или теплопоглащающих покрытий над двигательно-трансмиссионной частью боевой и специальной техники. Следовательно, одно из основных требований к инженерному оборудованию районов расположения воинских частей (подразделений) – комплексное выполнение мероприятий противодействия моноблочным и кассетным высокоточным боеприпасам.

Расчеты показывают (таблица 5), что наиболее действенным средством защиты ВВСТ является их обязательное расположение в окопе (укрытии) с оборудованием

теплорассеивающего (телопоглощающего) покрытия над силовой установкой боевой машины. Также рекомендуется устраивать не менее двух тепловых имитаторов типа КФП-180 или «Тепло» на каждую единицу ВВСТ для увода боеприпасов с инфракрасным наведением от вооружения.

Таблица 5. – Вероятность поражения боевой техники боеприпасами с инфракрасным наведением

Расположение боевой бронированной техники	Вероятность поражения
Боевая машина в окопе с установкой одной ложной цели	0,82
Боевая машина в окопе под теплорассеивающим покрытием с установкой одной ложной цели	0,52
Боевая машина в окопе под теплорассеивающим покрытием с установкой двух ложных целей	0,43

Трудоемкость выполнения данных инженерных мероприятий по скрытию и имитации составляют порядка 0,4–0,5 чел.-ч из готовых элементов и 0,6–0,7 чел.-ч с учетом их оборудования из местных материалов. Следовательно, исходя из минимальных трудозатрат, данные инженерные мероприятия могут быть выполнены непосредственно силами самих экипажей и расчетов боевых машин, и это не скажется на общем времени инженерного оборудования занимаемых воинскими частями и подразделениями позиций и районов.

### Заключение

В целом предложенные рекомендации по выполнению задач инженерного обеспечения защиты воинских частей (подразделений) позволят обеспечить живучесть войск (сил)

в условиях огневого воздействия с плотностью от 50 до 300 р.б/га в пределах от 0,84 до 0,91, что соответствует степени боеспособности «войска (силы) боеспособны».

### Список использованных источников

1. Быков, И. Высокоточное оружие : перспективы развития и борьбы с ним [Электронный ресурс] / И. Быков. – Режим доступа: <http://www.otechestvo.org.ua/main/20089/0213.html>. – Дата доступа: 22.12.2010.
2. Военное искусство в локальных войнах и вооруженных конфликтах : воен.-ист. тр. / А. В. Усиков [и др.] ; под общ. ред. А. С. Рукшина. – М. : Воениздат, 2009. – 764 с.
3. Ноговицын, А. А. Действия ВВС США и Великобритании по уничтожению точечных целей и разгрому наземной группировки ВС Ирака и ходе операции «Свобода Ирака» / А. А. Ноговицын // Вестн. Акад. воен. наук. – 2003. – № 3. – С. 15–20.
4. Фортификация в локальных конфликтах нашего времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.szst.ru/library/levykin/050.html>. – Дата доступа: 13.12.2010.
5. Цыганок, А. Д. Четыре месяца Ливийской войны 2011 года [Электронный ресурс] / А. Д. Цыганок. – Режим доступа: <http://www.tsiganok.ru/publications/esmi/doc/731/>. – Дата доступа: 22.11.2011.

\*Сведения об авторе:

Суша Владимир Александрович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 11.09.2019 г.

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА ПЕРЕВОДА ВОИНСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ С МИРНОГО НА ВОЕННОЕ ВРЕМЯ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

П. В. Томко\*

*В статье предлагается обоснование выбора способа перевода воинского формирования с мирного на военное время методом анализа иерархий (методом Т. Саати), а также рассматривается методика оценки отдельных показателей качества перевода воинского формирования с мирного на военное время.*

*The article proposes an approach to the choice of the method of transfer of military formation from peaceful to wartime, and also considers the procedure for determining the individual indicators of the quality of transfer from peaceful to wartime.*

Перевод воинской части и соединения (далее – воинское формирование) с мирного на военное время представляет собой целенаправленный процесс трансформации количественно-качественных характеристик, отражающих способность воинского формирования к выполнению боевых задач (задач по предназначению) [1].

Изменение количественных характеристик воинского формирования происходит за счет увеличения численности личного состава, вооружения, боевой и другой техники, военно-технического имущества и запасов материальных средств. Это осуществляется в ходе отмотилизования воинского формирования при укомплектовании людскими мобилизационными и транспортными ресурсами, снятия техники с хранения, получения необходимых ВВСТ, ВТИ и ЗМС по мобилизационным нарядам и других мероприятий.

Изменение качественных характеристик воинского формирования осуществляется за счет слаживания и боевого слаживания структурных компонентов воинского формирования в организационно-штатной структуре военного времени. Это осуществляется за счет проведения мероприятий боевой подготовки с личным составом, укрепления их морально-психологической готовности к ведению боевых действий и завершения подготовки ВВСТ к боевому применению [2].

При этом перевод воинского формирования с мирного на военное время является управляемым целенаправленным процессом (рисунок 1) [3].

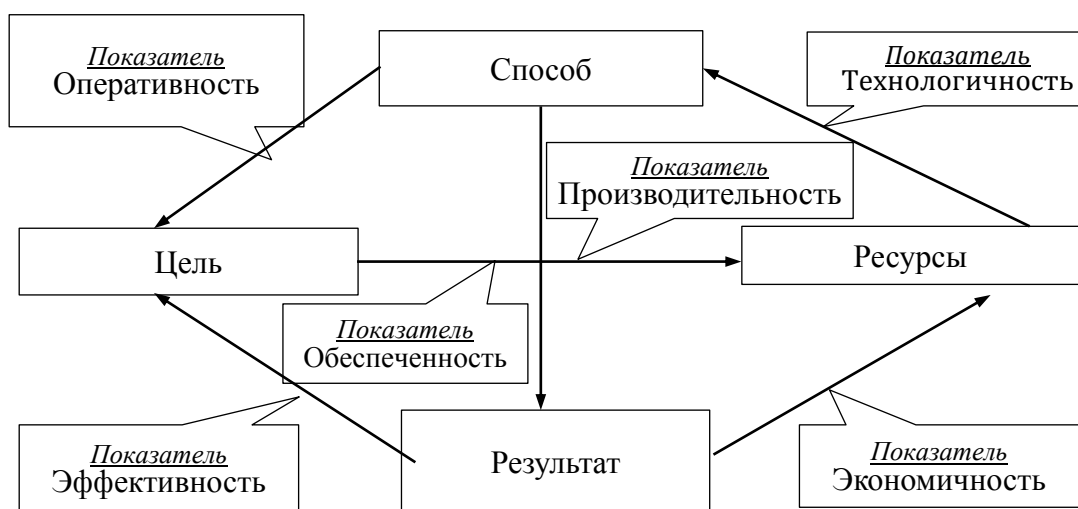


Рисунок 1. – Диалектическая взаимосвязь основных составляющих управляемого целенаправленного процесса и характеризующих его показателей

В соответствии с подходом, изложенным в источнике [3], перевод воинского формирования с мирного на военное время представляет собой диалектическую взаимосвязь: цели, которая должна быть достигнута, используемых сил и средств (ресурсов), способов применения сил и средств, получаемого результата. При этом к показателям, характеризующим перевод воинского формирования с мирного на военное время, относятся: оперативность, эффективность, экономичность, технологичность, производительность и обеспеченность.

Значения указанных показателей, полученные путем математических расчетов, послужат основанием для принятия решения на перевод воинского формирования с мирного на военное время. Вместе с тем наличие нескольких способов перевода, объективная угроза и неопределенность деструктивного воздействия противника при вынужденном ограничении по времени могут привести к значительному изменению значений отдельных показателей, что в свою очередь приведет к затруднению в принятии (уточнении) решения на перевод.

Следовательно, в современных условиях актуальной задачей является выбор наиболее целесообразного способа перевода воинского формирования с мирного на военное время.

Одним из методов, позволяющих решить данную задачу и помочь командиру и штабу воинского формирования обосновать принимаемое решение по выбору оптимального способа перевода, является использование соответствующих методик. В решении данной задачи автором предлагается использовать метод анализа иерархий.

Применение метода анализа иерархий основывается на использовании постулатов: цель, альтернатива, критерий. Сформулируем указанные постулаты в контексте перевода воинского формирования с мирного на военное время.

Перевод воинского формирования с мирного на военное время осуществляется в целях завершения подготовки воинского формирования к выполнению боевых задач (задач по предназначению). Следовательно, целью обоснования решения на перевод с мирного на военное время будет выбор альтернативы, обеспечивающей лучшую подготовку (высшую готовность) к выполнению боевых задач (задач по предназначению).

Под *альтернативой* перевода с мирного на военное время следует понимать способ его осуществления.

Под *способом* понимается действие или система действий, применяемых в ходе перевода воинского формирования с мирного на военное время [4].

Исходя из определения перевода на военное время согласно источникам [5, 6] следует, что под *системой действий* подразумеваются мероприятия от мобилизации и боевого слаживания воинского формирования в организационно-штатной структуре военного времени. Указанные мероприятия выполняются на фоне мероприятий приведения в боевую готовность ПОЛНАЯ (далее – боевая готовность).

При этом каждое из действий (мероприятий) перевода выполняется по этапам и дням (суткам мобилизации). Обозначим сутки приведения в боевую готовность –  $\Pi_1 \dots \Pi_n$ ; этапы от мобилизации –  $O_1 \dots O_n$ ; этапы боевого слаживания –  $B_1 \dots B_n$ .

Тогда выбор способа перевода воинского формирования с мирного на военное время подразумевает выбор одного из трех предложенных вариантов комбинирования действий (ВКД):

#### Вариант комбинирования действий № 1

$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_7$	$\Pi_8$	$\Pi_9$	$\Pi_{10}$	$\Pi_{11}$	$\Pi_{12}$	$\Pi_{13}$	$\Pi_{14}$	$\Pi_{15}$	$\Pi_{16}$	$\Pi_{17}$	$\Pi_{18}$	$\Pi_{19}$	$\Pi_{20}$	$\Pi_{21}$	$\Pi_{22}$
O <sub>1</sub>			O <sub>2</sub>				O <sub>3</sub>					B <sub>1</sub>		B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>		B <sub>5</sub>	

## Вариант комбинирования действий № 2

П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>7</sub>	П <sub>8</sub>	П <sub>9</sub>	П <sub>10</sub>	П <sub>11</sub>	П <sub>12</sub>	П <sub>13</sub>	П <sub>14</sub>	П <sub>15</sub>	П <sub>16</sub>	П <sub>17</sub>	П <sub>18</sub>	П <sub>19</sub>	П <sub>20</sub>	П <sub>21</sub>	П <sub>22</sub>
О <sub>1</sub>			Б <sub>1</sub> ...Б <sub>2(3)</sub> (О <sub>1</sub> )															Б <sub>4</sub>	Б <sub>5</sub>		
О <sub>2</sub>				Б <sub>1</sub> ... Б <sub>2(3)</sub> (О <sub>2</sub> )																	
О <sub>3</sub>						Б <sub>1</sub> ... Б <sub>2(3)</sub> (О <sub>3</sub> )															
О <sub>n</sub>									Б <sub>1</sub> ... Б <sub>2(3)</sub> (О <sub>n</sub> )												

## Вариант комбинирования действий № 3

					П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	...	...	...	...	П <sub>19</sub>	П <sub>20</sub>	П <sub>21</sub>	П <sub>22</sub>
Б <sub>1</sub> *...Б <sub>2</sub> *					О <sub>1</sub> ...О <sub>3</sub>				Б <sub>3</sub>				Б <sub>4</sub>		Б <sub>5</sub>		
					О <sub>n</sub>												

*Примечание.* Знаком \* обозначены мероприятия (этапы), выполняемые заблаговременно.

Вариант комбинирования действий № 1 является классическим способом последовательного выполнения мероприятий перевода с мирного на военное время: сначала мобилизационные ресурсы поставляются на укомплектование воинского формирования, по завершении которого проводится боевое слаживание в организационно-штатной структуре военного времени. Данный способ в настоящее время является основным и базовым – на его основе в Вооруженных Силах и территориальных войсках Республики Беларусь осуществляется планирование перевода воинских формирований с мирного на военное время.

При варианте комбинирования действий № 2 мобилизационные ресурсы исходя из оценки уровня их подготовки поступают в воинское формирование по группам по принципу «от меньшего к большему». С прибывшими ресурсами осуществляется подготовка в составе учебных подразделений до уровня боевого слаживания отделений (расчетов, экипажей) взводов, после чего они распределяются по структурным подразделениям, где в их составе завершают подготовку к выполнению боевых задач (задач по предназначению).

Вариант комбинирования действий № 3 нормативными правовыми актами не определен как способ перевода воинского формирования с мирного на военное время. Аналогичный способ применяется для восполнения потерь при восстановлении боеспособности в ходе боевых действий. Вместе с тем документами, регламентирующими подготовку Вооруженных Сил в период нарастания военной угрозы, предусмотрено проведение военных сборов аналогично проведенным непосредственно перед началом Великой Отечественной войны. Тогда с получением распоряжения на приведение воинского формирования в высшие степени боевой готовности от мобилизовываемых осуществлялось за счет мобилизационных ресурсов, призванных на военные сборы. При этом варианте военнообязанные поступают в учебные воинские части, где осуществляется их подготовка к предстоящим действиям (по сути – этапы одиночной подготовки и боевого слаживания отделений, экипажей, расчетов взводов), после чего они направляются непосредственно в воинские части (по сути – от мобилизовываемых) и завершают подготовку в составе подразделений (воинских частей).

Выбор варианта комбинирования действий должен быть основан на значении критериев оценки по каждому из них. Критериями оценки следует принять показатели перевода с мирного на военное время, рассмотренные выше (см. рисунок 1). В качестве критериев оценки предлагается использовать показатели **эффективности, технологичности и оперативности** перевода воинского формирования с мирного на военное время.

Определим значения каждого из критериев.

1. Определение эффективности перевода воинского формирования с мирного на военное время.

Под эффективностью перевода воинского формирования с мирного на военное время (далее – эффективность перевода) следует понимать показатель, характеризующий результат выполнения мероприятий приведения в боевую готовность ПОЛНАЯ, отражающий степень достижения требуемого уровня способности к выполнению задач по предназначению, боевых задач, т. е. боеспособности.

Согласно источнику [5] боеспособность – совокупность количественных и качественных показателей, характеризующих боевые возможности соединений, воинских частей и подразделений по выполнению поставленных боевых задач (задач по предназначению) в установленные сроки, в данный момент или в установленное время.

Боевые возможности зависят от количества личного состава, уровня подготовленности и морально-психологического состояния личного состава, наличия и качественной характеристики вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), обеспеченности материальными средствами (ЗМС), мастерства командного состава в управлении войсками и др.

Следует учесть, что в мирное время воинские формирования содержатся в установленных для них категориях содержания, предусматривающих определенный уровень укомплектованности личным составом, вооружением, техникой и материальными средствами. Из этого следует, что воинское формирование имеет начальный уровень боеспособности. Обозначим его через коэффициент уровня начальной боеспособности –  $K_{\text{бс}}^0$ .

В результате перевода воинского формирования с мирного на военное время вследствие изменения количественных и качественных характеристик приобретает определенный уровень боеспособности, который представляет собой итоговое (достигнутое) значение боеспособности воинского формирования. Обозначим его –  $K_{\text{бс}}^{\text{дс}}$ .

При этом очевидно существование еще одного значения уровня боеспособности воинского формирования – целевого или потенциального значения. Обозначим его –  $K_{\text{бс}}^{\text{пт}}$ .

Следовательно, эффективность перевода  $\Pi_{\text{эф}}$  следует определять по формуле

$$\Pi_{\text{эф}} = \frac{K_{\text{бс}}^{\text{дс}} - K_{\text{бс}}^0}{K_{\text{бс}}^{\text{пт}} - K_{\text{бс}}^0}. \quad (1)$$

При этом каждое из значений уровня боеспособности  $K_{\text{бс}}^0, K_{\text{бс}}^{\text{дс}}, K_{\text{бс}}^{\text{пт}}$  (далее –  $K_{\text{бс}}$ ) зависит от аргументов:

$$K_{\text{бс}} = f(x_1, x_2 \dots x_7), \quad (2)$$

где аргументами выступают частные показатели боеспособности ( $x_i$ ):

$x_1$  – укомплектованность личным составом;

$x_2$  – подготовленность личного состава;

$x_3$  – укомплектованность ВВСТ;

$x_4$  – техническое состояние ВВСТ;

$x_5$  – обеспеченность материальными средствами (ЗМС);

$x_6$  – уровень морально-психологического состояния личного состава;

$x_7$  – уровень мастерства командного состава в управлении войсками.

Для определения значения  $K_{\text{бс}}$  предлагается использовать подход, предполагающий мультипликативную свертку частных показателей ( $x_i$ ) [7]:

$$K_{\text{бс}} = \prod_{i=1}^n (x_i), \quad (3)$$

где  $n$  – количество частных показателей боеспособности.

Определив значения каждого частного показателя боеспособности, по формулам (3) и (1) находим значения  $K_{\text{бс}}$  и  $P_{\text{эф}}$  соответственно.

Переходим к определению значений второго критерия.

2. Определение технологичности перевода воинского формирования с мирного на военное время.

Под технологичностью перевода с мирного на военное время следует понимать возможность осуществления (исполнения) спланированных действий (мероприятий) [4].

Исходя из того, что для выполнения мероприятий перевода с мирного на военное время необходимо привлечь личный состав, следует, что перевод с мирного на военное время имеет значение трудоемкости. Трудоемкость перевода можно определить как сумму трудозатрат, требуемых для выполнения отдельных мероприятий перевода. Тогда для определения значения показателя технологичности перевода воинского формирования с мирного на военное время необходимо сравнить величину среднесуточного значения трудоемкости перевода с наибольшим количеством личного состава, привлекаемого для выполнения мероприятий перевода в течение суток. При этом формула определения значения показателя технологичности перевода воинского формирования с мирного на военное время имеет вид

$$P_{\text{тл}} = \frac{\sum_{i=1}^n M(i)}{T(N_{\text{лс}}^{\text{кадр}} + N_{\text{лс}}^{\text{ОЯ}})} K_{\text{ф}}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{тл}}$  – показатель технологичности перевода воинского формирования с мирного на военное время;

$\sum_{i=1}^n M(i)$  – сумма трудозатрат на выполнение мероприятий перевода с мирного

на военное время, чел./сут;

$n$  – количество мероприятий перевода с мирного на военное время;

$T$  – срок готовности воинского формирования, сут;

$N_{\text{лс}}^{\text{кадр}}; N_{\text{лс}}^{\text{ОЯ}}$  – количество личного состава кадра и организационного ядра (из числа военнообязанных), привлекаемых к выполнению мероприятий перевода, чел.;

$K_{\text{ф}}$  – коэффициент влияния обстановки.  $K_{\text{ф}}$  определяется путем векторного представления факторов, влияющих на перевод воинского формирования с мирного на военное время, определения их направленности и величины (числового значения) методом экспертного опроса (порядок определения  $K_{\text{ф}}$  изложен в источнике [7]).

Определив значения искомой величины, переходим к вычислению значений третьего критерия.

3. Определение оперативности перевода воинского формирования с мирного на военное время.

Оперативность перевода воинского формирования может быть определена по параметрам:

времени, требуемому для приобретения уровня боеспособности воинского формирования, близкого к потенциальному значению ( $K_{\text{бс}}^{\text{лс}} \rightarrow K_{\text{бс}}^{\text{пт}}$ );

наибольшему значению уровня боеспособности ( $K_{\text{бс}}^{\text{лс}}$ ), достигаемого к установленному сроку готовности воинского формирования.

Для определения значений указанных параметров необходимо учитывать:

значение начального уровня боеспособности воинского формирования;

значение изменения уровня боеспособности в ходе боевого слаживания.



Значение первого параметра следует определять по формуле

$$T_{\max} = \frac{K_{\text{бс}}^{\text{пт}} - K_{\text{бс}}^0}{\Delta K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(T)}, \quad (5)$$

где  $T_{\max}$  – время, требуемое для приобретения уровня боеспособности воинского формирования, близкого к потенциальному значению, сут;

$K_{\text{бс}}^{\text{пт}}$  – значение потенциальной боеспособности воинского формирования;

$K_{\text{бс}}^0$  – значение начальной боеспособности воинского формирования;

$\Delta K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(T)$  – среднее изменение значения коэффициента достигнутой боеспособности

за каждые сутки срока готовности воинского формирования;

$T$  – срок готовности воинского формирования, сут.

Значение второго параметра следует определять по формуле

$$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\max) = K_{\text{бс}}^0 + T \Delta K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(T), \quad (6)$$

где  $K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\max)$  – максимальная боеспособность, которая будет достигнута в срок готовности воинского формирования.

После определения значения избранных критериев следует переходить к выбору способа перевода с мирного на военное время, соответствующего поставленной цели, с наибольшим весовым значением альтернативы.

Алгоритм действий для проведения процедуры выбора способа перевода воинского формирования с мирного на военное время:

1. Построение дерева иерархии от цели через критерии к альтернативам (рисунок 2) [9].

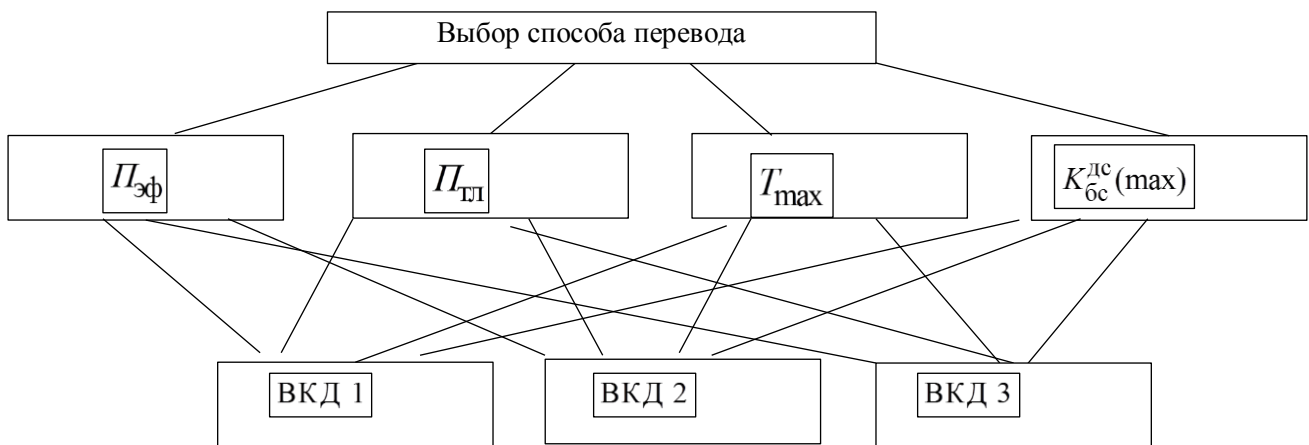


Рисунок 2. – Дерево иерархий выбора способа перевода воинского формирования с мирного на военное время

2. Построение матрицы попарных сравнений критериев по цели.

2.1. Для построения матрицы попарных сравнений критериев по цели сравниваем важность каждого из критериев с другими с точки зрения соответствия цели. Это целесообразно осуществить методом экспертных оценок, путем коллективного обсуждения, при необходимости – голосования.

В качестве примера предлагается рассмотреть вариант сравнения критериев, соответствующий условиям, при которых перевод воинского формирования с мирного на военное время осуществляется во время, определенное сроком готовности или меньше.

При этом отсутствует возможность проведения мероприятий повышения уровня боеспособности по завершении перевода или получена боевая задача на ведение боевых действий. В других условиях сравнение указанных критериев будет иным [7].

Для рассматриваемого варианта результат сравнения критериев по цели целесообразно представить в виде:

$P_{\text{эф}}$  – немного важнее  $P_{\text{тл}}$ , значительно важнее  $T_{\text{мах}}$ , одинаково важна  $K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$ ;

$P_{\text{тл}}$  – менее важен, чем  $P_{\text{эф}}$  и  $K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$ , важнее, чем  $T_{\text{мах}}$ ;

$T_{\text{мах}}$  – менее важен, чем  $P_{\text{эф}}$  и  $K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$ , немного менее важен, чем  $P_{\text{тл}}$ ;

$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$  одинаково важен  $P_{\text{эф}}$ , важнее  $P_{\text{тл}}$ , значительно важнее  $T_{\text{мах}}$ .

2.2. На основе сравнения критериев строим матрицу баллов (таблица 1).

Таблица 1. – Баллы сравнения критериев для выбора способа перевода воинского формирования с мирного на военное время

Критерий	$P_{\text{эф}}$	$P_{\text{тл}}$	$T_{\text{мах}}$	$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$
$P_{\text{эф}}$	1	3	7	1
$P_{\text{тл}}$	1/3	1	5	1/5
$T_{\text{мах}}$	1/7	1/5	1	1/7
$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$	1	5	7	1

*Примечание.* Присвоение баллов осуществляется в диапазоне от 1 до 10. При этом используется либо четный, либо нечетный ряд диапазона (1,3,5,7,9 либо 2,4,6,8,10).

2.3. Производим нормировку матрицы – представляем значения баллов сравнения критериев в виде десятичных дробей и определяем сумму значений критериев за каждый столбец (таблица 2).

Таблица 2. – Сумма столбцов матрицы сравнения критериев

Критерий	$P_{\text{эф}}$	$P_{\text{тл}}$	$T_{\text{мах}}$	$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$
$P_{\text{эф}}$	1	3	7	1
$P_{\text{тл}}$	0,33	1	5	0,2
$T_{\text{мах}}$	0,14	0,2	1	0,14
$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$	1	5	7	1
Сумма	2,47	9,2	20	2,34

2.4. Делим элементы матрицы сравнения критериев на сумму соответствующего столбца (таблица 3).

Таблица 3. – Деление элементов матрицы сравнения критериев на сумму соответствующего столбца

Критерий	$P_{\text{эф}}$	$P_{\text{тл}}$	$T_{\text{мах}}$	$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$
$P_{\text{эф}}$	0,405	0,326	0,35	0,427
$P_{\text{тл}}$	0,134	0,109	0,25	0,085
$T_{\text{мах}}$	0,057	0,022	0,05	0,06
$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\text{мах})$	0,405	0,543	0,35	0,427

2.5. Определяем веса строк матрицы сравнения критериев.

Для определения веса строк находим среднее значение за каждую строку матрицы критериев (таблица 4).

Таблица 4. – Веса строк матрицы сравнения критериев

Критерий	$P_{эф}$	$P_{тл}$	$T_{max}$	$K_{бс}^{дс} (max)$	Среднее значение	
					в долях	в процентах
$P_{эф}$	0,405	0,326	0,35	0,427	0,377	38
$P_{тл}$	0,134	0,109	0,25	0,085	0,145	15
$T_{max}$	0,057	0,022	0,05	0,06	0,047	4
$K_{бс}^{дс} (max)$	0,405	0,543	0,35	0,427	0,431	43

2.6. Результат отображаем как матрицу (столбец) весовых значений критериев по цели (таблица 5).

Таблица 5. – Матрица весовых значений критериев по цели

Критерий	Весовое значение критерия
$P_{эф}$	0,377
$P_{тл}$	0,145
$T_{max}$	0,047
$K_{бс}^{дс} (max)$	0,431

Переходим к сравнению альтернатив.

3. Построение матрицы попарных сравнений альтернатив по критериям.

3.1. Для построения матрицы попарных сравнений альтернатив по критериям сравниваем каждую альтернативу с другими по значению критериев. Исходя из того, что для определения значений критериев по каждой из альтернатив необходим ввод конкретных исходных данных, обозначим соответствующие результаты вычисления:  $P_{эф}$  –

$\alpha$ ;  $P_{тл}$  –  $\beta$ ;  $T_{max}$  –  $\delta$ ;  $K_{бс}^{дс} (max)$  –  $\sigma$ . Важно учесть, что при определении значения критерия  $T_{max}$  оптимальный результат принимает наименьшее значение, поэтому для сравнения альтернатив (ВКД) по данному критерию следует принять обратную величину:  $1 - \delta$ .

Результаты сравнения альтернатив по избранным критериям представлены в таблицах 6–9.

Таблица 6. – Результат сравнения альтернатив по критерию  $P_{эф}$ 

Альтернативы	ВКД 1	ВКД 2	ВКД 3
ВКД 1	1	$\alpha_1/\alpha_2$	$\alpha_1/\alpha_3$
ВКД 2	$\alpha_2/\alpha_1$	1	$\alpha_2/\alpha_3$
ВКД 3	$\alpha_3/\alpha_1$	$\alpha_3/\alpha_2$	1

Таблица 7. – Результат сравнения альтернатив по критерию  $P_{тл}$ 

Альтернативы	ВКД 1	ВКД 2	ВКД 3
ВКД 1	1	$\beta_1/\beta_2$	$\beta_1/\beta_3$
ВКД 2	$\beta_2/\beta_1$	1	$\beta_2/\beta_3$
ВКД 3	$\beta_3/\beta_1$	$\beta_3/\beta_2$	1

Таблица 8. – Результат сравнения альтернатив по критерию  $T_{\max}$ 

Альтернативы	ВКД 1	ВКД 2	ВКД 3
ВКД 1	1	$(1-\delta_1)/(1-\delta_2)$	$(1-\delta_1)/(1-\delta_3)$
ВКД 2	$(1-\delta_2)/(1-\delta_1)$	1	$(1-\delta_2)/(1-\delta_3)$
ВКД 3	$(1-\delta_3)/(1-\delta_1)$	$(1-\delta_3)/(1-\delta_2)$	1

Таблица 9. – Результат сравнения альтернатив по критерию  $K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\max)$ 

Альтернативы	ВКД 1	ВКД 2	ВКД 3
ВКД 1	1	$\sigma_1/\sigma_2$	$\sigma_1/\sigma_3$
ВКД 2	$\sigma_2/\sigma_1$	1	$\sigma_2/\sigma_3$
ВКД 3	$\sigma_3/\sigma_1$	$\sigma_3/\sigma_2$	1

3.2. Нормировку матрицы, определение суммы столбцов и деление элементов матрицы сравнения альтернатив на сумму соответствующего столбца выполняем аналогично подпунктам 2.3, 2.4.

3.3. Определение веса строк матрицы сравнения альтернатив.

Для определения веса строк находим среднее значение за каждую строку матрицы сравнения альтернатив в порядке, аналогично указанному в подпункте 2.5.

Обозначим результат вычисления веса строк матрицы альтернатив для критериев:

$P_{\text{эф}}$  – А;  $P_{\text{тл}}$  – В;  $T_{\max}$  – Δ;  $K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\max)$  – Ω.

4. Определение весовых значений альтернатив по иерархии.

4.1. Для определения весовых значений альтернатив по иерархии строим матрицу весовых значений альтернатив. Для этого объединяем значения веса строк (результат вычисления согласно подпунктам 3.1–3.3) в общую матрицу (таблица 10).

Таблица 10. – Матрица весовых значений альтернатив по всем критериям

Результат	$P_{\text{эф}}$	$P_{\text{тл}}$	$T_{\max}$	$K_{\text{бс}}^{\text{дс}}(\max)$
ВКД 1	$A_1$	$B_1$	$\Delta_1$	$\Omega_1$
ВКД 2	$A_2$	$B_2$	$\Delta_2$	$\Omega_2$
ВКД 3	$A_3$	$B_3$	$\Delta_3$	$\Omega_3$

4.2. Умножаем матрицу весовых значений альтернатив по всем критериям (результат вычисления согласно подпункту 4.1) на матрицу (столбец) весовых значений критериев по цели (результат вычисления согласно подпункту 2.5) по правилу «строка на столбец»:

$$\text{ВКД 1} = 0,377A_1 + 0,145B_1 + 0,047\Delta_1 + 0,431\Omega_1;$$

$$\text{ВКД 2} = 0,377A_2 + 0,145B_2 + 0,047\Delta_2 + 0,431\Omega_2;$$

$$\text{ВКД 3} = 0,377A_3 + 0,145B_3 + 0,047\Delta_3 + 0,431\Omega_3.$$

Результатом данного вычисления будет значение веса каждой из альтернатив (ВКД) по соответствию поставленной цели.

Следовательно, оптимальным способом перевода воинского формирования с мирного на военное время будет вариант комбинирования действий с наибольшим значением веса альтернативы:

$$\text{ВКД max} \in \left\{ \begin{array}{l} \text{ВКД 1} \\ \text{ВКД 2} \\ \text{ВКД 3} \end{array} \right\}.$$

Таким образом, метод анализа иерархий может применяться для поддержки принятия решения на перевод воинского формирования с мирного на военное время. Его использование при организации перевода, а также при уточнении решения на перевод в ходе приведения воинского формирования в высшие степени боевой готовности позволит командиру и штабу воинского формирования обоснованно оценить и выбрать тот способ перевода воинского формирования с мирного на военное время, который обеспечит его высшую готовность к выполнению боевых задач (задач по предназначению) в реальных условиях сложившейся обстановки.

#### Список использованных источников

1. Актуальные проблемы управления войсками в боевой и повседневной деятельности : сб. материалов воен.-науч. семинара кафедры гос. и воен. управления ФГШ ВС РБ / сост. А. И. Махомет, редкол.: А. В. Минов [и др.]. – Минск : ВА РБ, 2019. – С. 43.
2. Об утверждении инструкции о порядке организации и проведения слаживания органов военного управления, боевого слаживания соединений, воинских частей Вооруженных Сил при переводе их с мирного на военное время : приказ Министра обороны Респ. Беларусь, 20.11.12. – Минск : МО РБ, 2012. – С. 60.
3. Синявский, В. К. Основы теории эффективности боевых действий ракетных войск и артиллерии : моногр. / В. К. Синявский, Е. Г. Анисимов, В. Г. Анисимов. – Минск : ГШ ВС РБ, 2004. – С. 81.
4. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов; под ред. Н. Ю. Шведовой. – М. : Русский язык, 1983.
5. Гурулев, С. П. Боевая и мобилизационная готовность Вооруженных Сил Республики Беларусь : учеб. пособие / С. П. Гурулев. – Минск : МО РБ, 2007. – С. 400.
6. О сборнике основных военных терминов и понятий : приказ Министра обороны Респ. Беларусь, 20.04.2016, № 457. – Минск : МО РБ, 2016. – С. 485.
7. Воробьев, С. Н. Методы обоснования решений в условиях определенности : курс лекций / С. Н. Воробьев. – М. : Воениздат, 1987. – С. 92.
8. Томко, П. В. Анализ условий и факторов, влияющих на перевод отдельной механизированной бригады с мирного на военное время / П. В. Томко, С. А. Фомин, О. И. Войченко // Вестн. ВА РБ. – 2019. – С. 145–152.
9. Метод анализа иерархий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/204810376>. – Дата доступа: 19.09.19.

---

\*Сведения об авторе:

Томко Павел Владимирович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 28.06.2019 г.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

УДК 519.711.3

### ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СПЕЦИАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ КОМАНДИРОМ

В. М. Булойчик, доктор технических наук, профессор\*

*В статье рассматриваются вопросы автоматизации процесса принятия решений командиром по выполнению боевой задачи. Основное внимание уделяется оценке возможности воспроизведения на ЭВМ логики мышления командира и его интеллекта, а также влиянию фактора времени на процесс принятия решений в боевой обстановке. При этом исследуются частотно-временные характеристики управляемых процессов. Их знания необходимы при предъявлении обоснованных требований к составу и возможностям специального математического и программного обеспечения (СМПО) создаваемой интеллектуальной системы поддержки принимаемых решений (ИСППР) современного командира.*

*In article questions of automation of decision-making process by the commander on performance of a fighting problem are considered. The basic attention is given to an estimation of possibility of reproduction on the computer of logic of thinking of the commander and its intelligence, and also to influence of the factor of time on decision-making process in fighting conditions. Time-and-frequency characteristics of operated processes are thus investigated. Their knowledge is necessary at a presentation of well-founded requirements to structure and possibilities special mathematical and the software created intellectual system of support of accepted decisions the modern commander.*

Принятие решений об организации и ведении боя (боевых действий, операции) командиром (командующим) основано на прогнозировании боевой (оперативной) обстановки и выявлении возможных ее изменений с помощью мысленного и математического моделирования. При этом путем логических рассуждений, используя качественные и количественные прогностические оценки, он мысленно осуществляет выбор наилучшего варианта действий и принимает решение.

Представляется, что нет необходимости пояснять важность фактора времени в автоматизации процесса выполнения такой последовательности действий в военных системах управления (СУ). Но возможность сокращения этого времени ограничивается психофизиологическими характеристиками человека-командира. Как следствие – имеет место необходимость рационального сочетания творческих способностей командира и возможностей современных информационно-вычислительных систем (ИВС), используемых при выработке рекомендаций по управлению подчиненными силами и средствами.

Если возложить решение основных, наиболее трудных вычислительных и творческих задач управления на средства автоматизации, то возникает необходимость создания специальных быстродействующих алгоритмов выработки рекомендаций, обеспечивающих принятие эффективных решений. При этом возможность автоматизации тех или иных задач управления определяется достигнутым уровнем познания закономерностей мыслительной деятельности человека, вопросов организации управления в конкретной военно-прикладной области и алгоритмическими и вычислительными возможностями современных ИВС.

В настоящее время не представляется возможным создать алгоритмы управления (выработки решений), способные полностью заменить командира, особенно при решении им таких задач, как выяснение замысла противника, прогнозирование вариантов его поведения, рефлексивное управление поведением противника и т. п. С этой точки зрения сегодня единственно возможным является разумное распределение решаемых задач управления между

командиром (штабом, боевым расчетом) и ИВС. Это распределение необходимо осуществить так, чтобы обеспечить минимум времени принятия решений при максимальной их эффективности с учетом имеющихся ограничений на производительность используемых при этом информационно-вычислительных систем. *В разрешении этого противоречия состоит важнейшее требование к специальному математическому и программному обеспечению современных систем поддержки принимаемых решений.*

Вопрос рационального распределения решаемых задач между командиром и ИВС и оценки возможности автоматизированного решения творческих задач управления сводится фактически к вопросу о возможности моделирования мышления человека-командира на ЭВМ в реальном масштабе времени (т. е. в ритме развития управляемых процессов) и является центральным в современной теории и практике искусственного интеллекта.

Далее будут рассмотрены функции мышления командира, которые ЭВМ может выполнять уже сегодня.

В соответствии с современным состоянием теории искусственного интеллекта можно выделить следующие формы мыслительной деятельности человека: эмпирическое мышление; аксиоматическое (аналитическое) мышление; диалектическое мышление [1].

Сущность *эмпирического мышления* заключается в накоплении, систематизации и организации опыта. Принимая решение в конкретной ситуации, человек сопоставляет ее с ранее встречавшимися, распознает и выбирает такой способ действий, который принес ему успех в прошлом. В процессе накопления опыта осуществляется установление связи «ситуация – решение». При этом происходит отбор наиболее существенных признаков ситуации, оправдывающих принятие того или иного решения. В результате у человека вырабатывается как бы автоматическая реакция на типичные ситуации, не требующая практически никаких умственных усилий.

Возможность моделирования на ЭВМ такой формы мышления сегодня не вызывает сомнений. Для этого необходимо создать программу, позволяющую на этапе обучения анализировать описания ситуаций, выделять их общие признаки, которым соответствует одно и то же лучшее решение, и накапливать их в памяти. В дальнейшем эта программа должна сопоставлять каждую вновь возникшую ситуацию с набором признаков, соответствующих каждому решению, и выбирать то, которое принималось в аналогичных ситуациях в прошлом. При этом первоначальное обучение программы может осуществляться экспертом (человеком, указывающим наилучшее решение в каждой ситуации) либо может быть организован процесс «самообучения», при котором целесообразное решение отыскивается с помощью детальных прогностических моделей боевых действий методом «проб и ошибок» или методом «обратного распространения ошибки» [2]. При этом должен быть задан критерий оценки качества решений.

Подобный подход к автоматизации управления получил название ситуационного управления. Он уже реализован на практике и используется в технической диагностике, медицине, для управления автомобилем или железнодорожным узлом и другими объектами, характерным для которых является повторяемость ограниченного числа типовых ситуаций и ограниченное число возможных решений. Именно в ограниченности состоит его основной недостаток. Если условия деятельности человека или функционирования СУ настолько разнообразны, что одинаковые или близкие ситуации практически не повторяются и заранее невозможно предвидеть, какие ситуации могут возникнуть в будущем, то количество возможных решений велико и эмпирическое мышление оказывается бессильным. Боевые действия характеризуются этими свойствами. Например, в связи со стремлением противника скрыть свой замысел и его конкретную реализацию заранее невозможно учесть все многообразие вариантов будущего развития обстановки.

Если возложить функцию накопления опыта на человека – разработчика программы, то функции ЭВМ при моделировании эмпирического мышления сводятся к выполнению различных предписаний, например: «При выполнении данных условий делать следующим образом». Это и есть, по существу, фрагмент программы ЭВМ.

В военных ИСППР такого рода программы необходимы, они могут быть применены, например, для выработки решений по управлению одиночными огневыми средствами, когда количество таких решений ограничено. Однако с ростом количества огневых средств и количества целей, которые могут находиться в их зоне действия, количество возможных вариантов решений резко возрастает и построить универсальный алгоритм управления по принципу «ситуация – решение» в этом случае затруднительно. Поэтому, хотя моделирование эмпирического мышления человека в принципе возможно, одной этой формы явно недостаточно для реализации ее в военной СУ.

**Аксиоматический способ мышления** заключается в задании исходной системы предположений (аксиом), принимаемых тождественно истинными в любой возможной ситуации, и последующем логическом выводе по определенным правилам решения из описания ситуации, целевой установки (боевой задачи) и указанной системы аксиом. Этот способ мышления является более оперативным по сравнению с эмпирическим мышлением, поскольку он основан на предварительном *выявлении общих закономерностей, свойственных окружающему миру и зафиксированных в аксиомах, и использовании правил логического вывода*, также выработанных в результате накопления опыта.

Военные аксиомы сосредоточены в уставах, наставлениях, инструкциях и отражают накопленный коллективный опыт по управлению войсками. Они не являются безусловно неизблемыми и нуждаются в совершенствовании и развитии по мере развития форм и способов вооруженной борьбы. Преимущество аксиоматического мышления состоит в том, что человеку необходимо знать не то, какое конкретное решение нужно принять в данной ситуации, а то, как логически вывести это решение из усвоенной им системы общих принципов, положений, правил. Аксиоматическое мышление существенно расширяет диапазон условий, в которых командир может принимать эффективное решение.

Однако аксиоматическое мышление является строго формальным, т. е. при фиксированной системе аксиом и описании ситуаций вывод будет строго однозначным. В этом состоит и недостаток аксиоматического мышления, поскольку *наиболее эффективное решение не всегда является логичным*. В нетипичных ситуациях, когда некоторые аксиомы становятся неприемлемыми, может быть получен неверный вывод. Кроме того, недостатком аксиоматического мышления применительно к военной системе управления является его неполнота, ибо практически невозможно задать систему аксиом, полностью описывающую все закономерности вооруженной борьбы.

Поскольку основу аксиоматического мышления составляет логический вывод, осуществляемый по правилам формальной логики, такая форма мышления поддается воспроизведению на ЭВМ. В настоящее время известны процедуры автоматического доказательства теорем, записанных на формальном языке исчисления предикатов и представляющих собой систему аксиом. В связи с этим имеется реальная возможность создания алгоритмов управления, основанных на аксиоматическом методе. На этой основе, например, могут быть построены алгоритмы оценки обстановки, выработки решения по закреплению средств поражения за целями, алгоритмы организации взаимодействия и т. п.

Наивысшей формой мышления человека является его **диалектическое мышление**. Эта форма включает качественные скачки, основанные на обнаружении и преодолении основного противоречия сложившейся ситуации. Если обнаружение противоречия возможно логическим путем или при столкновении с новым эмпирическим фактом, то его преодоление возможно только с позиции диалектики. Все творческие решения обязаны своим появлением именно диалектическому мышлению. Можно считать, что именно такая форма мышления является основной при управлении боевыми действиями. Диалектическое мышление основано на законах диалектической логики, которые в настоящее время не формализованы. Поэтому пока очень затруднительно моделирование такой формы мышления.

Из вышеизложенного следует, что в настоящее время возможно моделирование эмпирического и аксиоматического мышлений руководителя-командира. Для преодоления недостатков аксиоматического мышления необходимо, чтобы в процессе управления



принимал участие человек, дополняющий его диалектическим мышлением. Это означает, что на ЭВМ можно возложить решение задач управления в ситуациях, которые предусмотрены исходной системой аксиом, а человек должен вмешиваться для принятия творческих решений в нетипичных ситуациях и для коррекции системы аксиом.

В то же время для накопления практического и боевого опыта и коррекции системы аксиом необходимо, как отмечалось выше, иметь высокоадекватные прогностические модели боевых действий, обеспечивающие получение множества оценок востребованных при поиске лучших решений. При этом моделирование должно быть достаточно быстрым, детальным, учитывать возможное противодействие противника, пространственные, вероятностные и временные характеристики управляемых средств, их взаимодействие и т. д., и осуществляться на основе цифровой модели (карты) местности. При создании соответствующих инструментальных средств моделирования необходимо учесть, что каждый алгоритм управления основан на некоторой системе правил-аксиом, хотя это в подавляющем большинстве случаев и не осознается явно его разработчиком. Поэтому всякий существующий алгоритм управления моделирует аксиоматическую форму мышления командира при фиксированной или изменяемой в некоторых пределах исходной системе аксиом [3].

В изменении системы аксиом скрыта возможность адаптации алгоритмов управления к изменяющимся условиям обстановки и, по существу, она приближает моделирование аксиоматического мышления к диалектическому при поиске лучшего решения.

Направлением дальнейшего совершенствования процесса выбора лучшего решения является реализация средств моделирования в нейросетевом базисе, характеризующемся параллелизмом вычислений и эффективной работой с неполной и зашумленной информацией [4]. В этом случае появляется возможность получения результатов, адекватных сложившейся обстановке и пригодных для принятия эффективных решений, в ритме развития управляемых процессов, т. е. в реальном масштабе времени.

Последующие рассуждения будут проводиться относительно тактического уровня управления воинским формированием, полагая, что с учетом определенных отличий они будут справедливы для оперативно-тактического и оперативного.

Следует отметить, что понятие «реальное время» для различных задач управления и этапов деятельности командира может иметь различную оценку. В целях определения временных диапазонов этой величины более детально необходимо рассмотреть события, требующие вмешательства командира в процесс управления.

Очевидно, что все они обладают различной интенсивностью, определяемой динамикой обстановки, и значимостью, характеризуемой последствиями от исполнения принятого по ним решения. В условиях резко изменяющейся обстановки по некоторым из таких событий решения должны приниматься практически мгновенно. В их основе лежат имеющиеся знания, опыт и интуиция. Знания и опыт, как правило, являются результатом интенсивных и длительных тренировок, учений и участия в реальных боевых действиях. А вместе все это формирует интуицию командира в данной военно-прикладной области.

Другие события, по которым командиру необходимо принимать решения, потребуют уточнение информации об обстановке, предварительную систематизацию имеющихся знаний, выяснение мнений отдельных специалистов, требований уставных документов и т. п. Такие решения, как правило, принимаются на основе логических рассуждений и обоснований с помощью расчетов и(или) математического моделирования, исходя из представления текущей ситуации в сознании командира, требований нормативных документов и поставленной боевой задачи, и т. п.

По третьим событиям может потребоваться дополнительный качественный и(или) количественный анализ обстановки и математическое прогностическое моделирование состояний противоборствующих сторон и возможного развития событий и обстановки.

Такое условное разделение причинных событий требует описания принимаемых решений с помощью совокупности частных показателей. С учетом того, что в условиях военного противоборства принимаемые решения представляют собой своевременную

реакцию на изменения обстановки и должны обеспечить выбор эффективных упреждающих или ответных действий на возможные изменения состояний и поведение противника, их предлагается характеризовать следующими показателями: полезностью решения  $\Pi_p$  (в данном случае – его эффективность), моментом принятия  $t_p$  (временем принятия) и временем эффективного действия решения  $T_p$ . В состав показателя  $t_p$  включается время оценки обстановки и время доведения принятого решения до исполнителей. Показатель  $T_p$  характеризует наступление момента времени, определяющего необходимость принимать новое решение или корректировать предыдущее.

Для пояснения предложенных показателей на рисунке 1 приведены примеры их графических зависимостей от времени для трех альтернативных вариантов в складывающейся на момент времени  $t_0$  обстановки. Введение в рассмотрение неэффективного решения (рисунок 1, в) имеет смысл своевременной «жертвы», которая должна привести к интегральному успеху на последующих шагах управления.

Применение предложенной совокупности частных показателей позволит сравнивать между собой различные управляющие воздействия не только с точки зрения их эффективности, но и их своевременности (т. е. влияния имеющегося ресурса времени) и длительности исполнения. А это имеет значение при управлении быстропротекающими процессами современного вооруженного противоборства.

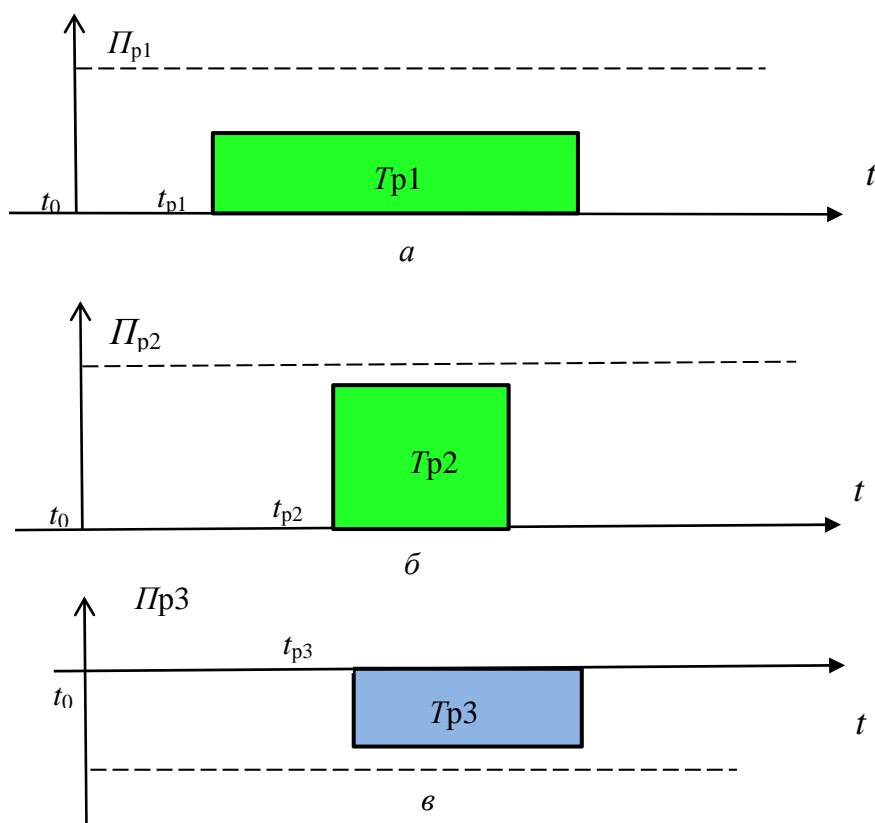


Рисунок 1. – Зависимость показателя эффективности принимаемых решений от времени

Очевидно, что использование предложенной совокупности показателей потребует более точной и всесторонней оценки текущей обстановки, в том числе и с помощью возможностей СМПО современных ИВС и, соответственно, будет способствовать более эффективной организации (подготовке и ведению) боя.

В военных системах управления м

ожно выделить следующие этапы процесса подготовки и организации боя: заблаговременная подготовка к бою, непосредственная подготовка к бою и этап ведения боя.

Каждый из них характеризуется своим средним временем, необходимым для принятия и реализации соответствующих решений и которое называется циклом принятия решения, определяемым как  $T_{цр} = t_p + T_p$ .

Этот показатель характеризует быстродействие СУ (реакцию на поток событий, требующих принятия управляющих действий). При этом ИСППР должна обеспечить своевременную выработку эффективных рекомендаций в соответствии с параметрами этого потока.

Принято считать [5], что если СУ обеспечивает принятие эффективных решений в интервале допустимых задержек времени  $t_{p1}^d$ , характерном для процесса управления боем (т. е.  $t_p < t_{p1}^d$ ), то она функционирует в так называемом «жестком реальном» времени (рисунок 2). Например, для противовоздушного боя (при управлении огнем ЗРК) это время составляет доли секунд – секунды. При управлении боем подразделения сухопутных войск это время может измеряться минутами и т. п.

Когда СУ обеспечивает принятие эффективных решений в интервале допустимых задержек времени  $t_{p1}^d < t_p < t_{p2}^d$ , характерном для этапа непосредственной подготовки к бою, то она функционирует в «среднем реальном» времени. Как правило, такой диапазон может составить десятки минут – часы.

И если СУ обеспечивает принятие эффективных решений в интервале задержек времени  $t_{p2}^d < t_p < t_{p3}^d$ , допускающих проведение мероприятий заблаговременной подготовки и планирования боя (боевых действий), то она функционирует в «мягком реальном» времени. Как правило, этот диапазон представляет собой часы и даже сутки.



Рисунок 2. – Режимы функционирования СУ

Очевидно, что введенные выше диапазоны будут определять состав СМПО, используемого в этих режимах для выработки рекомендаций в складывающихся условиях.

Практический опыт разработки и применения СМПО для различных по назначению ИСППР показывает, что на этапе управления скоротечным боем решения должны приниматься быстро (иногда – мгновенно). Однако состояние современных ИВС и их СМПО таково, что в этом режиме подобные компьютерные программы пока не способны решать прогностические задачи, предусматривающие многовариантное развитие событий. Поэтому здесь возможно использование СМПО на основе эмпирического подхода (т. е. вырабатывающее рекомендации на основе имеющегося опыта).

На этапе непосредственной подготовки к бою возможно использование аналитических математических моделей, аналитико-имитационных комплексов и информационно-расчетных задач, обеспечивающих достаточно быструю оценку обстановки и автоматизированную выработку рекомендаций. Такие комплексы должны обеспечить своевременное получение вариантов решений на основе аксиоматического подхода, при этом командир должен успеть осмыслить и согласиться с рекомендациями, либо отвергнуть их, приняв свое решение.

На этапе заблаговременной подготовки должен использоваться весь арсенал средств автоматизации поддержки решений, в том числе детальные имитационные комплексы моделей, комплексы информационных и расчетных задач. Принято считать, что в отличие от предыдущих, на этом этапе нет принципиальных ограничений во времени, выделяемом для поиска лучших решений, и поэтому вычислительные ресурсы современных ИВС не ограничивают это время. Имеются лишь ограничения в глубине научно-технологической проработки алгоритмов управления, в том числе и алгоритмов моделирования мышления командира.

Во всех обозначенных случаях решение командир принимает лично, на основе имеющейся информации и в пределах имеющегося ресурса времени, используя диалектический подход.

При создании СМПО современных ИСППР необходимо определиться с тем, какие конкретные задачи автоматизации управления (выработки рекомендаций) необходимо решать на соответствующих этапах с учетом их важности, частоты востребованности и вычислительных ресурсов современных ИВС. С этой целью можно представить распределение введенных выше групп причинных событий по частоте появления и своей важности в виде нормированных амплитудно-частотных спектров, соотнесенных с предложенными режимами работы системы управления (рисунок 3).

Спектр событий, требующих принятия решений в процессе боя, обозначим в виде зависимости  $S_1(f)$ . На рисунке 3 условно показано распределение значимости событий (амплитуда) от их частоты появления в процессе боя. Аналогично в виде зависимости  $S_2(f)$  представлен спектр событий, требующих принятия решений на этапе непосредственной подготовки к бою, а в виде зависимости  $S_3(f)$  – спектр событий, требующих принятия решений на этапе заблаговременной подготовки.

С учетом реализации по таким событиям соответствующего режима их обработки, необходимо определить, что цикл  $T_{\text{пр}}$  принятия с помощью ИСППР по ним решений не должен превышать некоторого допустимого времени  $t_p^{\text{д}}$ , т. е.  $T_{\text{пр}} < t_p^{\text{д}}$ .

В общем случае для оценки этой величины воспользуемся соотношением  $t_p^{\text{д}} = 1 / f_m$ , где значение частоты  $f_m$  определяется из равенства

$$\int_0^{f_m} s(f)df = (0,8 - 0,9) \cdot \int_0^{\infty} s(f)df,$$

которое отражает то, что большая часть (0,8 – 0,9) спектральной плотности  $S(f)$  сосредоточена до этой частоты  $f_m$  [6]. На основе этого можно утверждать, что с помощью создаваемого СМПО в интервале времени  $[0; t_p^{\text{д}}]$  с достаточно высокой вероятностью должны быть обработаны все события, требующие принятия по ним эффективных решений.

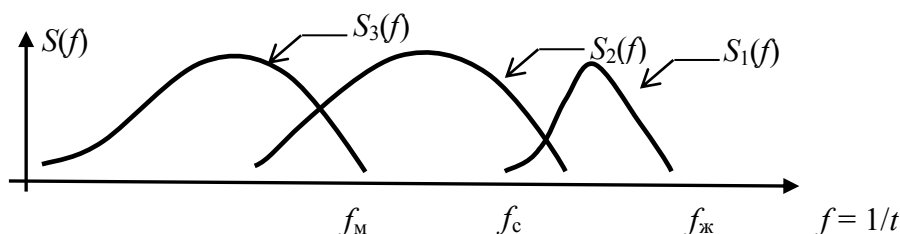


Рисунок 3. – Амплитудно-частотные спектры событий, требующих принятия решений

Применительно к введенным выше временам  $t_{\text{р1}}^{\text{д}}$ ,  $t_{\text{р2}}^{\text{д}}$  и  $t_{\text{р3}}^{\text{д}}$  можно записать, что для режима жесткого реального времени (режима управления в процессе боя) разрабатываемое СМПО должно обеспечить значение цикла принятия решений  $T_{\text{пр}}^{\text{ж}} < t_{\text{р1}}^{\text{д}}$ , где допустимое время  $t_{\text{р1}}^{\text{д}} = 1 / f_{\text{ж}}$  определится из условия

$$\int_0^{f_{\text{ж}}} s_1(f)df = (0,8 - 0,9) \cdot \int_0^{\infty} s_1(f)df.$$

Здесь  $f_{\text{ж}}$  – граничная частота событий, «обрабатываемых» командиром с помощью ИСППР в режиме жесткого реального времени. Для режима среднего реального времени (непосредственная подготовка к бою) разрабатываемое СМПО должно обеспечить значение цикла принятия решений  $T_{\text{пр}}^{\text{с}} < t_{\text{р2}}^{\text{д}}$ , где допустимое время  $t_{\text{р2}}^{\text{д}} = 1 / f_c$  определится из условия

$$\int_0^{f_c} s_2(f)df = (0,8 - 0,9) \cdot \int_0^{\infty} s_2(f)df.$$

Для режима «мягкого реального» времени (заблаговременная подготовка к бою) разрабатываемое СМПО должно обеспечить значение цикла принятия решений  $T_{пр}^м < t_{рз}^д$ ,

где допустимое время  $t_{рз}^д = 1/f_m$  определится из условия

$$\int_0^{f_m} s_3(f)df = (0,8 - 0,9) \cdot \int_0^{\infty} s_3(f)df.$$

Сформировав амплитудно-частотные спектры событий, по которым требуется принимать решения на этапах ведения боя, непосредственной и заблаговременной подготовки к бою, можно указать временные границы своевременной реализации СМПО для соответствующих управляемых процессов.

При расчетах принятых выше показателей и построении спектров событий предлагается использовать имитационную систему моделирования военных действий, разработанную учеными Военной академии и предприятием «Форттайти». Она обеспечивает двустороннее, детальное и адекватное пошаговое моделирование боя и боевых действий, востребованное при получении таких оценок.

Значения найденных величин связывают в единый комплекс требования (теоретические, технологические, военно-научные и практические) к составу, степени детализации описания, адекватности моделирования управляемых процессов и принятию по ним решений с помощью разрабатываемого СМПО. При этом учитываются вычислительные ресурсы ИВС, на которых оно должно реализовываться, и современное состояние тактики и оперативного искусства противоборствующих сторон.

Количественные оценки названных показателей необходимы при обосновании состава и возможностей специального математического и программного обеспечения интеллектуальной системы поддержки принимаемых современным командиром (командующим) решений.

#### Список использованных источников

1. Пospelов, Д. А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов / Д. А. Пospelов – М. : Радио и связь, 1989. – 184 с.
2. Дружинин, В. В. Идея, Алгоритм, Решение / В. В. Дружинин, Д. С. Конторов. – М. : Воениздат, 1972. – 328 с.
3. Булойчик, В. М. Подход к формализации процесса принятия решений командиром на основе моделирования его мыслительной деятельности / В. М. Булойчик, В. А. Герцев, А. Б. Худайкулиев // Наука и воен. безопасность. – 2015. – № 2 (45). – С. 18–21.
4. Булойчик, В. М. Применение нейросетевого подхода в задаче синтеза алгоритмов управления, реализуемых в имитационной системе моделирования военных действий / В. М. Булойчик, Е. С. Макарова // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 27. – С. 69–73.
5. Липаев, В. В. Тестирование программ / В. В. Липаев. – М. : Радио и связь, 1986. – 296 с.
6. Даджион, Д. Цифровая обработка многомерных сигналов / Д. Даджион; пер. с англ. – М. : Мир, 1988. – 488 с.

---

\*Сведения об авторе:

Булойчик Василий Михайлович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 08.10.2019 г.

## МЕТОДИКА СИНТЕЗА ШИРОКОПОЛОСНЫХ СОГЛАСУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ НАГРУЗОК НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННОЙ МАТРИЦЫ РАССЕЯНИЯ

А. А. Свириденко\*

*Статья посвящена разработке методики широкополосного согласования комплексных нагрузок с распределенными параметрами на примере patch-антенны сантиметрового диапазона. Представлена последовательность действий, выполняемых в процессе синтеза согласующей цепи. Основу методики согласования составляет обобщенная матрица рассеяния.*

*The article is devoted to the development of a method for broadband matching of complex loads with distributed parameters using the example of a patch antenna of the centimeter range. The sequence of actions performed during the synthesis of the matching chain is presented. The basis of the matching method is a generalized scattering matrix.*

### Введение

Patch-антенны, как правило, представляют собой отрезок микрополосковой линии передачи, длина которой близка к половине длины волны [1]. Благодаря простоте технологии производства они нашли широкое применение в системах телекоммуникации и радиолокации. Основной проблемой использования таких антенн является их узкополосность, поскольку по существу сами они являются излучающими резонаторами. Среди основных методов расширения полосы пропускания выделяют: увеличение расстояния между пластинами, применение диэлектрических подложек с низкой относительной проницаемостью  $\epsilon_r$  вплоть до воздушного заполнения, использование конфигурации Яги и др. [1]. Однако увеличение расстояния между пластинами более 0,1 от длины волны с учетом диэлектрика считается недопустимым. Варьирование материалом диэлектрика от FR4 ( $\epsilon_r = 4,4$ ) до RO4003 ( $\epsilon_r = 3,4$ ) и GML1000 ( $\epsilon_r = 3,2$ ) дает незначительное расширение полосы. Применение высокоточных по параметрам материалов (RT/duroid 5880LZ с  $\epsilon_r = 2$ ) является дорогостоящим. Значительно меньшее внимание уделяется возможностям использования схемных методов расширения полосы пропускания – применению согласующих цепей. Методы синтеза согласующих устройств, пригодные для использования в сантиметровом диапазоне, а также позволяющие оценивать предельные возможности широкополосного согласования, до настоящего времени, не применялись.

Задачей данной статьи является исследование возможности дальнейшего развития обобщенного метода Дарлингтона [2] и методики, разработанной на его основе с применением обобщенной матрицы рассеяния [3] для расширения полосы пропускания patch-антенны сантиметрового диапазона.

**Первый этап методики широкополосного согласования – разработка математической модели patch-антенны.** Методы синтеза согласующих устройств в диапазоне СВЧ предполагают наличие некоторой аналитической функции, описывающей свойства нагрузки как распределенной структуры. Для создания математической модели patch-антенны в среде CST Studio Suite разработан ее 3D макет. В результате стало возможным определение зависимости модуля и фазы комплексного коэффициента отражения антенны и волнового сопротивления полосковой линии передачи, образованное ее плоскостями, равное 8,8 Ом. Для аналитического описания свойств антенны использовано выражение для коэффициента отражения этой линии с волновым сопротивлением  $\rho = 8,8$  Ом и сопротивлением нагрузки  $R$ . Последним при пренебрежении потерями в линии является сопротивление излучения антенны. Функция, наиболее точно описывающая частотные свойства patch-антенны, имеет вид

$$\rho_n(p) = \frac{(\rho^2 - R)p - \rho(1 - R)}{(\rho^2 + R)p + \rho(1 + R)} = \frac{a_n(p)}{b_n(p)}, \quad (1)$$

где  $\rho_n(p)$  – комплексный коэффициент отражения нагрузки с полиномами числителя  $a_n(p)$  и знаменателя  $b_n(p)$ ;

$$p = j \operatorname{tg}(\theta) = j \operatorname{tg}\left(\frac{2\pi l}{\lambda}\right) - \text{частотная переменная Ричардса, } j = \sqrt{-1};$$

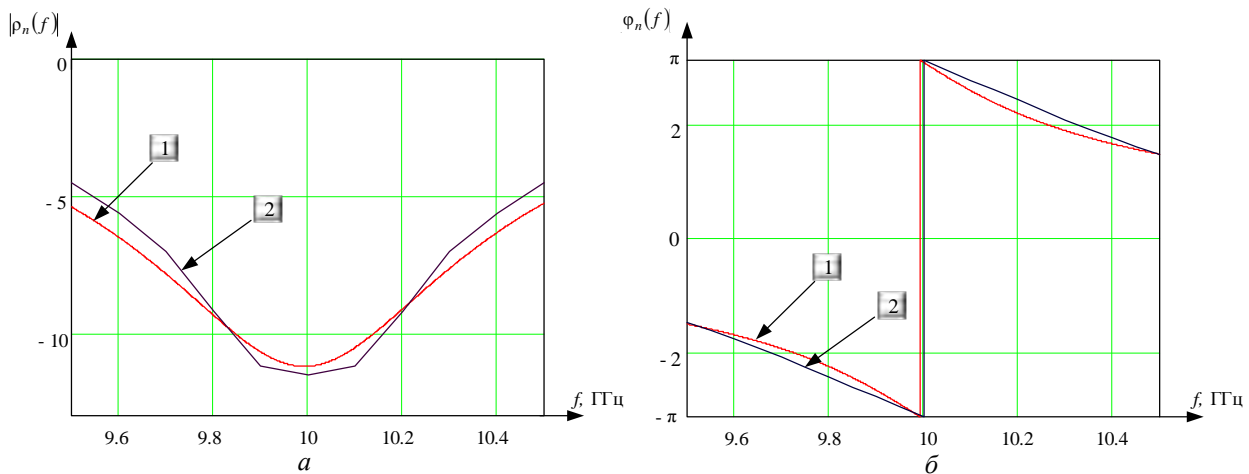
$$\lambda = \frac{c}{f} - \text{длина волны};$$

$c$  – скорость света в вакууме;

$f$  – линейная частота;

$l = 12,5$  мм – длина линии.

Значение сопротивления  $R$  определено по результатам приближения частотных зависимостей модуля и фазы комплексного коэффициента отражения  $\rho_n(p)$ , а также результатам моделирования и составляет 88 Ом. На рисунке 1,а представлены зависимости модуля комплексного коэффициента отражения, на рисунке 1,б – фазы комплексного коэффициента отражения (линия 1 относится к модели, разработанной в среде CST Studio Suite, линия 2 – к функции  $\rho_n(p)$ ). Следует отметить, что фазовая характеристика реальной 3D модели антенны представлена с учетом корректировки фазового набега, вызванного необходимостью подключения разъема для подачи питания на ее вход. Полоса пропускания по уровню коэффициента стоячей волны (КСВ) равного 2 составляет 367 МГц или 3,67 % от несущей частоты.



а – модуль коэффициента отражения; б – фаза коэффициента отражения

Рисунок 1. – Частотные зависимости

**Второй этап методики широкополосного согласования – анализ параметров нагрузки.** Важнейшей характеристикой любой нагрузки является нуль передачи. Он представляет собой значение комплексной частоты, на которой не возможна передача мощности в нагрузку. Для нагрузки, заданной коэффициентом отражения  $\rho_n(p)$ , этот нуль определяется следующим соотношением [1, 2]:

$$N_n(p^2) = b_n(p)b_n(-p) - a_n(p)a_n(-p),$$

где  $a_n(p)$  и  $b_n(p)$  – полиномы числителя и знаменателя коэффициента отражения  $\rho_n(p)$ .

$N$  – функция для коэффициента отражения (1) имеет вид

$$N_n(p^2) = 4\rho^2 R(p^2 - 1). \quad (2)$$

Из выражения (2) следует, что для любой линии нуль передачи расположен на мнимой оси, а его значение равно:

$$p_0 = \pm j.$$

Частотная переменная определяется электрической длиной единичного элемента, который в свою очередь определяет частоту среза фильтра-прототипа. При этом электрическая длина нагрузки может не совпадать с длиной единичного элемента. Это означает, что частотная переменная в выражении (1) будет отличаться от частотной переменной, используемой в процессе синтеза согласующей цепи. Существуют методы частотного преобразования для использования нескольких частотных переменных [4]. Однако в этом случае не удастся выделить нули передачи нагрузки, необходимые для синтеза. Для преодоления этой трудности предлагается в выражении (1) использовать частотную переменную  $xp$ , где коэффициент  $x$  учитывает различие электрических длин единичного элемента и нагрузки и определяется соотношением

$$x = \frac{\tan \frac{2\pi f l_a}{v_a}}{\tan \frac{2\pi f l_n}{v_n}},$$

где  $l_a$ ,  $v_a$ ,  $l_n$ ,  $v_n$  – электрическая длина и фазовая скорость волн в диэлектрике материалов антенны и согласующего устройства соответственно.

В случае равенства электрических длин единичного элемента, применение  $x$  не требуется.

С введением  $x$  выражение для коэффициента отражения (1) принимает вид

$$\rho_n(p) = \frac{(\rho^2 - R)xp - \rho(1 - R)}{(\rho^2 + R)xp + \rho(1 + R)}.$$

В этом случае  $N$ -функция, определяющая нули передачи, становится равной

$$N_n(p^2) = 4\rho^2 R x^2 \left( p^2 - \frac{1}{x^2} \right),$$

а нуль передачи расположен на мнимой оси, значение которого определяется как

$$p_0 = \pm j \frac{1}{x}.$$

Таким образом, введение коэффициента  $x$  позволяет выделить нуль передачи нагрузки, свойства которой можно моделировать отрезком линии произвольной электрической длины. После того, как определена функция коэффициента отражения нагрузки  $\rho_n(p)$  и выделены ее нули передачи ( $p_0$ ) из функции  $N_n(p^2)$ , этап анализа нагрузки можно считать завершённым.



**Задание исходной характеристики передачи мощности и факторизация коэффициента отражения – третий этап методики согласования.** Ввиду того, что нагрузка носит распределенный характер, лучше всего для решения задачи согласования использовать метод, аналогичный методу синтеза электрических фильтров на соразмерных (*commensurate*) микрополосковых линиях, в основе которого лежит частотное преобразование Ричардса [5]. Формально эта операция означает замену частотной переменной

$$\omega^2 = -\frac{\alpha^2 p^2}{1-p^2},$$

где  $\omega$  – частотная переменная, используемая в классической теории;

$\alpha$  – коэффициент, определяющий полосу пропускания.

В качестве примера выбрана функция передачи Баттерворта второго порядка, которая после такого преобразования принимает вид

$$K(\omega^2) = \frac{1-\delta^2}{1+\omega^4} \rightarrow K(p^2) = \frac{(1-\delta^2)(p^2-1)^2}{\alpha^2 p^4 + p^4 - 2p^2 + 1}, \quad (3)$$

где  $\delta$  – коэффициент, определяющий предельный уровень передачи мощности.

Далее осуществляется факторизация коэффициента отражения  $\rho_{in}(p)$ , связанного с функцией коэффициента передачи соотношением:

$$K(p^2) = 1 - \rho_{in}(p)\rho_{in}(-p).$$

Тогда с учетом (3) можно записать:

$$\rho_{in}(p)\rho_{in}(-p) = 1 - K(p^2) = \frac{\alpha^2 p^4 + \delta^2 p^4 - 2\delta^2 p^2 + \delta^2}{\alpha^2 p^4 + p^4 - 2p^2 + 1}.$$

Отсюда полиномы  $a_{in}(p)$  и  $b_{in}(p)$  функции коэффициента отражения  $\rho_{in}(s)$  находятся следующим образом:

определяются корни числителя и знаменателя  $\rho_{in}(p)\rho_{in}(-p)$ ;

полином  $b_{in}(p)$  образуется комплексными корнями, действительные части которых имеют отрицательный знак;

полином  $a_{in}(p)$  образуется любой из двух комплексно-сопряженных пар корней.

Результатом перемножения корней числителя и знаменателя является выражение:

$$\rho_{in}(p) = \frac{\sqrt{\alpha^2 + \delta^2} p^2 - \left( \sqrt{\delta^2 + \alpha^2 \delta j} + \sqrt{\delta^2 - \alpha^2 \delta j} \right) p + \delta}{\sqrt{\alpha^2 + 1} p^2 + \left( \sqrt{1 + \alpha^2 j} + \sqrt{1 - \alpha^2 j} \right) p + 1} = \frac{a_{in}(p)}{b_{in}(p)}. \quad (4)$$

**Четвертый этап – определение параметров согласующей цепи.** Для этого воспользуемся системой, разработанной в [3]:

$$\begin{cases} s_{11}(p) = -\frac{a_{in}(p)b_n(-p) - b_{in}(-p)a_n(p)}{a_{in}(-p)a_n(p) - b_{in}(p)b_n(-p)}, \\ s_{22}(p) = \frac{a_{in}(-p)b_n(p) - b_{in}(p)a_n(-p)}{a_{in}(-p)a_n(p) - b_{in}(p)b_n(-p)}, \\ s_{12}(p) = \frac{\sqrt{N_{in}(p^2)N_n(p^2)}}{a_{in}(-p)a_n(p) - b_{in}(p)b_n(-p)}, \end{cases} \quad (5)$$

где  $a_{in}(p)$ ,  $a_n(p)$ ,  $b_{in}(p)$ ,  $b_n(p)$  – полиномы числителей и знаменателей коэффициентов отражения  $\rho_{in}(s)$  и  $\rho_n(s)$  соответственно;

$N_{in}(p^2)$  – полином, содержащий нули функции (3).

Коэффициент отражения нагрузки  $\rho_n(s)$  определяется выражением (1), а полиномы коэффициента отражения  $\rho_{in}(s)$  – выражением (4).

Параметры матрицы рассеяния (5) являются вещественными функциями и для их физической реализуемости достаточно выполнить два условия:

1. Полином  $N_{in}(p^2)$  должен содержать все нули передачи полинома  $N_n(p^2)$ .
2. Полином знаменателя  $s$ -параметров должен быть строгим полиномом Гурвица.

Если  $N_{in}(p^2)$  не содержит нуль передачи  $N_n(p^2)$ , тогда функция коэффициента отражения требуемой цепи дополняется множителем

$$\hat{\rho}_{in}(p) = \rho_{in}(p) \frac{(1 - xp)}{(1 + xp)}.$$

С учетом этого

$$N_{in}(p^2) = k(p^2 - 1)^2 \left( p^2 - \frac{1}{x^2} \right),$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от порядка функции передачи.

Нагрузка, определяемая выражением (1), относится к первому классу по классификации [2, 6], имеет простой нуль передачи, определяемый выражением (2). Для выполнения второго условия (знаменатель  $s$ -параметров должен быть строгим полиномом Гурвица) необходимо обеспечить [5]

$$a_{in}(-p)a_n(p) - b_{in}(p)b_n(-p) = 0, \text{ при } p = \frac{1}{x}, \quad (6)$$

где левая часть равенства представляет собой полином знаменателя  $s$ -параметров (5).

Если введение  $xp$  не требуется ( $x = 1$ ), то ограничение (6) при  $p = 1$  принимает вид

$$\begin{aligned} & \left( \sqrt{\alpha^2 + \delta^2} - \left( \sqrt{\delta^2 + \alpha^2 \delta j} + \sqrt{\delta^2 - \alpha^2 \delta j} \right) + \delta \right) \left( (\rho^2 - R) - \rho(1 - R) \right) - \\ & - \left( \sqrt{\alpha^2 + 1} + \left( \sqrt{1 + \alpha^2 j} + \sqrt{1 - \alpha^2 j} \right) + 1 \right) \left( -(\rho^2 + R) + \rho(1 + R) \right) = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Уравнение (7) содержит два искомого коэффициента  $\alpha$ ,  $\delta$  ( $\rho = 8,8$  Ом,  $R = 88$  Ом – параметры модели антенны). Однако на практике, как правило, задается ширина полосы

согласования, что идентично заданию коэффициента  $\alpha$ , который для значения ширины полосы равной 900 МГц по уровню КСВ = 2 соответствует  $\alpha = 3,15$  [5]. Таким образом (7) содержит один неизвестный коэффициент  $\delta$ , который находится в результате решения уравнения (7) относительно  $\rho = 8,8$  Ом,  $R = 88$  Ом,  $\alpha = 3,15$  и равен  $\delta = 0,32$ .

С учетом этого функция коэффициента отражения (4) равна:

$$\rho_{in}(p) = \frac{9,9p^2 - 0,256p + 0,32}{9,9p^2 + 4,68p + 1} = \frac{a_{in}(p)}{b_{in}(p)},$$

а функция передачи мощности, соответствующая  $\rho_{in}(p)$  представлена на рисунке 2, а. Подстановка  $a_{in}(p)$ ,  $a_n(p)$ ,  $b_{in}(p)$ ,  $b_n(p)$  в систему (5) вследствие выполнения условий физической реализуемости приводит к понижению порядка на 2, а параметры согласующей цепи становятся равны:

$$\begin{cases} s_{11}(p) = \frac{0,126 + 3,05p}{6,3 + 9,87p}; \\ s_{22}(p) = \frac{0,315 + 7,6p}{6,3 + 9,87p}; \\ s_{12}(p) = \frac{2,5\sqrt{1-p^2}}{6,3 + 9,87p}. \end{cases}$$

**Определение элементов согласующей цепи – пятый этап.** Следующим этапом синтеза является последовательное выделение нулей передачи единичных элементов по методике синтеза фильтров на соразмерных линиях передачи [5]. Результатом этого этапа являются волновые сопротивления единичного элемента, которые оказались равными  $\rho = 163$  Ом.

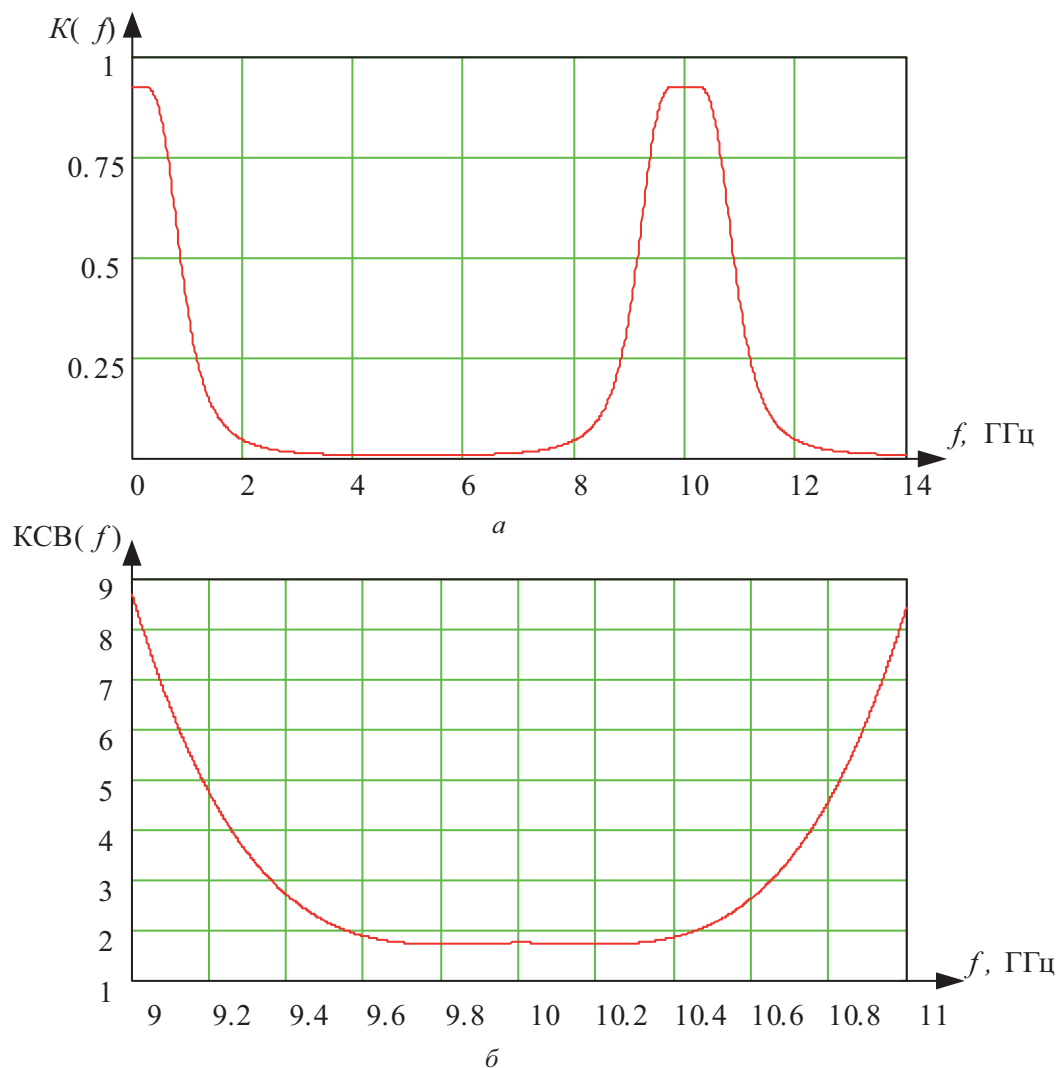
Длина единичного элемента согласующей цепи определяется как половина длины волны с учетом относительной диэлектрической проницаемости материала изготовления – FR4 ( $\epsilon_r = 4,4$ ):

$$l = \frac{c}{2\sqrt{\epsilon_{ef}} f_c} = 7,52 \text{ мм},$$

где  $\epsilon_{ef}$  – эффективная диэлектрическая проницаемость FR4;

$f_c$  – центральная частота излучения антенны, равная 10 ГГц.

Результатом математического моделирования является частотная характеристика КСВ антенны, изображенная на рисунке 2, б. Полоса пропускания по уровню КСВ = 2 равна 900 МГц, что составляет 9 % от центральной частоты и на 245 % больше, чем без согласующей цепи.



$a$  – коэффициент передачи;  $b$  – коэффициент стоячей волны

Рисунок 2. – Частотные характеристики согласованной антенны:

Таким образом, методику широкополосного согласования на основе обобщенной матрицы рассеяния кратко можно представить в виде следующей последовательности действий:

1. Разработка математической модели согласуемой нагрузки.
2. Определение параметров (нулей передачи) согласуемой нагрузки.
3. Выбор требуемой (исходной) функции передачи, частотные характеристики которой должна повторять согласующая цепь.
4. Определение параметров согласующей цепи путем подстановки полиномов числителя и знаменателя комплексного коэффициента отражения нагрузки  $\rho_n(p)$  и коэффициента отражения  $\rho_{in}(p)$ , образованного в результате факторизации исходной функции передачи в систему (5).
5. Синтез согласующей цепи (определение волновых сопротивлений отрезков линий передачи) по одному из параметров ( $s_{11}(p)$ ,  $s_{22}(p)$ ) системы (5).

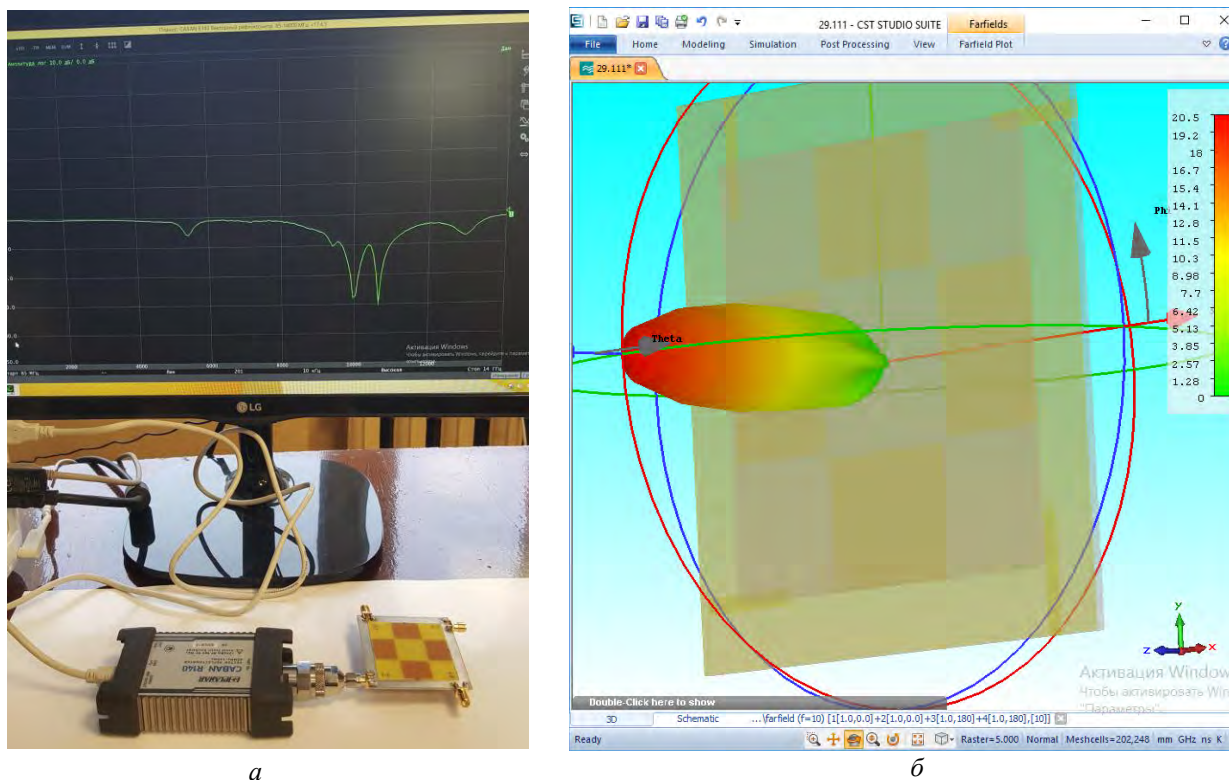
**Практическое применение методики широкополосного согласования на основе обобщенной матрицы рассеяния.** По результатам расчетов и компьютерного моделирования изготовлено устройство, предназначенное для согласования микрополосковой антенны и источника питания, представляющее собой два отрезка линий передачи. Наличие второго отрезка обусловлено необходимостью подвода питания на вход согласующего устройства. Его сопротивление равно 50 Ом, что не вносит искажений в форму частотных характеристик. Излучающая часть и согласующее устройство выполнены

способом печатного монтажа. На рисунке 3 представлены изображения антенны со стороны согласующего устройства и излучающего элемента.



Рисунок 3. – Изображение антенны

Антенна разработана для мониторинга объектов, расположенных на поверхности земли беспилотным летательным аппаратом. Важной особенностью антенны является ее возможность электронного сканирования луча диаграммы направленности в двух плоскостях в секторе  $\pm 45^\circ$ . Частотная зависимость коэффициента отражения представлена на рисунке 4, а, диаграмма направленности модели антенны, разработанная в среде CST Studio Suite, – на рисунке 4, б.



а – коэффициент отражения; б – диаграмма направленности 3D  
Рисунок 4. – Характеристики согласованной антенны

Из рисунка 4, а вытекает, что функция коэффициента отражения носит ярко выраженный чебышевский характер. Это объясняется отсутствием технической возможности изготовления отрезка линии передачи с волновым сопротивлением  $\rho = 163 \text{ Ом}$  (ширина меньше 0,1 мм для FR4). Несмотря на это, ширина полосы пропускания по уровню КСВ = 2 составила более 1 ГГц. Диаграмма направленности имеет высокий коэффициент усиления равный 20,5, и ширину по уровню 3 дБ, равную  $35,6^\circ$ . Это позволяет сделать вывод

о том, что применение согласующего устройства не искажает диаграмму направленности и не уменьшает коэффициент усиления антенны.

**Выводы.** Разработана методика широкополосного согласования на основе обобщенной матрицы рассеяния, которая впервые позволила применить аналитический подход к решению задачи согласования комплексной нагрузки, имеющей распределенную структуру. Аналитичность заключается:

в возможности исходно задавать требуемую функцию передачи мощности по результатам оценки параметров согласуемой нагрузки;  
 возможности применения точных методов синтеза элементов согласующей цепи.

Методику согласования можно считать дальнейшим развитием классического метода Дарлингтона и методик, разработанных на его основе. Практическое применение ее теоретических положений позволяет получать высокие показатели технических характеристик при разработке радиотехнических устройств, в том числе микрополосковых антенн.

#### Список использованных источников

1. Панченко, Б. А. Микрополосковые антенны / Б. А. Панченко, Е. И. Нефедов. – М. : Радио и связь, 1986. – 144 с.
2. Филиппович, Г. А. Широкополосное согласование сопротивлений / Г. А. Филиппович. – Минск : ВАРБ, 2004. – 175с.
3. Свириденко, А. А. Описание широкополосных согласующих и частотно-избирательных цепей с помощью обобщенной матрицы рассеяния / А. А. Свириденко // Докл. БГУИР. – 2017. – № 5 . – С. 26–32.
4. Таранин, С. В. Обобщенное частотное преобразование на ступенчато-нерегулярных отрезках линии передачи / С. В.Таранин, Г. Н. Девятков // Известия ВУЗов России. Радиоэлектроника. – 2006. – № 4. – С. 3–6.
5. Yarman, B. S. Design of ultra wideband power transfer networks / B. S. Yarman. – Istanbul : Springler, 2010. – 755 p.
6. Свириденко, А. А. Методика широкополосного согласования нагрузок с сосредоточенными параметрами на основе обобщенной матрицы рассеяния / А. А. Свириденко // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2018. – № 4. – С. 99–108.

---

\*Сведения об авторах:

Свириденко Анатолий Анатольевич,  
 УО «Военная академия Республики Беларусь».  
 Статья поступила в редакцию 20.09.2019 г.

# ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРУЖИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

УДК 621.396.96

## УВЕЛИЧЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА ПО ИЗЛУЧЕНИЯМ ИХ СИСТЕМ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ

В. И. Гринкевич, кандидат технических наук, доцент\*

*В статье рассмотрен вариант решения задачи обнаружения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа на максимальной дальности радиопередачи по излучениям их наземных и бортовых систем с применением широкополосных шумоподобных сигналов.*

*The article describes a solution to the problem of detecting small-sized unmanned helicopter-type aerial vehicles at the maximum range of radio control from the emissions of their ground and airborne systems using broadband noise-like signals.*

### Введение

Развитие технологий в областях радиопередачи, телекоммуникаций и навигации способствовало появлению и быстрому насыщению рынка малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) вертолетного типа (квадрокоптеры, гексакоптеры и т. п.), которые до недавнего времени рассматривались как обычные радиомодели. Сегодня становится очевидным, что малоразмерные БПЛА гражданского назначения (далее – квадрокоптеры) из безобидных бытовых игрушек превратились в серьезную угрозу безопасности.

Создание опасных ситуаций, вызванных действиями квадрокоптеров, в мировой практике уже не редкость. Примерами чрезвычайных ситуаций, возникающих вследствие несанкционированного применения квадрокоптеров, являются: закрытие аэропортов, задержки вылетов рейсов, столкновение с самолетами при взлете и посадке.

Несмотря на введение целого ряда ограничений, в том числе на законодательном уровне, число противоправных действий, связанных с применением квадрокоптеров, неуклонно растет. Так, по данным Федерального управления гражданской авиации США (FAA) во второй половине 2018 г. было зафиксировано около 700 инцидентов, связанных с полетами квадрокоптеров [1]. В свою очередь это послужило толчком к разработке новых и совершенствованию существующих систем противодействия применительно к этому типу БПЛА.

Анализ мировой практики борьбы с малоразмерными БПЛА позволяет утверждать, что сегодня наиболее эффективными средствами противодействия являются средства радиоэлектронной борьбы или комплексы средств, разработанные на их основе.

Как правило, комплекс радиоэлектронного противодействия квадрокоптерам имеет в своем составе:

систему радиомониторинга, включающую приемо-пеленгаторную подсистему и аппаратуру анализа сигналов;

систему радиоподавления, включающую передатчики помех каналам радиопередачи и приемным устройствам системы неавтономной навигации.

Дополнительно в состав комплекса радиопротиводействия могут входить радиолокационная и оптико-электронная системы, позволяющие повысить эффективность работы комплекса в случае организации полета квадрокоптера по заданной программе в режиме частичного или полного радиомолчания.

Однако применение современной электронной компонентной базы, высокопроизводительных, многофункциональных реконфигурируемых устройств, высокоскоростных алгоритмов обработки сигналов не в полной мере удовлетворяет требованиям по ведению радиомониторинга с точки зрения обеспечения требуемой дальности обнаружения объектов, а соответственно наведения помех. Это обусловлено тем, что применение для организации радиопреимущества WLAN технологий (Wireless Local Area Network) и FHSS устройств (Frequency Hopping Spread Spectrum), работающих с широкополосными псевдослучайными сигналами со скачкообразным изменением частоты при ограниченной мощности излучения, привело не только к увеличению помехоустойчивости каналов радиопреимущества, но и к уменьшению дальности обнаружения до 3 км. При этом дальность радиопреимущества квадрокоптером может достигать 7–8 км.

Наличие в составе комплекса радиопреимущества оптико-электронной системы и радиолокатора как средств целеуказания с дальностями действия до 3 и 5 км соответственно существенно не улучшает эффективность функционирования комплекса.

Таким образом, невысокая дальность обнаружения сигналов радиопреимущества ограничивает возможности комплексов радиопреимущества по предотвращению возможных угроз, связанных с несанкционированным применением квадрокоптеров. Это приводит к необходимости решения задачи увеличения возможностей систем по обнаружению летательных аппаратов с дальностями, превышающими дальность действия их бортовых систем.

#### Пути решения задачи обнаружения сигналов радиопреимущества

В настоящее время рынок средств и комплексов радиопреимущества квадрокоптерам представлен разработками как зарубежных, так и отечественных производителей. Принципы функционирования известных образцов [2–5] в части поиска и обнаружения сигналов радиопреимущества базируются на знании частотного диапазона и вида излучаемых сигналов, перечень которых представлен в таблице 1.

Таблица 1. – Стандартные полосы частот радиопреимущества БПЛА

Обозначение диапазона	Начало полосы частот	Конец полосы частот	Излучаемая мощность	Применяемые виды модуляции сигнала
433 МГц	433,05 МГц	434,79 МГц	10–14 дБм	ASK, FSK, GFSK
900 МГц	868 МГц	915 МГц	до 21 дБм	QPSK, FDM
2,4 ГГц	2,4 ГГц	2,4835 ГГц	до 26 дБм	MSK, GMSK, OFDM
5,8 ГГц	5,725 ГГц	5,85 ГГц	до 26 дБм	MSK, GMSK, OFDM

Представленные данные показывают, что радиопреимущество квадрокоптерами производится в полосе нелицензируемых диапазонов частот (ISM) с ограничением максимальной мощности излучения.

Принимая во внимание факт применения на всех современных квадрокоптерах радиомодемов, работающих в диапазонах 2,4 и (или) 5,8 ГГц, можно утверждать, что основными для поиска и обнаружения сигналов радиопреимущества являются именно эти диапазоны частот. При этом заявленные дальности, на которых возможна реализация алгоритмов автоматического обнаружения и идентификации в этих диапазонах, не превышают трех километров [2].

Невысокие показатели обнаружения, присущие существующим системам радиомониторинга, в первую очередь связаны со спецификой обнаруживаемых сигналов (скачкообразное изменение частоты в пределах рабочего диапазона), что вынуждает вести поиск и обнаружение в полосе частот до 120 МГц. Из общей теории радиоприемных устройств известно, что расширение полосы приема приводит к увеличению мощности собственных шумов ( $N_0$ ) радиоприемного устройства (РПрУ) и снижению его



чувствительности. Ориентировочный расчет чувствительности РПрУ в полосе 120 МГц с коэффициентом шума 7–10 дБ и отношении сигнал/шум ( $SNR$ ) 10 дБ показал, что значение минимальной мощности принимаемого сигнала будет варьироваться в пределах от –103 до –106 дБ Вт. Реализация цифровых алгоритмов обнаружения широкополосных сигналов на основе быстрого преобразования Фурье (БПФ), применяемых для решения задачи обнаружения, не позволяет получить существенного выигрыша в отношении  $SNR$ , сравнимого с выигрышем, получаемым при цифровой согласованной фильтрации, величина которого рассчитывается по формуле

$$SNR = 10 \log_{10}(n/2), \quad (1)$$

где  $n$  – размер выборки (число точек) БПФ.

Рассматривая БПФ как механизм дискретной фильтрации, можно утверждать, что вся энергия сигнала распределяется по фильтрам, количество которых зависит от размера выборки БПФ, полосы приема и ширины спектра принятого сигнала. Это приводит к уменьшению мощности сигнала на величину, равную числу фильтров, по которым распределен его спектр. Так, в случае обнаружения сигнала с шириной спектра 1,5 МГц (как правило радиолиния вверх) в полосе РПрУ ( $\Delta f_{\text{РПрУ}}$ ) шириной 120 МГц при размере выборки БПФ 16 384 точки, что примерно соответствует разрешению по частоте 7 кГц, потери мощности сигнала по сравнению с согласованным приемом составят 24 дБ. В этом случае общий выигрыш  $SNR$  составит около 15 дБ вместо 39 дБ согласно (1). При обнаружении сигнала с шириной спектра 10 МГц (радиолиния вниз) общий выигрыш  $SNR$  составит всего 11 дБ.

Полученный результат позволяет утверждать, что выигрыш  $SNR$  на выходе цифровой части РПрУ, равный 10–15 дБ, является недостаточным для обнаружения квадрокоптера на максимальной дальности радиоуправления.

Поэтому для достижения более высоких показателей по дальности обнаружения многие разработчики систем радиомониторинга идут по пути наращивания числа каналов РПрУ, увеличения производительности систем обработки сигнала, повышения направленности приема, автоматизации процессов обнаружения с применением баз данных по типам и видам сигналов радиоуправления.

Так, специалисты Keysight Technologies считают [3], что для повышения эффективности системы радиомониторинга нужно контролировать не весь спектр, а только те полосы частот, которые используются для управления БПЛА. При этом каждую из них можно конфигурировать по разрешающей способности или полосе пропускания RBW (receiver bandwidth), определяющей размер бина БПФ (наименьшая частота, которую можно различить). Так, для обнаружения сигнала с шириной спектра 1–2 МГц при работе в ISM-диапазонах 2,4 или 5,8 ГГц выгодно использовать полосу RBW 20 кГц. Выбор такой полосы RBW позволит улучшить чувствительность РПрУ и ускорить обработку сигнала, соответственно повысить эффективность системы [3].

Специалисты Rohde & Schwarz утверждают, что метод эффективного обнаружения квадрокоптеров базируется на знании сигнатур (характерных признаков) сигнала. При этом система должна распознавать обстановку и находить систему передачи для классификации характерных признаков ожидаемой угрозы по библиотеке известных сигналов дронов [4].

Опубликованные компанией Aaronia материалы, касающиеся системы Drone Detector, свидетельствуют о способности этой системы вести обнаружение и идентификацию дрона на дальностях до 5–7 км за счет регистрации радиоизлучения бортовых систем путем реализации многоканального приема [5]. Здесь следует отметить, что производитель не сообщает, по каким типам квадрокоптеров обеспечиваются заявленные дальности.

Таким образом, рассмотренные выше подходы применительно к задачам обнаружения сигналов радиоуправления в той или иной степени связаны с наращиванием аппаратной части систем радиомониторинга, повышением быстродействия процессов обработки,

совершенствованием алгоритмов анализа сигналов. Принимаемые меры, как правило, позволяют повысить показатели обнаружения на 30–50 % при увеличении стоимости систем примерно в 1,5–2 раза [5].

Повысить возможности существующих систем радиопротиводействия по дальности обнаружения квадрокоптеров возможно за счет совершенствования программных средств обработки сигнала на основе разработки и реализации алгоритмов некогерентного накопления (НКН), учитывающих специфику решаемой задачи.

Особенностью НКН широкополосных, псевдослучайных сигналов с перестройкой по частоте от посылки к посылке по отношению к процедурам межпериодного накопления, применяемых в радиолокации, является векторное суммирование элементов массива, полученного в результате реализации БПФ.

Решение этой задачи позволит компенсировать потери энергии сигнала, возникающие в процессе обработки, тем самым увеличить пороговую чувствительность на 10–20 дБ и обеспечить заданную точность измерения частотных параметров сигнала для последующего формирования прицельных по частоте помех.

Из [6] известно, что при подаче на амплитудный детектор (АД) смеси полезного сигнала  $u_c$  длительностью  $\tau_n$  амплитудой  $U_m$  и шума  $u_{ш}$  с нулевым средним значением и дисперсией  $\sigma_{ш}^2$  при условии  $u_{ш}^2 \ll 2u_c u_{ш}$  детектирование производится на участке характеристики детектора, близкой к линейной. В этом случае отношение амплитуды сигнала к среднеквадратическому значению шума на выходе АД может быть рассчитано по формуле [6, с. 250]:

$$\frac{U_{с\text{ Вых}}}{\sqrt{u_{ш}^2}} \approx \frac{U_m^2}{2U_m \sigma_{ш}} = \frac{U_m}{2\sigma_{ш}}. \quad (2)$$

Если за время накопления выполняется (2), можно считать, что процесс детектирования будет линейным. В этом случае последетекторное действие НКН заключается в увеличении  $SNR$  в  $N$  раз по мощности, где  $N$  – количество накопленных выборок БПФ. При условии, что  $\sigma_{ш}^2 = N_0 \Delta f_{ПРЧ}$ , расчет порогового отношения  $SNR$  на выходе оконечного устройства может быть проведен с применением формулы [6]:

$$q_n \approx \left( \frac{U_{с\text{ Вых}}}{\sqrt{u_{ш}^2}} \right)_{\min}^2 = \left( \frac{U_m^2}{4\sigma_{ш}^2} \right)_{\min} \cdot N = 0,5 \left( \frac{E_{с1}}{N_0} \right)_{\min} \cdot N. \quad (3)$$

Учитывая, что реализация НКН производится в частотной области, то энергия одиночного импульса  $E_{с1}$  в формуле (3) может быть выражена через размер выборки БПФ с применением формулы

$$E_{с1} = \left( \frac{U_m}{\sqrt{2}} \right)^2 \frac{\Delta t n}{n_{\phi}}, \quad (4)$$

где  $\Delta t$  – шаг дискретизации принятого сигнала;

$n_{\phi}$  – число фильтров БПФ в полосе частот принятого сигнала.

Из (4) следует, что в случае несогласованного приема энергия одиночного импульса не зависит от размера выборки БПФ, соответственно значение  $SNR$  будет постоянным для любого  $n$ .

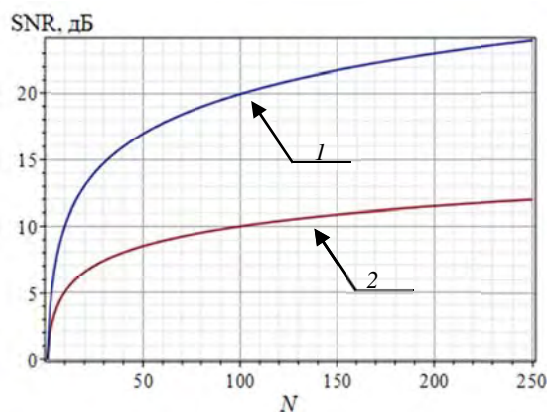
При малой величине  $SNR$  можно принять  $u_{ш}^2 \gg 2u_c u_{ш}$ . В этом случае детектирование является квадратичным [6]. Порогового отношения  $SNR$  на выходе оконечного устройства при квадратичном детектировании рассчитывается с применением формулы [6]:

$$q_n \approx \left( \frac{U_{с\text{ Вых}}}{\sqrt{u_{ш}^2}} \sqrt{N} \right)_{\min}^2 = 4 \left( \frac{E_{с1}}{N_0} \right)_{\min}^2 N. \quad (5)$$

На основании результата, полученного при решении (5), можно утверждать, что пороговое значение мощности, рассчитанное для одной выборки, в процессе НКН убывает обратно пропорционально  $\sqrt{N}$ .

Если считать, что пороговая величина  $SNR$  задана, тогда задача обнаружения сигналов радиуправления с учетом компенсации потерь на обработку сводится к определению числа выборок БПФ, позволяющих получить требуемое значение порога обнаружения.

На рисунке 1 представлены зависимости, связывающие  $SNR$  с количеством выборок БПФ при линейном и квадратичном накоплении, полученные в соответствии с (3) и (5).



1 – линейное накопление; 2 – квадратичное накопление

Рисунок 1. – Зависимость  $SNR$  от количества накопленных выборок БПФ

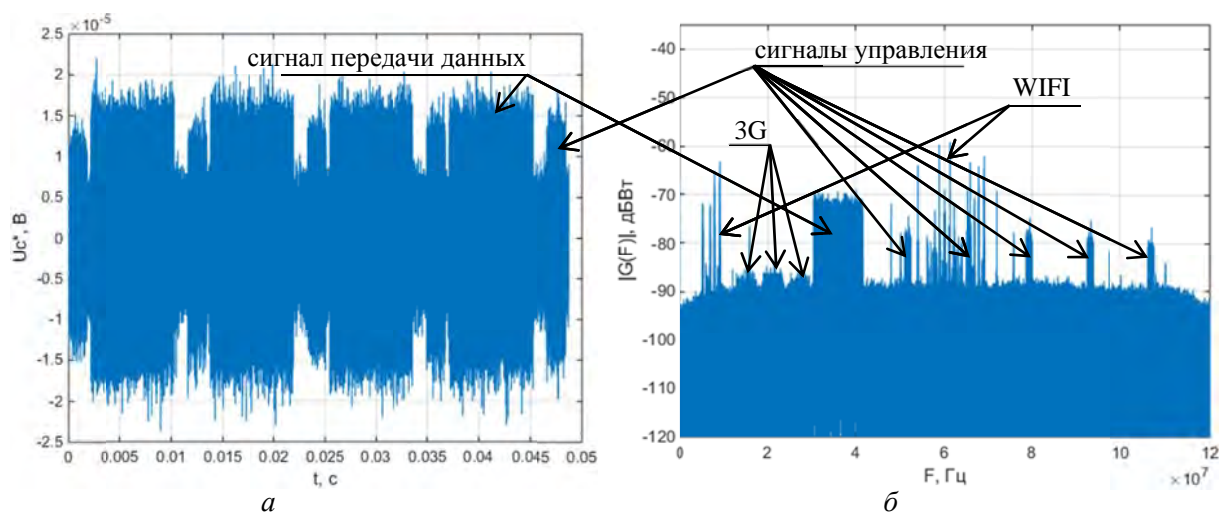
Анализ зависимостей, представленных на рисунке 1, позволяет утверждать, что для компенсации потерь в 20 дБ необходимо произвести накопление не менее 100 выборок при линейном и около 10 000 при квадратичном детектировании.

В свою очередь, зная  $N$ , можно определить размер выборки БПФ для заданной частоты дискретизации сигнала (тактовой частоты аналогово-цифрового преобразования) и известной длительности посылки. Например, в случае обнаружения сигнала длительностью 1 мс при шаге дискретизации 8 нс и длине выборки БПФ 16 382 отсчета количество накапливаемых выборок  $N$  равно восьми. Этот результат улучшает  $SNR$  при линейном детектировании на 9 дБ (см. рисунок 1) и на 4,5 дБ при квадратичном. При 512 точечном БПФ  $N = 244$ , что в свою очередь при реализации НКН улучшает  $SNR$  на 24 дБ и 12 дБ для случаев линейного и квадратичного накопления соответственно.

Таким образом, разработка и реализация алгоритмов НКН при решении задач обнаружения сигналов радиуправления способствует не только получению существенного выигрыша  $SNR$ , но и значительному улучшению чувствительности приемника по выходу накопителя, а соответственно увеличению дальности обнаружения излучающих объектов.

### Практическая реализация алгоритмов работы некогерентного накопителя

Результаты работы устройства НКН на примере фрагмента записи сигналов квадрокоптера Phantom-4 компании DJI представлены на рисунках 2–4.

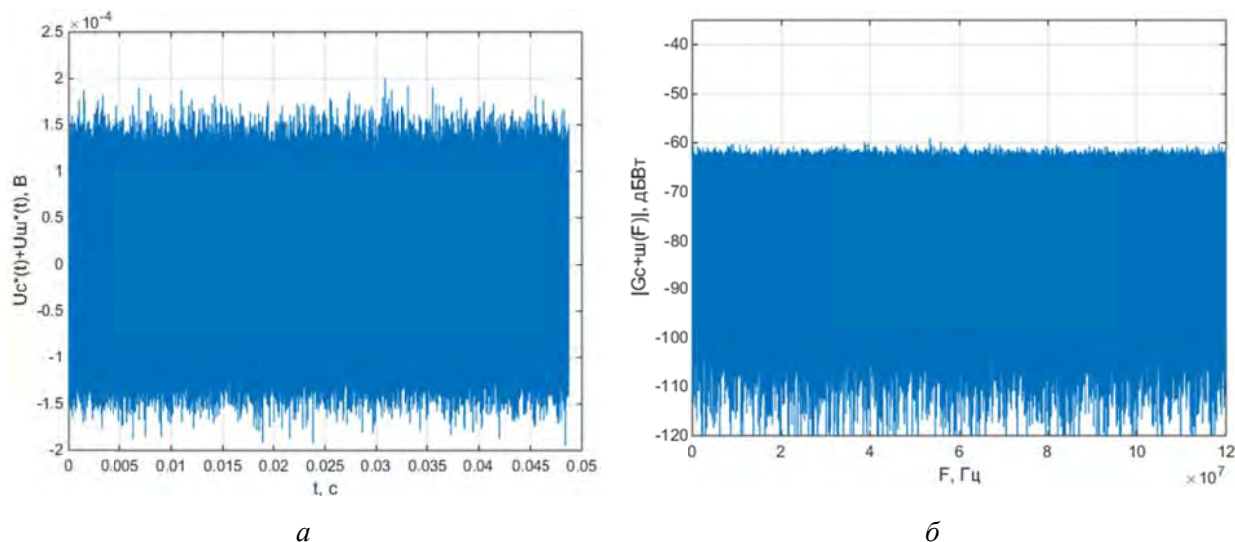


*a* – зависимость значений комплексных амплитуд сигналов квадрокоптера от времени;

*б* – зависимость значения модуля комплексного преобразования Фурье от частоты по реализации процесса на рисунке 2, *a*

Рисунок 2. – Фрагмент записи сигналов радиуправления квадрокоптером Phantom-4 в полосе частот 120 МГц при наличии мешающих излучений

Для оценки эффективности работы устройства НКН произведено суммирование сигнала, представленного на рисунке 2, с математическим шумом с нормальной плотностью распределения в заданной полосе частот. Это позволило увеличить общий шумовой фон примерно на 28–30 дБ, что в свою очередь эквивалентно увеличению дальности обнаружения в 3–4 раза. Результат суммирования представлен на рисунке 3.



*a* – зависимость значений комплексных амплитуд суммы сигнал-шум и шум от времени;

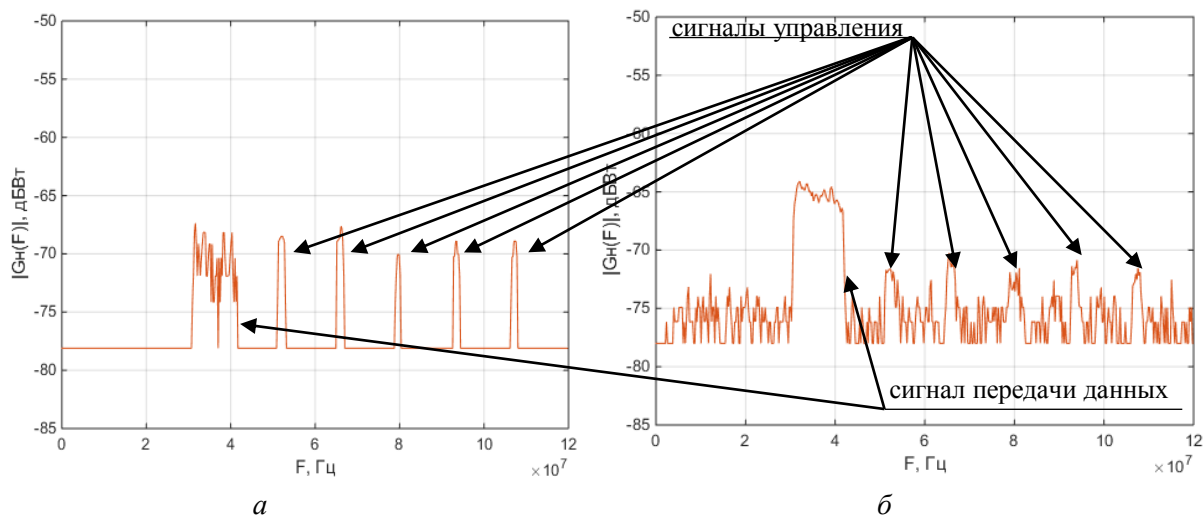
*б* – зависимость модуля комплексного преобразования Фурье от частоты с учетом добавленного шума

Рисунок 3. – Результат обнаружения сигнала квадрокоптера при наличии дополнительного шумового фона

Анализ зависимости, представленной на рисунке 3, *б*, позволяет утверждать, что применение классических функций спектрального анализа с дополнительной реализацией алгоритмов оконных преобразований не позволяют обеспечить требуемые значения показателей обнаружения каналов радиуправления квадрокоптером.

В свою очередь значительно улучшить возможности обнаружения, в том числе при  $SNR \leq 1$  (рисунок 3), возможно за счет реализации процедур НКН.

Оценка результативности алгоритмов НКН при решении задач обнаружения производилась с применением массива данных, служащего для описания процессов, представленных на рисунке 3. Результат решения задачи обнаружения с применением алгоритмов НКН, дополненных процедурами цифровой фильтрации для случаев линейного и квадратичного детектирования, представлен на рисунке 4.



*а* – энергетический спектр сигнала на выходе НКН при линейном детектировании сигнала;  
*б* – энергетический спектр сигнала на выходе НКН при квадратичном детектировании сигнала

Рисунок 4. – Спектры сигналов на выходе устройства НКН при линейном и квадратичном детектировании

Результаты, полученные в ходе полунатурного моделирования (рисунок 4), позволяют утверждать, что реализация алгоритмов НКН при решении задач поиска и обнаружения сигналов радиопередачи способствует увеличению  $SNR$  до 20–25 дБ, что в свою очередь значительно улучшает пороговую чувствительность РПрУ, тем самым повышает возможности существующих систем радиомониторинга по дальности обнаружения.

### Выводы

1. Применение для радиопередачи квадрокоптерами широкополосных, псевдослучайных сигналов со скачкообразным изменением частоты при ограниченной мощности излучения ухудшает возможности существующих систем по ведению радиомониторинга.

2. Принимаемые меры по совершенствованию приемо-пеленгационной и анализирующей аппаратуры по точности и быстродействию позволяют улучшить возможности существующих систем по дальности обнаружения на 30–50 %.

3. Существенно улучшить возможности поиска и обнаружения сигналов радиопередачи в 3–4 раза возможно путем совершенствования программных средств обработки с применением алгоритмов НКН.

#### Список использованных источников

1. UAS Sightings Report – FAA [Electronic resource]. – Mode of access: [www.faa.gov/uas/resources/public\\_records/uas\\_sightings\\_report](http://www.faa.gov/uas/resources/public_records/uas_sightings_report). – Date of access: 06.06.2019.

2. Макушин, М. Системы обнаружения радиопередающих БПЛА / М. Макушин // Электроника : НТБ. – 2017, №6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.electronics.ru](http://www.electronics.ru). – Дата доступа: 03.06.2019.

3. Keysight Technologies. RF Testing for Civil Unmanned Aerial Vehicles. Application Note [Electronic resource]. – Mode of access: <http://literature.cdn.keysight.com>. – Date of access: 11.06.2019.

4. Rohde & Schwarz. Countering RC drones – every second counts. R&S®ARDRONIS [Electronic resource]. – Mode of access: [www.training.rohde-schwarz.com](http://www.training.rohde-schwarz.com). – Date of access: 11.06.2019.

5. AARONIA AG. Dron Detection. Advanced Automatic RF Tracking and Observation Solution [Electronic resource]. – Mode of access: [www.aaronia.com](http://www.aaronia.com). – Date of access: 11.06.2019.

6. Финкельштейн, М. И. Основы радиолокации: учеб. для вузов / М. И. Финкельштейн. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1983. – 536 с.

---

\*Сведения об авторе:

Гринкевич Валентин Иванович,  
ОАО «КБ Радар» – управляющая компания  
холдинга «Системы радиолокации».  
Статья поступила в редакцию 11.09.2019 г.

УДК 629.7.05

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ И ОПТИЧЕСКОЙ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

А. М. Коваленко\*

*В статье представлены результаты анализа погрешностей определения координат бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) и бортовой оптико-электронной системы (ОЭС) малоразмерного беспилотного летательного аппарата (БЛА). Оценена возможность комплексирования этих систем для повышения точности определения координат носителя.*

*The article presents the results of an analysis of the errors in determining the coordinates of the strapdown inertial navigation system and the on-board optical-electronic system of a small unmanned aerial vehicle. The possibility of combining these systems to increase the accuracy of determining the coordinates of the carrier is estimated.*

### Введение

Анализ применения БЛА в вооруженных конфликтах последнего десятилетия показывает необходимость обеспечения режима их автономной навигации в условиях радиоэлектронного противодействия противника [1]. Это связано с активным развитием систем радиоэлектронной борьбы (РЭБ) («Красуха», «Шиповник-АЭРО», Комплекс РТР «ПЕЛЕНГ», АСП Р-934Б), которые способны перехватывать управление воздушных роботов [2], или, по крайней мере, подавлять сигналы управления и позиционирования (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou).

Основным источником навигационной информации на БЛА является БИНС, включающая блок чувствительных элементов, состоящий из гироскопов и акселерометров. Основным достоинством БИНС является автономность и малые размеры. Существенным недостатком таких систем является неограниченное накопление ошибок.

Достичь заданного уровня точности позволяют комплексные навигационные системы. Они реализуют принцип избыточности, заключающийся в том, что один и тот же навигационный параметр определяется несколькими навигационными системами, основанными на различных физических принципах. Так, широко применяется комплексная навигационная система на основе БИНС с коррекцией от спутниковой радионавигационной системы (СРНС). Навигационные параметры, полученные с помощью СРНС, не имеют тенденции к накоплению ошибок, но точность измерений зависит от состояния ионосферы и атмосферы Земли (сильная облачность и т. д.). Кроме того, СРНС подвержены воздействию наземных радиисточников (в том числе воздействию систем РЭБ).

Анализ современных разработок в рассматриваемой области [3] показал, что эффективным решением задачи обеспечения автономной навигации является использование информации от бортовых ОЭС для периодической коррекции ошибок БИНС. Основным отличием этих систем является то, что ошибки ОЭС известны и постоянны по времени.

### Постановка задачи

Целью исследований является проведение анализа погрешностей инерциальных и оптических навигационных систем малоразмерного БЛА и поиск путей их комплексирования. В процессе решения задачи требуется:

оценить погрешности типовых датчиков акселерометров и гироскопов БИНС;  
провести анализ погрешностей определения координат бортовой ОЭС малоразмерного БЛА;

оценить возможность создания автономной инерциально-оптической навигационной системы (ИОНС), работающей без использования сигналов СРНС.

### Решение задачи

Оценка погрешности определения координат ИНС. Современные платформенные инерциальные навигационные системы разделяются по уровню точности на три типа – низкой, средней и высокой точности (таблица 1) [4].

Таблица 1. – Классификация БИНС по уровню точности

Тип БИНС	Погрешность определения углов, град/ч	Погрешность определения координат, км/ч	Тип применяемых чувствительных элементов	Пример системы
Низкой точности	0,5–1	5,5–37	MEMS	GL-SVG-02 (Россия)
Средней точности	0,1–0,5	1,5–5,5	Волоконно-оптические гироскопы	GL-SVG-03 (Россия); LN120G (США)
Высокой точности	0,01–0,1	0,4–1,85	Кольцевые лазерные гироскопы	GL-90 (Россия); LN251 (США)

Системы низкой и средней точности применяются в основном на БЛА малого класса («С-350», «Москит», «Шершень-П»). В качестве чувствительных элементов таких систем применяют триады гироскопических датчиков угловой скорости, акселерометров и инклинометров. Блоки чувствительных элементов выполнены по технологии MEMS.

Для исследований были выбраны блоки современных микромеханических инерциальных чувствительных элементов компании Sensorog Technologies (Норвегия) и компании Analog Devices (США). Такое оборудование работает в комплексе со спутниковым приемным модулем. На сегодняшний день STIM300 и ADIS16488 имеют достаточно низкие значения дрейфа нуля и случайных угловых уходов среди микромеханических датчиков [5, 6].

В таблице 2 представлены основные характеристики блоков чувствительных элементов STIM300 и ADIS16488.

Таблица 2. – Основные характеристики блоков чувствительных элементов STIM300 и ADIS16488

Параметр	Значение для ADIS16488		Значение для STIM300	
	Канал гироскопа	Канал акселерометра	Канал гироскопа	Канал акселерометра
Систематические погрешности	5 °/ч	$10^{-3}$ м/с <sup>2</sup>	3 °/ч	$7 \cdot 10^{-4}$ м/с <sup>2</sup>
Погрешность масштабного коэффициента	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %
Характеристики шума	0,3 рад/с	0,029 м/с <sup>2</sup>	0,15 рад/с	0,06 м/с <sup>2</sup>
Нестабильность нуля	5,1 рад/с	0,45 м/с <sup>2</sup>	0,5 рад/с	0,05 м/с <sup>2</sup>

Для оценки точности инерциальных чувствительных элементов использовалась приближенная инженерная методика определения погрешностей БИНС по значениям инструментальных погрешностей их гироскопов и акселерометров [7]. Приведенные в работе соотношения позволяют оценить погрешности, не прибегая к моделированию работы БИНС на МЭМС датчиках. При этом соотношения для составляющих ошибки могут быть получены с использованием паспортных данных инерциальной системы.

В таблицах 3 и 4 представлены формулы, характеризующие вклад погрешностей гироскопов и акселерометров в погрешности БИНС на коротком интервале времени (0–10 мин), когда можно пренебречь шулеровскими колебаниями [8].



Таблица 3. – Зависимости ошибок БИНС от инструментальных погрешностей гироскопов

Тип ошибки	Погрешность		
	угла, рад	линейной скорости, м/с	координаты, м
Систематическая составляющая, $\sigma_{syst}^{gyro}$ , рад/с	$\sigma_{syst}^{gyro} t$	$0,5 \sigma_{syst}^{gyro} g t^2$	$0,167 \sigma_{syst}^{gyro} g t^3$
Погрешность масштабного коэффициента, $\sigma_{\Delta k}^{gyro}$ , %	$\sigma_{syst}^{gyro} t / 100$	$0,005 \sigma_{\Delta k}^{gyro} g \dot{\vartheta} t^2$	$0,0017 \sigma_{\Delta k}^{gyro} g \dot{\vartheta} t^3$
Шум ARW, рад/с	$ARW \sqrt{t}$	$\frac{g}{\sqrt{3}} ARW t^{3/2}$	$\frac{g}{2\sqrt{5}} ARW t^{5/2}$
Нестабильность нуля (время корреляции $T_c^{\Delta\omega} > 1000$ с) $\sigma_{BI}^{\Delta\omega}$ , рад/с	$\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{\sigma_{BI}^{\Delta\omega}}{\sqrt{T_c^{\Delta\omega}}} t^{3/2}$	$\sqrt{\frac{1}{10}} \cdot \frac{\sigma_{BI}^{\Delta\omega} g}{\sqrt{T_c^{\Delta\omega}}} t^{5/2}$	$\sqrt{\frac{1}{126}} \cdot \frac{\sigma_{BI}^{\Delta\omega} g}{\sqrt{T_c^{\Delta\omega}}} t^{7/2}$

Таблица 4. – Зависимости ошибок БИНС от инструментальных погрешностей акселерометров

Тип ошибки	Погрешность	
	линейной скорости, м/с	координаты, м
Систематическая составляющая $\sigma_{syst}^a$ , м/с <sup>2</sup>	$\sigma_{syst}^a t$	$0,5 \sigma_{syst}^a t^2$
Погрешность масштабного коэффициента $\sigma_{\Delta k}^a$ , %	$\sigma_{\Delta k}^a \dot{V}_x t / 100$	$0,005 \sigma_{\Delta k}^a \dot{V}_x t^2$
Шум VRW, м/с <sup>2</sup>	$VRW \sqrt{t}$	$\frac{1}{\sqrt{3}} VRW t^{3/2}$
Нестабильность нуля $\sigma_{BI}^a (T_c^{\Delta\omega} > 1000$ с), м/с <sup>2</sup>	$\sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\sigma_{BI}^a}{\sqrt{T_c^a}} t^{3/2}$	$\sqrt{\frac{1}{10}} \frac{\sigma_{BI}^a}{\sqrt{T_c^a}} t^{5/2}$

*Влияние систематических погрешностей.* Систематические погрешности рассматривались как случайные величины со среднеквадратическими отклонениями (СКО)  $\sigma_{syst}^{gyro}$ ,  $\sigma_{syst}^a$ . Результаты расчетов показали, что систематические погрешности блока гироскопов вносят больший вклад в ошибку определения координат, чем погрешности блока акселерометров. Вклад систематических погрешностей блоков чувствительных элементов STIM300 и ADIS16488 представлен на рисунке 1, а.

*Влияние погрешностей коэффициентов преобразования.* Согласно [5, 6], погрешность масштабного коэффициента выбранных ЧЭ составляет не более  $\sigma_{\Delta k}^{gyro} = \sigma_{\Delta k}^a = 0,01\%$  (см. таблицы 2, 3). Оценка погрешности БИНС проводилась при постоянных значениях угловой скорости  $\dot{\vartheta} = 1$  °/с и ускорения  $g = 1$ . Расчеты показали, что нестабильность нуля всего в 0,01 % может привести к значительным погрешностям БИНС (рисунок 1, б), которые будут определяться динамикой подвижного объекта.

*Влияние шума гироскопов и акселерометров.* Для оценки характеристик шума гироскопов и акселерометров использовались величины ARW (*Angle Random Walk* – случайное блуждание угла) и VRW (*Velocity Random Walk* – случайное блуждание скорости). Влияние шума гироскопов и акселерометров на значение погрешности БИНС показано на рисунке 1, в.

*Влияние нестабильности нуля гироскопов и акселерометров.* Нестабильность нуля (*Bias Instability*) обусловлена шумом в электронных компонентах съема и обработки информации гироскопов (акселерометров). Она связана с фликкер-шумом (*Flicker noise*), имеющим спектральную плотность обратно пропорциональную частоте [9]. При расчетах использовался подход, основанный на описании нестабильности нуля марковским случайным процессом [10]. Такой процесс может быть получен путем пропускания белого шума единичной интенсивности через апериодическое звено вида:

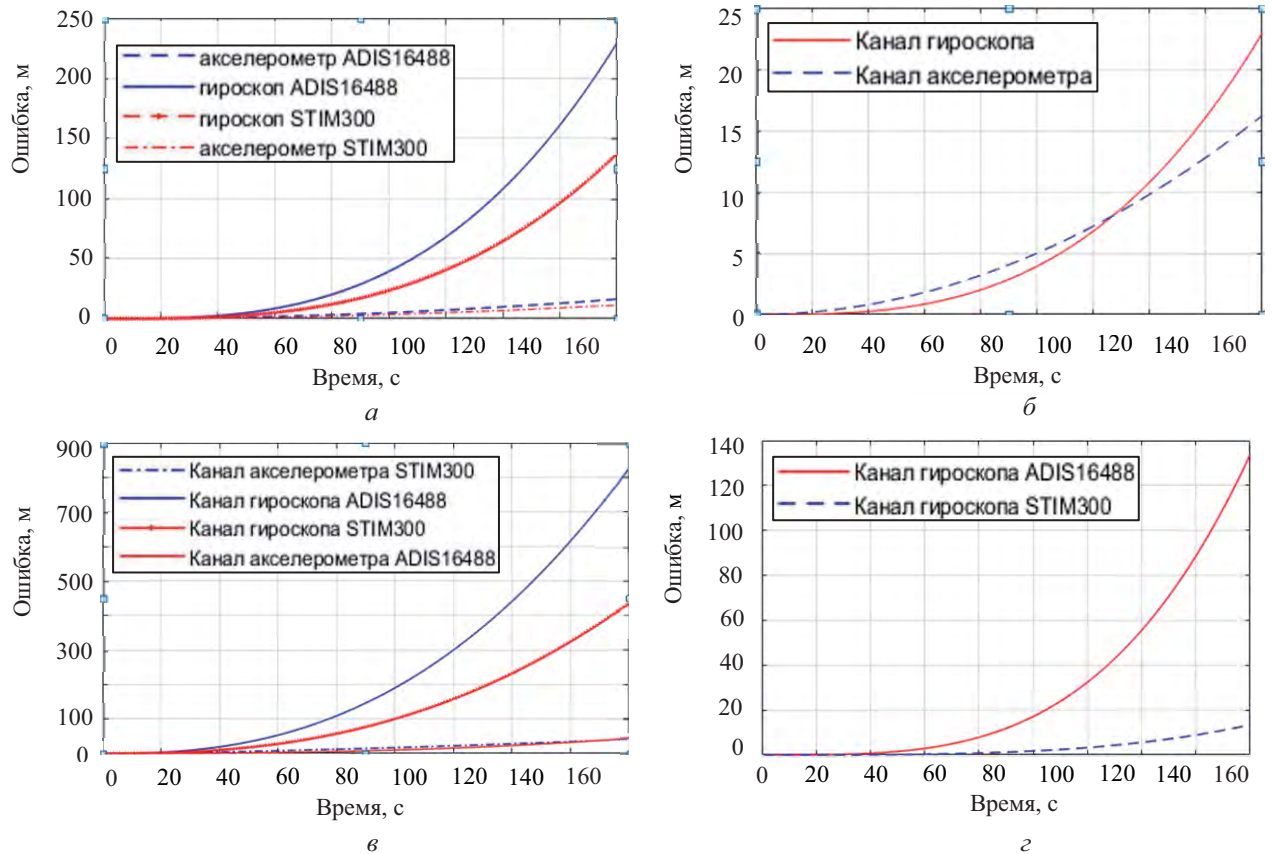
$$W(s) = \frac{\sigma_{BI} \sqrt{2T_c}}{T_c s + 1}, \quad (1)$$

где  $T_c$  – время корреляции (интервал времени, разделяющий отсчеты, которые можно считать некоррелированными);

$\sigma_{BI}$  – СКО нестабильности нуля, рад/с.

Из выражения (1) следует, что чем больше время корреляции, тем меньше темп накопления погрешностей БИНС.

Результаты расчета погрешностей координат, обусловленных нестабильностью нуля гироскопа для чувствительных элементов STIM300 и ADIS16488, представлены на рисунке 1, з.



$a$  – влияние систематических погрешностей;  $b$  – влияние погрешностей коэффициентов преобразования;  $v$  – влияние шума гироскопов и акселерометров;  $z$  – влияние нестабильности нуля гироскопов и акселерометров

Рисунок 1. – Влияние погрешностей гироскопов и акселерометров на значение СКО ошибки определения координат БИНС

Суммарная ошибка БИНС от инструментальных погрешностей гироскопов при определении координат рассчитывалась следующим образом:

$$\sigma_{\text{БИНС}} = \sqrt{\sigma_{\text{gyro}}^2 + \sigma_a^2}; \quad (2)$$

$$\sigma_{\Sigma}^{\text{gyro}} = \sqrt{(\sigma_{\text{syst}}^{\text{gyro}})^2 + (\sigma_{\Delta k}^{\text{gyro}})^2 + (ARW)^2 + (\sigma_{BI}^{\Delta\omega})^2}; \quad (3)$$

$$\sigma_{\Sigma}^a = \sqrt{(\sigma_{\text{syst}}^a)^2 + (\sigma_{\Delta k}^a)^2 + (VRW)^2 + (\sigma_{BI}^a)^2}. \quad (4)$$

На рисунке 2 представлены результаты расчета суммарных погрешностей определения координат чувствительными элементами ADIS16488 и STIM300.

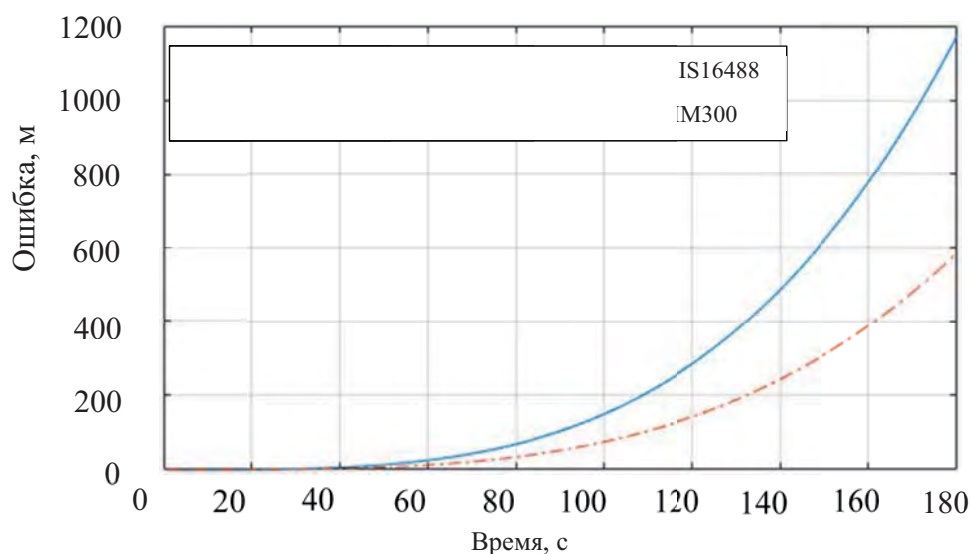


Рисунок 2. – Результаты сравнительного анализа суммарных погрешностей определения координат чувствительными элементами ADIS16488 и STIM300

Анализ инструментальных погрешностей типовых датчиков акселерометров и гироскопов малоразмерных БЛА показал, что инерциальные навигационные системы быстро накапливают ошибку и требуют периодической коррекции от более точных датчиков.

*Оценка погрешностей при определении координат по цифровым изображениям.* В [11] предложен облик подсистемы коррекции ошибок ИНС БЛА с помощью бортовой ОЭС (БЛА осуществляет прямолинейный полет вдоль линии заданного пути, бортовая камера жестко закреплена в центре масс БЛА, оптическая ось камеры направлена в надири). Эта подсистема вступает в действие при потере сигналов СРНС (например, при попадании БЛА в зону действия средств РЭБ). Задача подсистемы заключается в оценке линейного бокового отклонения центра масс БЛА от линии заданного пути ( $\delta$ ) и выдачи сигнала коррекции БИНС (маршрутный способ навигации).

Алгоритм работы подсистемы включает следующие действия:

1. Периодическая фиксация ОЭС БЛА группы наиболее контрастных пикселей в верхней части кадра пролетаемого участка местности.
2. Периодическая оценка смещения  $\delta$  группы зафиксированных пикселей от линии заданного пути (ЛЗП) в процессе прямолинейного горизонтального полета БЛА.
3. Периодическая коррекция ошибок ИНС (с целью вернуть БЛА на ЛЗП) с учетом оцененного значения  $\delta$ .

Другими словами, в инерциально-оптической навигационной системе бортовая камера является датчиком отклонения БЛА от ЛЗП. Важной задачей при проектировании таких навигационных систем является оценка погрешностей, возникающих в процессе измерения координат контрастных областей изображения.

*Погрешность при формировании изображения (погрешность дискретизации).* Чувствительными элементами современных ОЭС БЛА являются матрицы на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС), которые выпускаются в виде монолитной конструкции, объединяющей  $4000 \times 4000$  элементов и с более широким диапазоном чувствительных свойств. Регистрация двумерного сигнала осуществляется упорядоченно расположенными в пространстве сенсорами (светочувствительными элементами матрицы ОЭС). Очевидно, что погрешность определения координат объекта на цифровом изображении обусловлена физическими размерами пикселя.

Используя характеристики бортовой камеры, можно определить размеры участка местности, соответствующие данному пикселю:

$$GSD = \frac{H}{f} a_p, \quad (5)$$

где  $a_p$  – физические размеры пикселя;

$H$  – расстояние от БЛА до подстилающей поверхности;

$f$  – фокусное расстояние ОЭС. Если ширина квадратной матрицы пикселей равна  $M$  и поле зрения камеры  $\nu$  известно, тогда фокусное расстояние  $f$  можно рассчитать по формуле

$$f = \frac{M}{2 \tan\left(\frac{\nu}{2}\right)}. \quad (6)$$

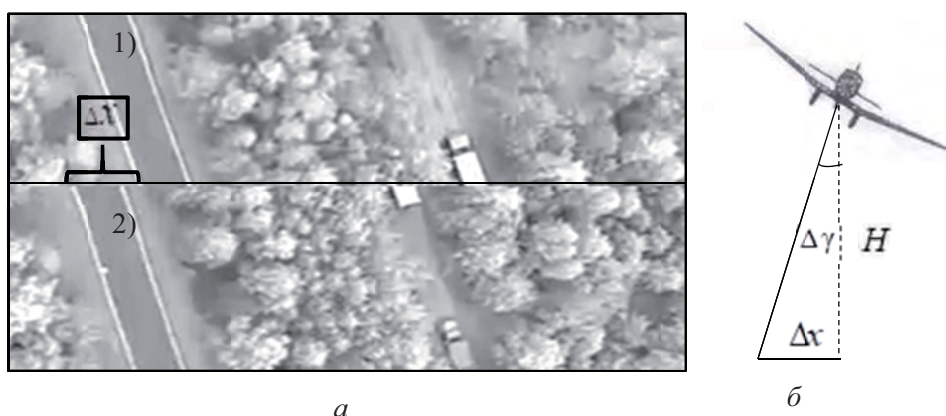
Так, цифровая камера GoPro Hero 4 обеспечивает получение изображения подстилающей поверхности с линейным разрешением 2 м при дальности до объекта 1000 м.

*Погрешность определения высоты.* Для вычисления высоты полета малоразмерных БЛА («С-350», «Москит», «Шершень-П») используется информация от бортовых барометрических датчиков с учетом карты высот пролетаемой местности.

Примером датчика абсолютного давления является полупроводниковый датчик МРЗН-6115А. Он имеет диапазон от 15 до 115 кПа, и его максимальная погрешность ограничена 1,5 % полной шкалы измерений или  $\pm 1,5$  кПа. Точность измерений датчика обусловлена ошибками нелинейности, температурной чувствительностью и гистерезисом давления. Опыт применения таких датчиков показал, что ошибки измерения высоты составляет  $\sigma_{\text{бар}} = 130$  м. Суммарная погрешность определения высоты над подстилающей поверхностью составляет 5 % от измеряемой высоты.

*Погрешность при смещении кадра.* Возмущение атмосферы, собственные вибрации оказывают влияние на положение БЛА в пространстве, что приводит к повороту оптической оси камеры и, как следствие, к смещению кадра. Особенно это существенно для жестко закрепленных ОЭС («Москит», «Шершень-П»), для которых скорость ветра часто находится в диапазоне от 20 до 50 % воздушной скорости.

Например, на малых БЛА, выполненных по схеме «летающее крыло», и квадрокоптерах изменение угла крена  $\Delta \gamma$  (см. рисунок 3, б) может составлять до 10 град [3].



*a* – сопоставление последующих кадров; *б* – изменение угла крена

Рисунок 3. – Погрешность смещения кадра, обусловленная возмущениями атмосферы

На рисунке 3, *a* показано наложение друг на друга двух последующих кадров, сделанных с интервалом времени 0,1 с с БЛА «Москит» при прямолинейном полете на высоте 100 м над подстилающей поверхностью. При изменении крена на  $\Delta \gamma = 5^\circ$ ,

вызванным случайными возмущениями атмосферы, смещение кадра  $\Delta x$  составляет около 7 м. Таким образом, общая погрешность при определении координат с помощью бортовой ОЭС без гиросtabilизированного карданного подвеса для БЛА малого класса составляет 2–3 % от линейного размера кадра.

Увеличение высоты полета над подстилающей поверхностью приводит к увеличению площади, приходящейся на один пиксель изображения, а значит и увеличению погрешности определения координат.

В таблице 5 показаны результаты расчетов погрешностей определения координат, возникающих при использовании бортовой ОЭС малоразмерных БЛА.

Таблица 5. – Результаты анализа погрешностей определения координат бортовой ОЭС

Параметр	Погрешность высоты		
	100 м	500 м	1000 м
Погрешность определения координат при формировании изображения, м	0,2	1	2
Погрешность определения координат при измерении высоты, м	5	25	50
Погрешность определения координат при смещения кадра, м	7	35	70
Общая погрешность определения координат	14	61	132

На рисунке 4 показаны результаты расчета погрешностей БИНС и ОЭС.

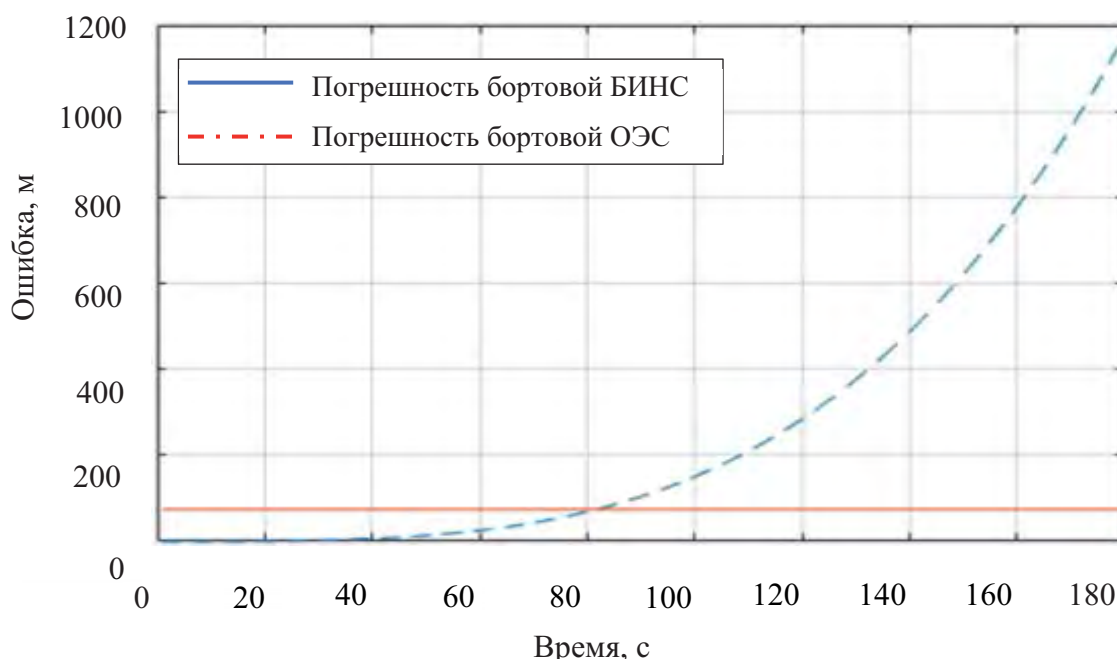


Рисунок 4. – Результат проведенного анализа погрешностей БИНС на датчиках ADIS16488 и ОЭС типа GoPro 4

По результатам проведенного анализа видно, что в начальный момент времени ошибки ИНС пренебрежительно малы, но с течением времени наблюдается их рост. Процесс накопления ошибок ИНС имеет экспоненциальный характер. Значения ошибок определения отклонения БЛА от ЛЗП с помощью бортовой ОЭС в начальный момент времени выше значений ошибок ИНС, однако рассматриваемые ошибки не накапливаются с течением времени. Их значения зависят от характеристик ОЭС, от высоты полета над подстилающей поверхностью, а также от случайных изменений углов ориентации БЛА, обусловленных влиянием турбулентности атмосферы. Значения ошибок ИНС и ошибок ОЭС становятся равными в определенный момент времени. При дальнейшем росте ошибок ИНС с течением времени целесообразно осуществлять коррекцию ИНС по данным бортовой ОЭС.

Максимальная периодичность коррекции ИНС выбирается с учетом такого отклонения БЛА от маршрута, при котором ЛЗП еще находится в кадре.

### Заключение

Результаты анализа проведенных исследований показывают возможность комплексного использования достоинств ИНС и ОЭС для увеличения точности определения координат БЛА и обеспечения автономности воздушной навигации в условиях отсутствия сигналов СРНС.

Предложенный подход позволяет обосновать выбор значения периодичности коррекции ИНС по данным бортовой ОЭС при известных характеристиках последних, высоте полета БЛА, характере случайных изменений углов ориентации БЛА, обусловленных влиянием турбулентности атмосферы.

### Список использованных источников

1. Маргель, А. Б. Особенности боевого применения беспилотных летательных аппаратов в локальных войнах и вооруженных конфликтах / А. Б. Маргель, О. А. Хожевец // Сб. материалов круглого стола ВВС и войск ПВО «Противодействие ударным беспилотным летательным аппаратам, проблемы и пути их решения». – Минск, 2018.
2. Теодорович, Н. Н. Способы обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами / Н. Н. Теодорович, С. М. Строганова, П. С. Абрамов // Науковедение. – 2017. – Т. 9, № 1.
3. Биард, Р. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. Биард, Т. МакЛэйн. – М. : ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
4. Борисова, А. Ю. Анализ разработок современных бесплатформенных инерциальных навигационных систем / А. Ю. Борисова, А. В. Самаль // Науч.-теорет. журн. «Инженерный вестник». – 2017. – № 5. – С. 50–57.
5. NovAtel. Документация SpAn OEM-StiM300 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.novatel.com/assets/Documents/papers/OEM-StiM300-pS.pdf>. – Дата доступа: 10.08.2019.
6. Analog Devices. Документация ADiS 16488 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADiS16488.pdf>. – Дата доступа: 10.08.2019.
7. Матвеев, В. В. Инженерный анализ погрешностей бесплатформенной инерциальной навигационной системы / В. В. Матвеев // Известия ТулГУ. Сер. Техн. науки. – 2014. – Вып. 9, ч. 2. – С. 251–266.
8. Матвеев, В. В. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем : учеб. пособие / В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. // СПб. : ГНЦ РФ ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 280 с.
9. Букингем, М. Шумы в электронных приборах и системах / М. Букингем. – М. : Мир, 1986. – 399 с.
10. Степанов, О. А. Применение теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации / О. А. Степанов. – СПб. : ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», 1998. – 370 с.
11. Шейников, А. А. Коррекция ошибок инерциальной навигационной системы беспилотного летательного аппарата по данным бортовой цифровой камеры / А. А. Шейников, А. М. Коваленко // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2019. – № 1(62). – С. 66–74.

\*Сведения об авторе:

Коваленко Александр Михайлович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 04.09.2019 г.

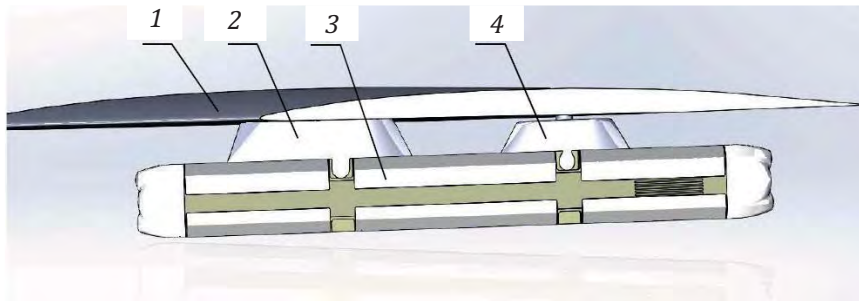
## ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПОДВЕСНОГО АВИАЦИОННОГО КОНТЕЙНЕРА

А. В. Косицын, кандидат технических наук, доцент\*

*В статье представлены результаты аэродинамического расчета корпуса авиационного контейнера при наличии сверхзвукового течения с последующим нестационарным тепловым расчетом внутри контейнера. Исследование проводится для дозвукового и сверхзвукового режимов полета.*

*The paper uses the aerodynamic calculation of the hull of an aircraft container in the presence of supersonic flow followed by non-stationary thermal calculation inside the container. The study is conducted for subsonic and supersonic flight modes.*

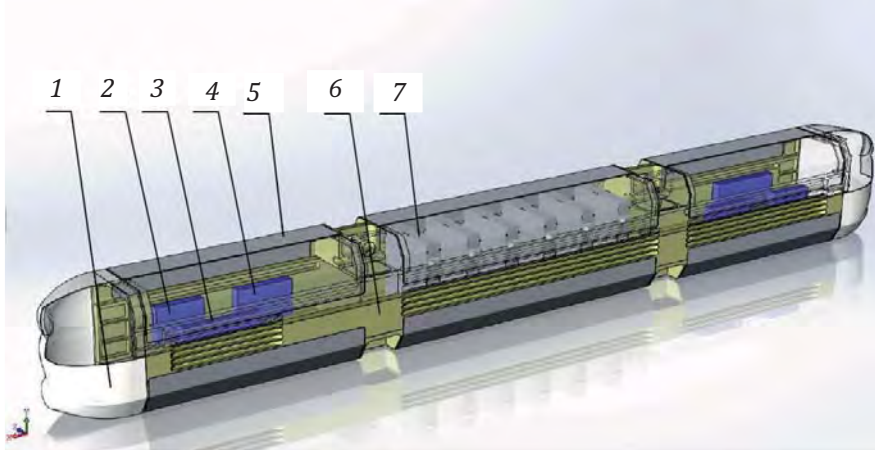
Объектом исследования данной статьи является авиационный контейнер, который устанавливается на подкрыльевые точки подвески сверхзвукового самолета (рисунок 1).



1 – крыло; 2 – передний узел подвеса; 3 – контейнер; 4 – задний узел подвеса

Рисунок 1. – Расположение контейнера на крыле

Внутри корпуса установлено несколько тел, имитирующих в упрощенном виде электронные модули, для которых необходимо определить нагрев в ходе решения нестационарной задачи теплопереноса. Расчетная модель представлена на рисунке 2.



1 – обтекатель (изготовлен из композитного материала); 2–4 – усилители мощности (сплав Д16Т); 5 – обшивки (сплав АМцН2), установленные через силиконовые прокладки; 6 – рама (сплав Д16Т); 7 – электронный модуль (корпус и крышки модуля – сплав Д16Т, платы – FR4)

Рисунок 2. – Расчетная модель контейнера

Параметры текущей среды представлены в таблице 1.  
Время для нестационарного теплового расчета – 15 мин.

Таблица 1. – Параметры стандартной атмосферы [1]

Высота $H$ , м	Температура $T$ , К	Температура $t$ , °С	Давление $p$ , Па	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Скорость звука $a$ , м/с	Число М при приборной скорости 1500 км/ч	Истинная скорость, м/с, при приборной скорости 1500 км/ч
	Стандартная атмосфера						
9000	229,7	-43,45	30800	0,467	303,848	2,2	668,4

Характеристики материалов, применяемых в расчетах, приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Характеристики применяемых материалов

Материал	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Удельная теплоемкость $c$ , Дж/(кг·К)	Модуль Юнга $E$ , Па	Коэффициент Пуассона $\mu$	Удельная теплопроводность $\lambda$ , Вт/м·К
Д-16Т (корпус, крышки модулей, рама)	2700	920	$7,2 \cdot 10^{10}$	0,3	146
АМцН2 (обшивки)	2730	930	$7,1 \cdot 10^{10}$	0,3	180
FR4 (платы)	1900	1000	$2,1 \cdot 10^{10}$	0,15	0,38
Пенопласт <i>AIREX C70.55</i>	60	1386	$45 \cdot 10^6$	–	0,037
Силиконовые прокладки	1080	2060	–	–	0,133

*Целью работы* является аэродинамический расчет корпуса контейнера при наличии сверхзвукового течения с последующим нестационарным тепловым расчетом внутри контейнера.

#### *Стационарный расчет сверхзвукового течения*

Исследования проводились в программном комплексе инженерного анализа. Первая модель предназначена для расчета сверхзвукового течения без учета теплопроводности в конструкции в стационарной постановке. При этом решается внешняя задача обтекания. В результате расчета получены картины распределения давления, температуры в пограничном слое и по поверхности изделия с учетом заданных условий полета (рисунок 3).

Максимальное полное давление воздуха приходится на передний обтекатель и достигает величины 200 кПа. При этом наблюдаются характерные для сверхзвукового полета скачки уплотнения.

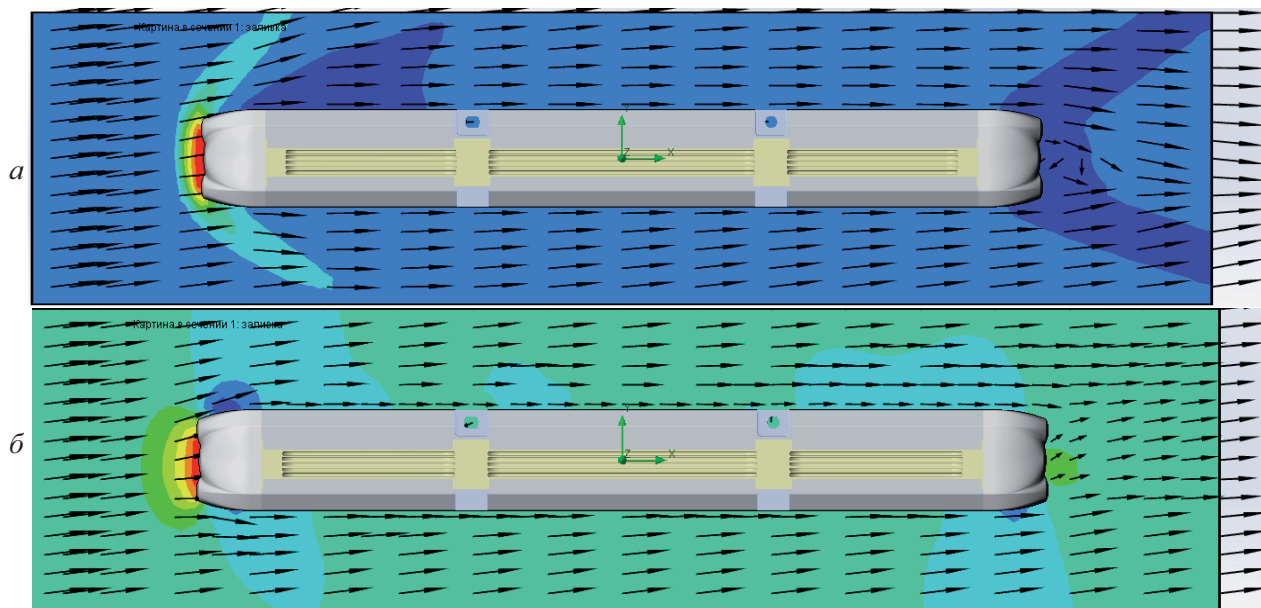
Максимальная температура в тепловом пограничном слое также приходится на переднюю часть, максимальное значение текущей среды составило 488 К.

Конструкция, движущаяся со сверхзвуковой скоростью, нагревается в результате конвективного теплообмена с заторможенным потоком в тепловом пограничном слое, путем теплопроводности в материалах с разными степенями нагрева, а также теплового излучения.

Процесс передачи тепла от пограничного слоя в конструкцию осуществляется конвекцией. Далее энергия в металлах распространяется теплопроводностью – в основном диффузией свободных электронов.

Распространение энергии путем теплового излучения при относительно малых скоростях и высотах полета невелико, поэтому данный вид теплопередачи учитываться не будет.





$a - M = 2,2; b - M = 0,5$   
Рисунок 3. – Распределение давления

В пределах пограничного слоя вследствие действия сил трения происходит торможение потока: скорость газа в пределах пограничного слоя меняется от нуля на поверхности обтекаемого тела ( $y = 0$ ) до скорости теплоносителя  $c_T$  на верхней границе пограничного слоя ( $y = \delta$ ). При торможении газа повышается его температура, поэтому в пределах пограничного слоя она будет превышать температуру внешнего потока, увеличиваясь при приближении к стенке (рисунок 4).

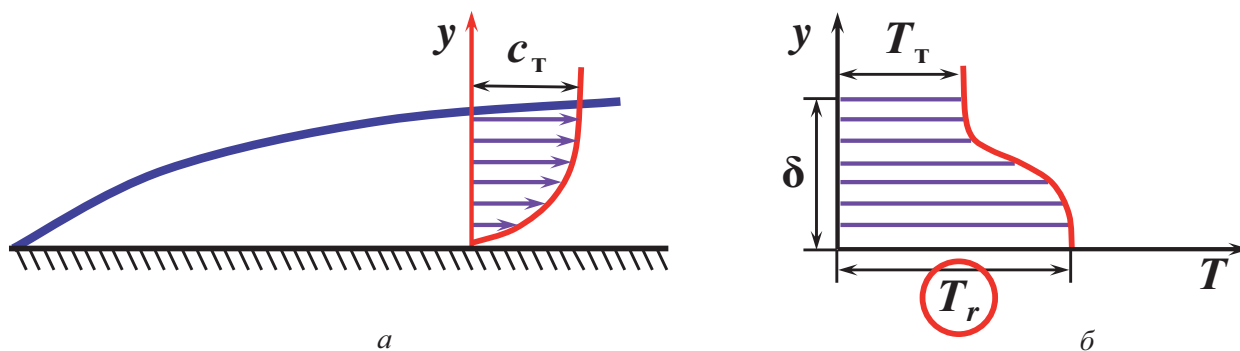


Рисунок 4. – Распределение скорости (а) и температуры теплоносителя (б) в пограничном слое

Температура, которую принимает теплоизолированное тело при обтекании его газовым потоком, называется *температурой восстановления*  $T_r$ . Несмотря на то, что частицы газа полностью заторможены, температура восстановления не равна температуре адиабатно-заторможенного потока, а отличается от нее на некоторую величину и определяется по формуле [2, 3]:

$$T_r = T_T \left( 1 + r \frac{k-1}{2} M^2 \right),$$

где  $r$  – коэффициент восстановления, зависящий от режима течения;

$T_T = T_H$  – температура теплоносителя (воздушного потока);

$k$  – коэффициент адиабаты (для воздуха  $k = 1,4$ ).

Для продольно обтекаемой пластины при ламинарном пограничном слое  $r = \text{Pr}^{0,5}$ , а при турбулентном пограничным слое  $r = \text{Pr}^{0,33}$ .

Здесь  $\text{Pr} = \frac{\nu}{a} = \frac{3,2 \cdot 10^{-5}}{4,4 \cdot 10^{-5}} = 0,7$  – критерий Прандтля:

$\nu$  – кинематическая вязкость воздуха, м<sup>2</sup>/с [1];

$a = \frac{\lambda}{c_p \rho} = \frac{2,1 \cdot 10^{-2}}{1005 \cdot 0,467} = 4,4 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с – коэффициент теплопроводности;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

$c_p$  – теплоемкость воздуха, Дж/кг;

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

В случае турбулентного пограничного слоя коэффициент восстановления принимает значение  $r = 0,9$ . Таким образом, для газов температура восстановления меньше температуры заторможенного потока  $T_r < T_t$ , физически это объясняется наличием теплообмена между соседними слоями газа. Вычислим температуру в зоне максимального торможения потока:

$$T_r = 229,7(1 + 0,18 \cdot 2,2^2) \approx 429,8 \text{ К.}$$

Данное значение хорошо согласуется с картиной распределения температуры в пограничном слое, полученной в стационарном расчете с учетом коэффициента восстановления. Тело, обтекаемое газом, принимает температуру  $T_r$ , превосходящую статическую температуру газа вне пограничного слоя. Тем больше температура, чем выше скорость потока. Физическая сущность данного явления состоит в том, что вследствие торможения потока у стенки кинетическая энергия газа переходит в тепло, которое в итоге повышает температуру слоев газа, прилегающих к стенке. При малых скоростях газа ( $M < 0,33$ ) этим эффектом можно пренебрегать и считать  $T_r \approx T_t$ ; в данном случае при обтекании стенки температура по толщине пограничного слоя будет практически постоянна и равна  $T_t$  [3].

Для сравнения рассчитывалась модель при дозвуковой скорости полета  $M = 0,5$ . Картина распределения давления представлена на рисунке 3, б. Максимальное полное давление достигает 36 кПа. При этом температура поверхности нагревается незначительно и не превышает 253 К (–20 °С).

Также рассчитаны продольная и горизонтальная составляющие полной аэродинамической силы и коэффициенты аэродинамического сопротивления на сверхзвуковом и дозвуковом режимах полета. Средние значения указанных величин в рассчитываемой области сведены в таблицу 3.

Таблица 3. – Параметры аэродинамического расчета

Параметр	M = 0,5	M = 2,2
Динамическое давление, Па	5388	104321
Сила $F_x$ , Н	110	4380
Сила $F_y$ , Н	41	1859
$C_x$	0,46	0,96

Коэффициент лобового сопротивления определяется по следующей зависимости:

$$C_x = \frac{F_x}{\frac{1}{2} \rho V^2 S},$$

где  $F_x$  – сила лобового сопротивления;

$\rho$  – плотность потока;

$V$  – скорость полета;

$S$  – площадь проекции контейнера на плоскость, перпендикулярную действующей силе  $F_x$ .

Увеличение коэффициента лобового сопротивления с увеличением скорости полета объясняется увеличением продольной составляющей аэродинамической силы  $F_x$  (в 40 раз) по сравнению с увеличением динамического давления  $\frac{1}{2}\rho V^2$ , действующего на площадь поверхностью  $S$  (в 20 раз). Большое сопротивление, создаваемое контейнером на заданных скоростях полета, связано с тем, что воздух, растекающийся вокруг поверхности, создает область отрыва, соизмеримую с площадью  $S$ .

*Нестационарный расчет сверхзвукового течения*

Нестационарные режимы распространения тепла имеют место в обшивке планера и подвесках при изменении скорости и высоты полета, так как при этом меняются тепловые потоки, что в итоге приводит к изменению температуры поверхности во времени и т. д.

Процессы нестационарного теплообмена достаточно просто описываются критериальными аналитическими зависимостями для тел, имеющих простые формы. Для конструкций сложных форм применение такого подхода является весьма затруднительным. Решение задач нестационарного теплообмена возможно применением численных методов, реализованных, например, в компьютерном комплексе инженерного анализа SolidWorks.

Особенностью решения задачи нестационарного теплообмена в совокупности со сверхзвуковым течением является наличие двух процессов: быстрого – сверхзвуковое течение и медленного – распространение тепла посредством теплопроводности и конвекции. Подобные задачи решаются с помощью функции Flow Freezing (замораживание течения), которая фиксирует параметры текучей среды, за исключением температуры и концентраций многокомпонентных сред на некоторой итерации [4].

Существенной для данной задачи особенностью процедуры Flow Freezing является то, что она действует глобально – на все объемы текучей среды. В нашем случае это отрицает возможность моделирования естественной конвекции, способной возникнуть в пространстве между блоками и корпусом. Выходом из создавшейся ситуации является замена полости, занятой текучей средой, новым телом, создаваемым в контексте имеющейся сборки. Этим детали присваиваются свойства воздуха, характеризующие его как тело, обладающее емкостью и теплопроводностью (рисунок 5).

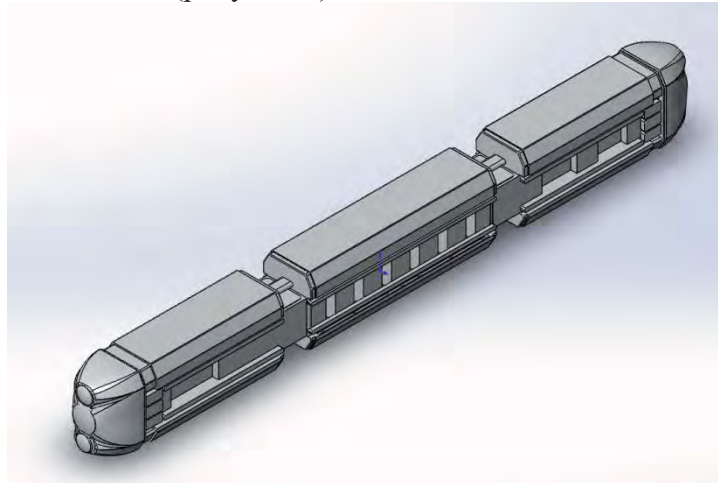


Рисунок 5. – Деталь, заменяющая полость текучей среды внутри контейнера

Расчет авиационного контейнера в силу симметричности конструкции и экономии ресурсов ЭВМ проводился для расчетной области нижней четверти контейнера (процессорное время расчета составило 68 ч 51 мин). Результаты нестационарного анализа для переднего обтекателя, усилителей мощности, электронных модулей (отдельно для корпуса и платы) приведены на рисунках 6–11.

Максимальная температура переднего обтекателя составляет 426 К. График изменения среднего значения температуры по времени показан на рисунке 7. Из эпюры

распределения температуры видно, что ее максимальные значения смещены вниз в связи с имеющимся углом атаки.

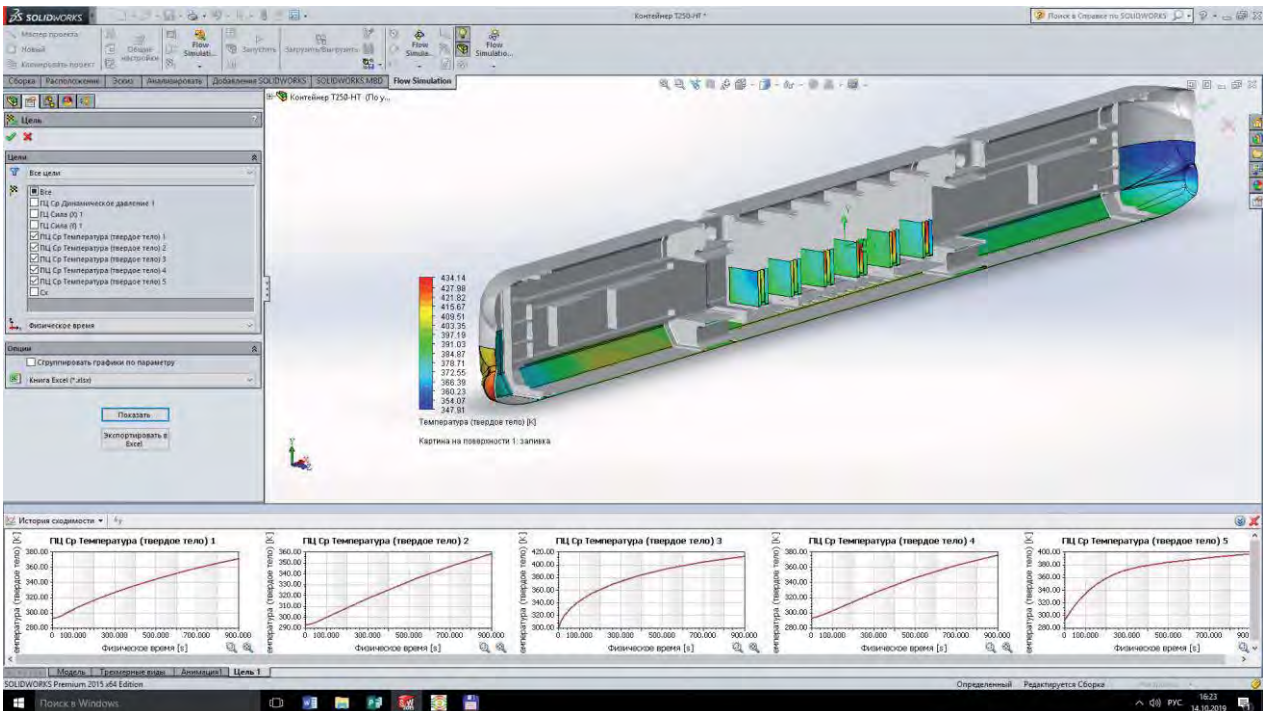


Рисунок 6. – Нестационарный тепловой расчет. Общий вид в разрезе

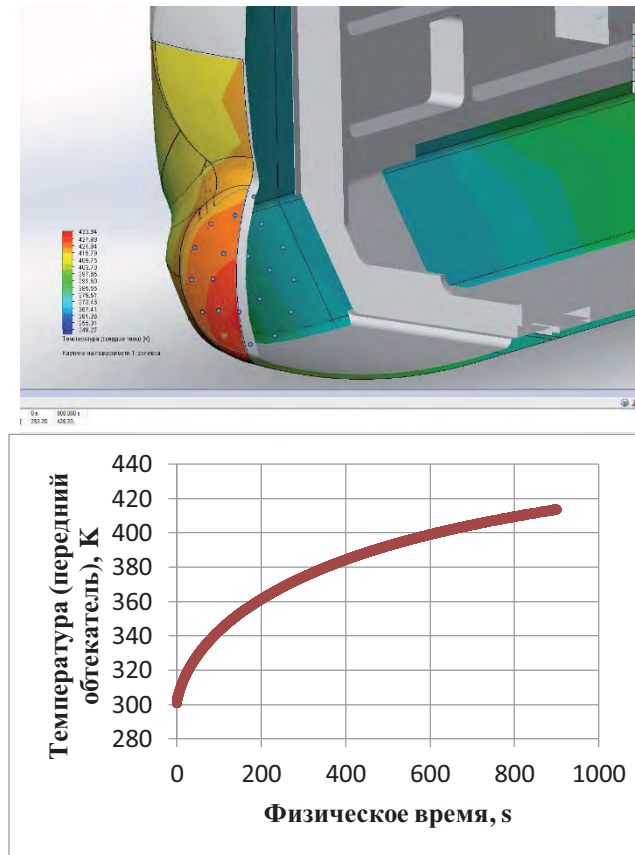


Рисунок 7. – Эпюра и график изменения температуры переднего обтекателя

Передний усилитель мощности прогревается максимум до 376 К. График изменения температуры показан на рисунке 8.

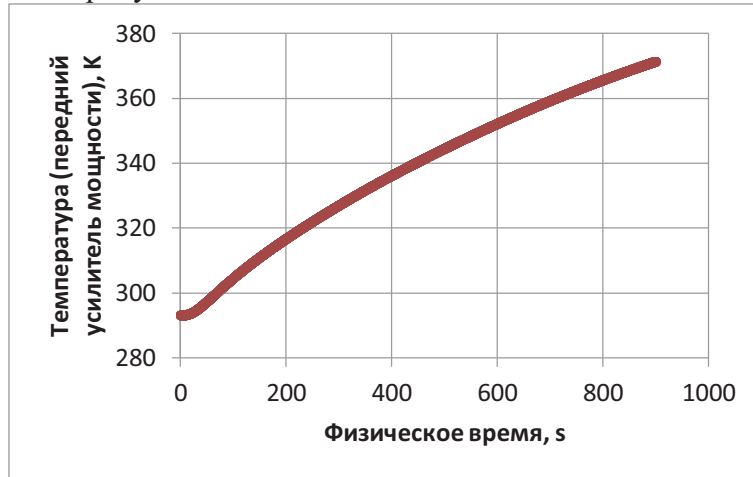


Рисунок 8. – График изменения температуры переднего усилителя мощности

Задний усилитель мощности прогреется несколько меньше, до 361 К (рисунок 9).

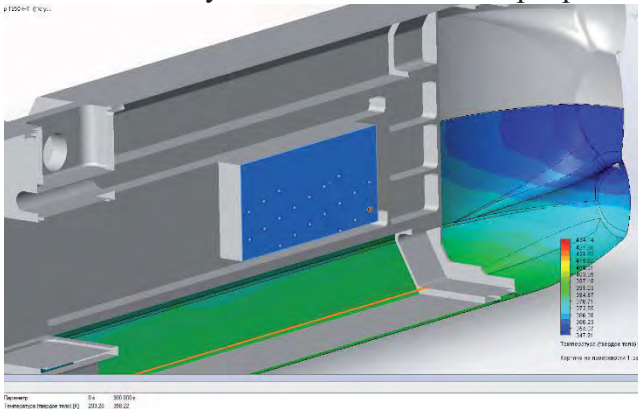


Рисунок 9. – Эпюра и график изменения температуры заднего усилителя мощности

Максимальная температура корпуса электронного модуля приходится на точки, расположенные вблизи обшивки, и достигает температуры 386 К. График изменения средней температуры поверхности корпуса показан на рисунке 10.

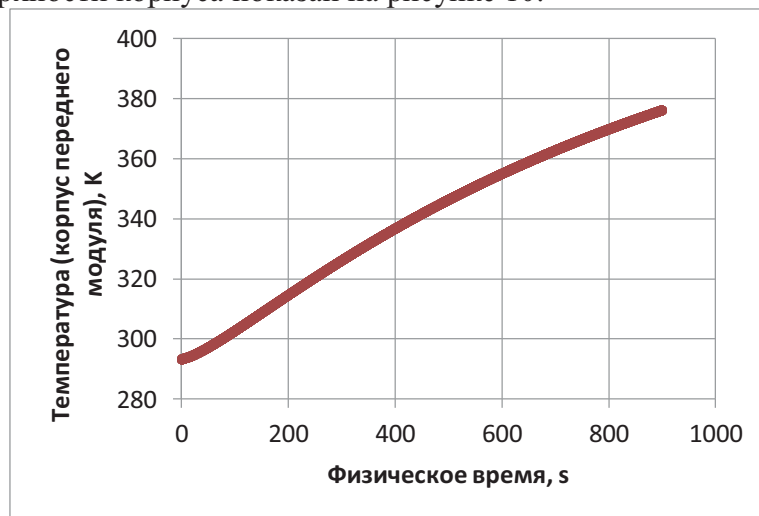


Рисунок 10. – График изменения температуры корпуса переднего электронного модуля

Плата FR4 достигнет 400 К. Такая температура обусловлена тонкостью материала представленной упрощенной расчетной схемы объекта исследования. График изменения средней температуры платы переднего электронного модуля представлен на рисунке 11.

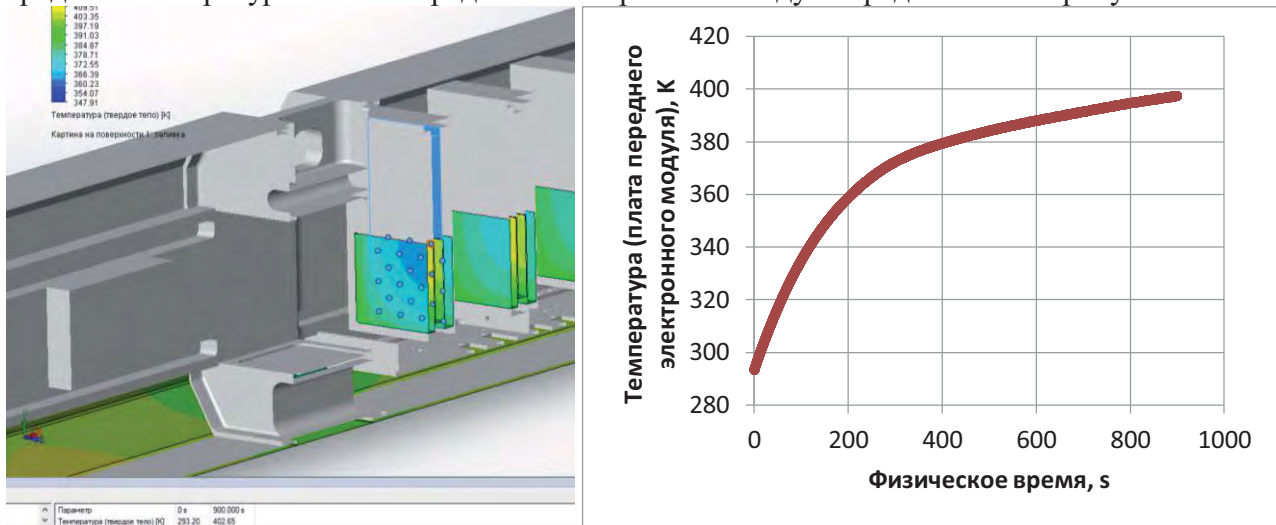


Рисунок 11. – Эпюра и график изменения температуры платы FR4 переднего электронного модуля

Таким образом, по истечении 15 мин полета практически все компоненты контейнера приближаются к температуре теплоносителя.

#### Выводы

В результате численного моделирования авиационного контейнера проведен аэродинамический расчет корпуса на сверхзвуковом ( $M = 2,2$ ) и дозвуковом ( $M = 0,5$ ) режимах полета с последующим нестационарным тепловым расчетом внутри контейнера. Получены следующие результаты.

Распределение полного давления воздуха по поверхности показало, что максимальные значения приходятся на передний обтекатель и достигают величин 200 кПа на сверхзвуке.

Максимальная температура в тепловом пограничном слое также приходится на переднюю часть, максимальное значение текучей среды составило 488 К. При этом максимальная температура поверхности переднего обтекателя составляет 426 К. Значения указанных температур хорошо согласуются с результатами решения аналитических зависимостей. На дозвуковых режимах полета нагрев конструкции значительно ниже и не превышает 263 К.

Рассчитаны коэффициенты аэродинамического сопротивления ( $C_x$ ) при заданных условиях полета. Выявлено, что указанные коэффициенты повышаются с увеличением скорости полета (с 0,46 до 0,96), что обусловлено возрастанием площади возмущенного потока на сверхзвуке.

Получены продольная и вертикальная составляющие полной аэродинамической силы при заданных условиях полета с углом атаки  $\alpha = 7^\circ$ . Величина продольной силы возрастает от 0,1 кН ( $M = 0,5$ ) до 4,4 кН ( $M = 2,2$ ). Вертикальная сила меняется от 0,04 до 1,9 кН соответственно.

Нестационарный тепловой расчет определил распределение температур в конструкции изделия. Получены графики изменения температуры для переднего обтекателя, усилителей мощности и электронных модулей (отдельно для корпуса и для платы). Анализ указанных зависимостей показал, что быстрее нагреваются модули, расположенные в переднем отсеке контейнера и имеющих наименьшую толщину стенок.

## Список использованных источников

1. Атмосфера стандартная. Параметры. ГОСТ 4401-81.
2. Конструкция летательных аппаратов. Ч.1. Общие вопросы конструкции и планер летательного аппарата / К. Д. Туркин [и др.]. – М. : ВВИА, 1985. – 282 с.
3. Мелькумов, Т. М. Техническая термодинамика и теплопередача / Т. М. Мелькумов, Н. И. Мелик-Пашаев, Е. В. Балахонцев. – М. : ВВИА, 1971. – 403 с.
4. Алямовский, А. А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation / А. А. Алямовский. – М. : ДМК, 2010. – 464 с.

---

\*Сведения об авторе:

Косицын Андрей Валерьевич,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 05.11.2019 г.

УДК 621.396.96

## АДАПТАЦИЯ УСТРОЙСТВА РАДИОЛОКАЦИОННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ УГЛАМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА НАБЛЮДЕНИЯ

С. Н. Ярмолик, кандидат технических наук, доцент;  
М. В. Свинарский; Е. В. Зайко\*

*В интересах адаптации устройства распознавания в статье предложен способ формирования эталонных портретов с учетом текущего распределения случайных оценок углов пространственной ориентации цели. Эффективность предложенного способа адаптации оценена методом математического моделирования при распознавании объектов трех классов по их дальномерным радиолокационным портретам.*

*In the interests of adapting the recognition device, article proposes a method of forming reference portraits taking into account the current distribution of random estimates angles of spatial orientation target. The effectiveness proposed adaptation method is estimated by the method of mathematical modeling for the recognition objects of three classes by their range finding radar portraits.*

### Введение и постановка задачи

Задача радиолокационного распознавания (РЛР) заключается в установлении факта принадлежности наблюдаемого объекта к определенному классу [1]. Информация о классе объекта радиолокационного наблюдения используется при решении широкого спектра задач на различных уровнях управления. Эффективность управленческих решений зачастую определяется своевременностью и качеством классификации наблюдаемых объектов [2].

При использовании активной радиолокации информация о классе наблюдаемого объекта содержится в реализации принятого сигнала [1, 2]. Классификационные признаки определяются физическими свойствами цели и параметрами ее движения [1, 2]. Распределение отражательных свойств цели по анализируемым координатам определяет радиолокационный образ цели [1]. Дискретным представлением образа цели является ее радиолокационный портрет (РЛП). Наблюдаемый РЛП представляет собой вектор  $\xi(A_g, \Theta)$ , элементами которого являются комплексные амплитуды отраженного сигнала, распределенные по пространству распознавания. При этом распределение квадратов модулей элементов РЛП по рассматриваемым координатам соответствует распределению мощности отраженного сигнала [1]. Элементы РЛП определяются классом наблюдаемого объекта ( $A_g$ , где  $g$  – номер наблюдаемого класса) и вектором неизвестных параметров, характеризующих текущие условия наблюдения ( $\Theta$ ). В целях упрощения при дальнейшем изложении материала отмеченная зависимость для наблюдаемого портрета будет опущена  $\xi = \xi(A_g, \Theta)$ .

Следует отметить, что при принятии решения о классе наблюдаемого объекта информация о текущих условиях наблюдения полагается известной. Однако на практике элементы вектора  $\Theta$  подлежат определению в результате решения задачи адаптации [2]. В этом случае реализация оптимального алгоритма распознавания предполагает использование оценок неизвестных элементов вектора параметров  $\Theta \cong \hat{\Theta}$ .

Байесовское решающее правило радиолокационного распознавания цели при использовании оценок вектора неизвестных параметров имеет следующий вид [1–3]:

$$z(\xi | A_k, \hat{\Theta}) > z(\xi | A_l, \hat{\Theta}), \quad k, l = \overline{1, M}, \quad k \neq l, \quad \text{то } A_k^* \quad (1)$$

где  $z(\xi | A_{k(l)}, \hat{\Theta})$  – логарифм отношения правдоподобия сигнала, условный по классу обрабатываемого сигнала ( $A_{k(l)}$ ) и по оценке вектора неизвестных параметров ( $\hat{\Theta}$ );



$M$  – количество распознаваемых классов объектов;

$A_k^*$  – решение в пользу объекта  $k$ -го класса.

При нормальном распределении сигнальной и фоновой составляющих радиолокационного портрета, с учетом замены априорно неизвестной ковариационной матрицы фона ее максимально правдоподобной оценкой ( $\mathbf{R}^0 = \hat{\mathbf{R}}^0$ ), логарифм отношения правдоподобия определяется следующим выражением [1, 3]:

$$z(\xi|A_l, \hat{\Theta}) = \xi^{*\top} \mathbf{B}(A_l, \hat{\Theta}) \xi + a(A_l, \hat{\Theta}), \quad l = \overline{1, M}, \quad (2)$$

где  $\mathbf{B}(A_l, \hat{\Theta}) = (\hat{\mathbf{R}}^0)^{-1} + (\hat{\mathbf{R}}^0 + \mathbf{R}(A_l, \hat{\Theta}))^{-1}$  – матрица обработки радиолокационного портрета в  $l$ -м канале обработки устройства распознавания;

$$a(A_l, \hat{\Theta}) = \ln \frac{\det \hat{\mathbf{R}}^0}{\det \mathbf{R}(A_l, \hat{\Theta})} - \text{смещение в } l\text{-м канале обработки устройства}$$

распознавания;

$\mathbf{R}(A_l, \hat{\Theta})$  – ковариационная матрица сигнала, условная по классу предполагаемого объекта и оценке вектора неизвестных параметров.

Типовые радиолокационные портреты распознаваемых объектов существенно зависят от условий их наблюдения [1–3]. При этом одним из наиболее существенных факторов, влияющих на вид и параметры анализируемых портретов, является пространственная ориентация объекта относительно линии визирования «радиолокатор – цель» ( $\Theta = \hat{\Theta}^{\text{ЛВ}}$ ). Пространственную ориентацию радиолокационной цели относительно линии визирования (ЛВ) принято характеризовать совокупностью трех углов: курса, тангажа и крена ( $\Theta^{\text{ЛВ}} = \|\psi^{\text{ЛВ}} \quad \vartheta^{\text{ЛВ}} \quad \gamma^{\text{ЛВ}}\|^{\text{T}}$ ) (рисунок 1) [4].

В процессе перемещения наблюдаемого объекта изменяются его углы пространственной ориентации (УПО) относительно ЛВ, что обуславливает необходимость постоянной адаптации используемых эталонных РЛП к текущим условиям наблюдения. На практике при решении задач адаптации устройств радиолокационного распознавания широкое распространение получил метод максимального правдоподобия [1–3]. Основной идеей данного метода является замена неизвестного параметра его максимально правдоподобной оценкой ( $\Theta^{\text{ЛВ}} = \hat{\Theta}^{\text{ЛВ}}$ ) [2, 3].

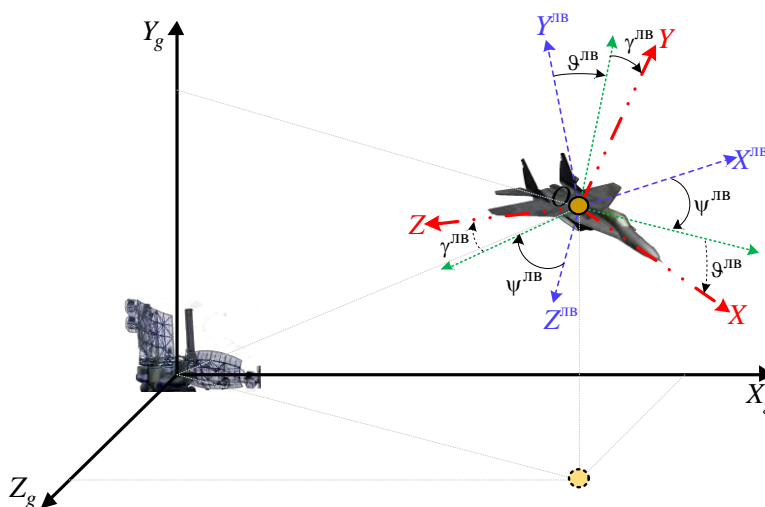


Рисунок 1. – Углы пространственной ориентации объекта относительно ЛВ

Структурная схема устройства радиолокационного распознавания класса наблюдаемого объекта с учетом адаптации к пространственной ориентации наблюдаемого объекта, реализующая решающее правило (1), представлена на рисунке 2.

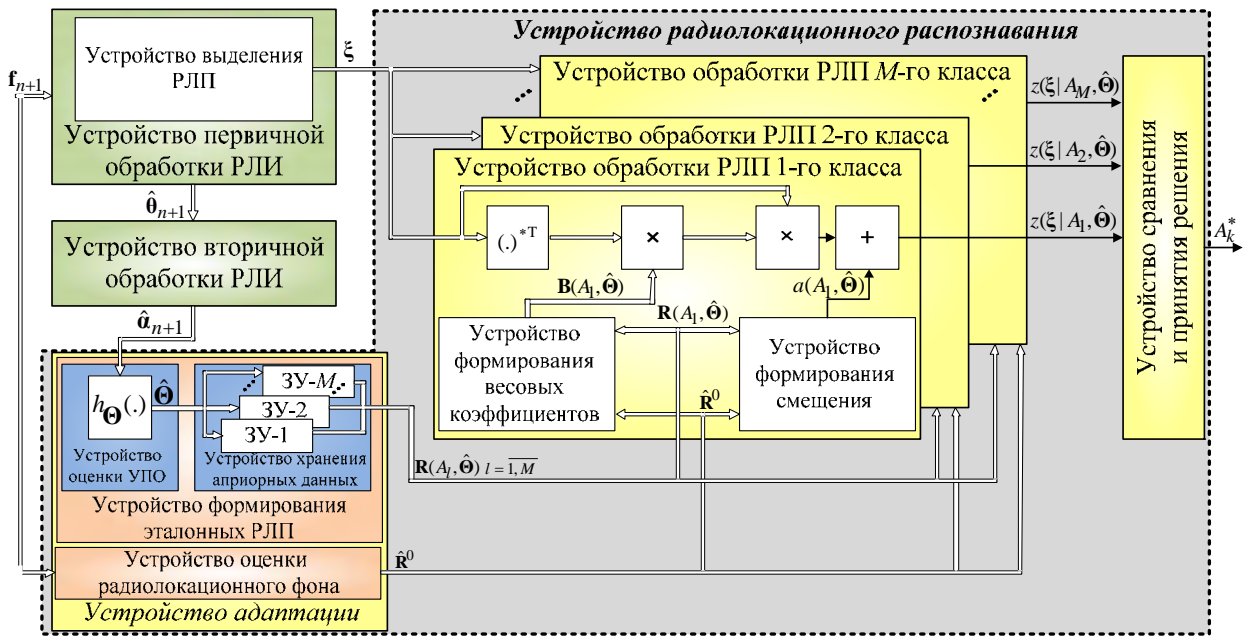


Рисунок 2. – Структурная схема устройства радиолокационного распознавания с учетом адаптации к УПО наблюдаемого объекта

Вектор дискретных отчетов принятого сигнала  $\mathbf{f}_{n+1}$ , наблюдаемый на текущем  $(n+1)$ -м обзоре, поступает на вход устройства первичной обработки, где осуществляется принятие решения о наличии или отсутствии цели. В случае обнаружения цели выделяется радиолокационный портрет наблюдаемого объекта, а также формируется разовая оценка вектора наблюдаемых параметров  $(\hat{\Theta}_{n+1})$ , содержащая оценки его сферических координат: дальность  $(\hat{r}_{n+1})$ , азимут  $(\hat{\beta}_{n+1})$  и угол места  $(\hat{\epsilon}_{n+1})$ .

В целях уменьшения ошибок измерения координат и параметров наблюдаемого объекта устройством вторичной обработки выполняется объединение во времени последовательности разовых оценок. На выходе устройства вторичной обработки формируется вектор состояния цели  $(\hat{\mathbf{a}}_{n+1})$ , включающий фильтрованные значения координат и их производных. Следует отметить, что сформированный вектор состояния характеризуется матрицей ошибок фильтрации координат и параметров наблюдаемого объекта  $(\mathbf{R}_{n+1})$ .

В результате функционального преобразования осуществляется пересчет вектора состояния в оценку вектора углов пространственной ориентации наблюдаемого объекта  $(\hat{\Theta} = h_{\Theta}(\hat{\mathbf{a}}_{n+1}))$ . На основе априорно известного статистического набора данных в каждом запоминающем устройстве (ЗУ) воспроизводится эталонный РЛП анализируемого класса, соответствующий текущим оценкам углов пространственной ориентации  $(\hat{\Theta} = \hat{\Theta}^{ЛВ})$ .

Решение о классе наблюдаемого объекта принимает многоканальное устройство радиолокационного распознавания. Число каналов формирования логарифма отношения правдоподобия в устройстве распознавания определяется количеством распознаваемых классов  $(M)$ . На вход каждого канала поступает выделенный РЛП  $(\xi)$ , а также результаты адаптации ковариационной матрицы сигнала  $(\mathbf{R}(A_l, \hat{\Theta}))$  и результат оценивания фона  $(\hat{\mathbf{R}}^0)$ .

В многоканальном устройстве осуществляется оптимальная обработка РЛП с учетом имеющейся информации об объектах ожидаемых классов [1]. Выходные сигналы каналов формирования логарифма отношения правдоподобия характеризуют степень правдоподобия гипотез о классе наблюдаемого объекта. Решение принимается в пользу класса с максимальным выходным сигналом. При этом эффективность функционирования

устройства распознавания определяется степенью подобия наблюдаемого РЛП и воспроизводимого в каждом из каналов соответствующего эталона.

Применение метода максимального правдоподобия в интересах адаптации эталонных РЛП к текущей пространственной ориентации цели предполагает разбиение всего диапазона анализируемых значений УПО наблюдаемого объекта на сектора. Следует отметить, что размеры секторов определяются на этапе исследования эталонных отличительных признаков и зависят от класса распознаваемой цели и точности оценки УПО наблюдаемого объекта. При формировании оценки УПО наблюдаемого объекта из запоминающего устройства (рисунок 2) считывается эталонный портрет, соответствующий текущим условиям наблюдения. В качестве примера на рисунке 3 представлен вариант выбора эталонного радиолокационного портрета, соответствующего текущей максимально правдоподобной оценке УПО цели.

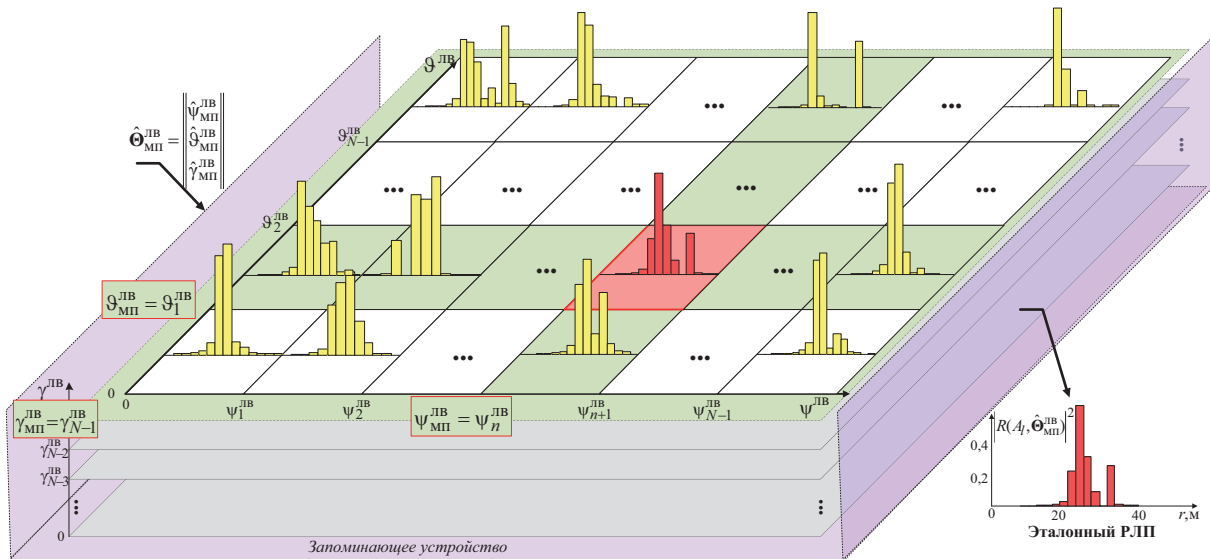


Рисунок 3. – Пример выбора эталонного РЛП из запоминающего устройства

Следует отметить, что в процессе адаптации распознаваемых РЛП к УПО наблюдаемого объекта возникают существенные трудности, обусловленные сложностью процесса оценивания изменяющихся УПО объекта, обеспечением требуемой точности формируемых оценок, а также особенностями формирования адаптивных эталонных РЛП.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что даже при полете распознаваемого объекта по прямолинейной траектории с постоянной высотой ошибки определения его УПО на первых контактах с объектом достигают нескольких десятков градусов, что, в свою очередь, не позволяет эффективно решать задачу адаптации эталонных РЛП известными способами [4]. В связи с этим возникает необходимость разработки эффективного способа адаптации эталонных радиолокационных портретов к текущей пространственной ориентации наблюдаемого объекта.

### Способ адаптации, основанный на учете закона распределения УПО наблюдаемого объекта

В интересах решения задачи адаптации устройства распознавания к пространственной ориентации наблюдаемых объектов была разработана методика оценивания УПО аэродинамических целей ( $\hat{\Theta}^{ЛВ}$ ) [4]. Точность оценивания УПО для типовых наблюдаемых объектов исследовалась методом математического моделирования при их полете по различным траекториям. В качестве примера на рисунке 4 представлена прямолинейная траектория полета истребителя «Tornado» с постоянной высотой.

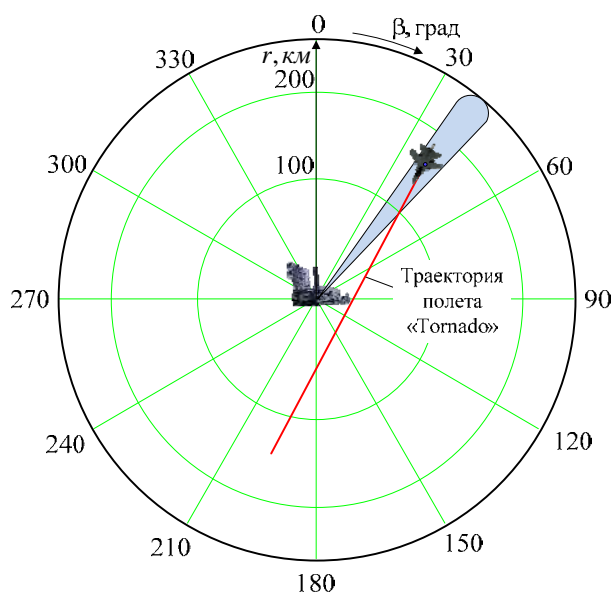


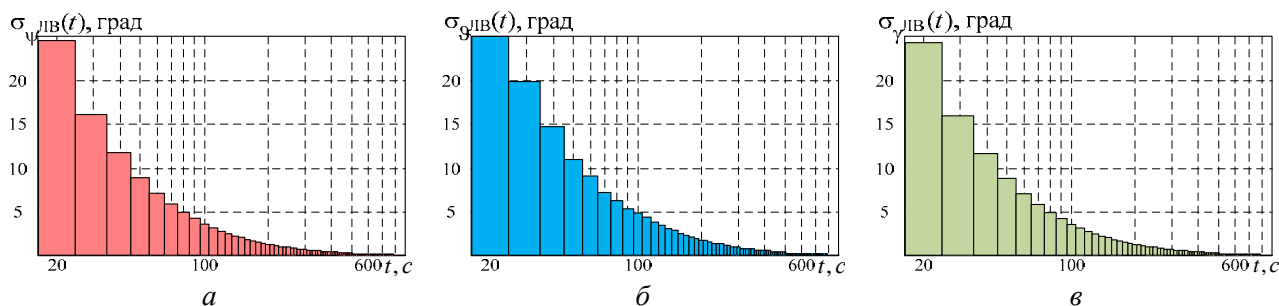
Рисунок 4. – Траектория полета наблюдаемого объекта

Исходные данные для моделирования:

- начальная дальность полета цели  $r_H = 150$  км ;
- начальный азимут цели  $\beta_H = 40$  град;
- начальная высота полета цели  $H_H = 10\,000$  м;
- начальный курс полета цели  $\psi_H = 210$  град;
- период обзора радиолокатора  $T_{обз} = 10$  с;
- модуль вектора полной скорости цели  $V = 1100$  км/ч;
- количество точек траектории цели  $N_{обз} = 100$ ;

среднеквадратическое отклонение гауссовских ошибок измерения дальности  $\sigma_r = 300$  м, азимута  $\sigma_\beta = 0,25$  град и угла места  $\sigma_\epsilon = 0,3$  град цели.

На рисунке 5 представлены результаты оценивания среднеквадратических ошибок оценивания углов пространственной ориентации наблюдаемого объекта ( $\sigma_{\psi_{лв}}(t)$ ,  $\sigma_{\vartheta_{лв}}(t)$ ,  $\sigma_{\gamma_{лв}}(t)$ ), перемещающегося по заданной траектории (см. рисунок 4).



*a* – курс цели; *б* – тангаж цели; *в* – крен цели

Рисунок 5. – Среднеквадратическое отклонение ошибок оценивания углов ориентации

Анализ результатов моделирования позволяет утверждать, что значения оценок УПО наблюдаемого объекта, формируемые по фильтрованным оценкам его прямоугольных координат, характеризуются существенным разбросом измеренных значений [5]. Приведенные результаты показывают, что обеспечение высокой точности оценивания УПО наблюдаемого объекта требует значительных временных ресурсов (рисунок 5). Необходимость использования компромиссного решения между точностью оценивания УПО

цели и располагаемым временным ресурсом стимулирует совершенствовать подходы к построению адаптивных устройств распознавания.

Перспективным направлением в создании адаптивных устройств радиолокационного распознавания является использование закона распределения УПО цели при формировании эталонных радиолокационных портретов [6]:

$$\mathbf{R}(A_l) = \int_{\Gamma(\Theta^{ЛВ})} \mathbf{R}(A_l, \Theta^{ЛВ}) p(\Theta^{ЛВ}) d\Theta^{ЛВ}, \quad g = \overline{1, M}, \quad (3)$$

где  $\mathbf{R}(A_l)$  – ковариационная матрица сигнала  $l$ -го класса, адаптивная к УПО объекта;

$\Gamma(\Theta^{ЛВ})$  – область определения возможных значений УПО цели;

$p(\Theta^{ЛВ})$  – плотность вероятности УПО наблюдаемого объекта.

Трудность практического использования данного подхода связана с отсутствием информации о текущем распределении  $p(\Theta^{ЛВ})$ . Следует отметить необходимость оценивания плотности вероятности УПО наблюдаемого объекта для каждого радиолокационного контакта.

В [6] предложен способ аппроксимации плотности вероятности оценок УПО объекта, наблюдаемого относительно ЛВ радиолокатора, численным методом Монте-Карло. В основе способа аппроксимации плотности вероятности методом Монте-Карло лежит аппроксимация произвольной плотности  $p(\mathbf{a})$  совокупностью случайных отсчетов  $\mathbf{a}^{(s)}$  ( $s = \overline{1, N_{МК}}$ ,  $N_{МК} \gg 1$ ) с использованием нормированных весов этих отсчетов  $w^{(s)}$  [6]:

$$p(\mathbf{a}) \approx \frac{1}{N_{МК}} \sum_{s=1}^{N_{МК}} \tilde{w}^{(s)} \delta\left(\mathbf{a} - \mathbf{a}^{(s)}\right) = \sum_{s=1}^{N_{МК}} w^{(s)} \delta\left(\mathbf{a} - \mathbf{a}^{(s)}\right), \quad (4)$$

где  $w^{(s)} = \tilde{w}^{(s)} / \sum_{s=1}^{N_{МК}} \tilde{w}^{(s)}$  – нормированное значение веса случайного  $s$ -го отсчета;

$\tilde{w}^{(s)}$  – ненормированное значение веса случайного  $s$ -го отсчета;

$\delta(\mathbf{a} - \mathbf{a}^{(s)})$  – дельта-функция, рассчитываемая в точке  $\mathbf{a}^{(s)}$ ;

$N_{МК}$  – число отсчетов Монте-Карло, необходимых для аппроксимации анализируемой плотности вероятности.

Переходя к дискретному варианту использования выражения (3), структура адаптивного формирования эталонного РЛП примет вид, представленный на рисунке 6.



Рисунок 6. – Структурная схема устройства формирования эталонных РЛП с учетом аппроксимации плотности вероятности УПО объекта

Аппроксимация оцененной плотности вероятности УПО наблюдаемого объекта выполняется численным методом Монте-Карло. Входными данными устройства формирования эталонного РЛП является оценка вектора состояния  $\hat{\mathbf{a}}_{n+1} = \left\| \hat{x} \ \hat{V}_x \ \hat{a}_x \ \hat{y} \ \hat{V}_y \ \hat{a}_y \ \hat{z} \ \hat{V}_z \ \hat{a}_z \right\|^T$  и корреляционная матрица ошибок фильтрации  $\mathbf{R}_{n+1}$ , поступающие из устройства вторичной обработки (см. рисунок 2). Полагается, что плотность вероятности вектора состояния представляет собой многомерную гауссовскую плотность вероятности с корреляционной матрицей в виде матрицы ошибок фильтрации. Многомерная гауссовская плотность вероятности, характеризуемая математическим ожиданием  $\hat{\mathbf{a}}_{n+1}$  и корреляционной матрицей  $\mathbf{R}_{n+1}$ , аппроксимируется методом Монте-Карло путем получения случайных отсчетов  $\hat{\mathbf{a}}_{n+1}^{(s)}$  с использованием формирующего фильтра:

$$\hat{\mathbf{a}}_{n+1}^{(s)} = \hat{\mathbf{a}}_{n+1} + \sqrt{\mathbf{R}} \mathbf{o}^{(s)}, \quad (5)$$

где  $\sqrt{\mathbf{R}}$  – импульсная характеристика формирующего фильтра, представляющая собой верхнюю треугольную матрицу;

$\mathbf{o}^{(s)}$  – случайный вектор размером  $N = 9$  (по количеству элементов вектора состояния  $\hat{\mathbf{a}}_{n+1}$ ), каждый элемент которого распределен по гауссовскому закону с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

Формирующий фильтр формирует из некоррелированных отсчетов «белого» шума ( $\mathbf{o}^{(s)}$ ) координаты, характеризующиеся заданными корреляционными свойствами. Формирующий фильтр задается матричной импульсной характеристикой ( $\sqrt{\mathbf{R}}$ ), определяемой путем факторизации исходной корреляционной матрицы ошибок фильтрации  $\mathbf{R}_{n+1}$ .

Выходные отсчеты формирующего фильтра корректируются с учетом значений  $\hat{\mathbf{a}}_{n+1}$ , после чего производится вычисление ненормированных весов  $\tilde{\mathbf{w}}^{(s)}$ , а также переход к их нормированным значениям  $\mathbf{w}^{(s)}$ :

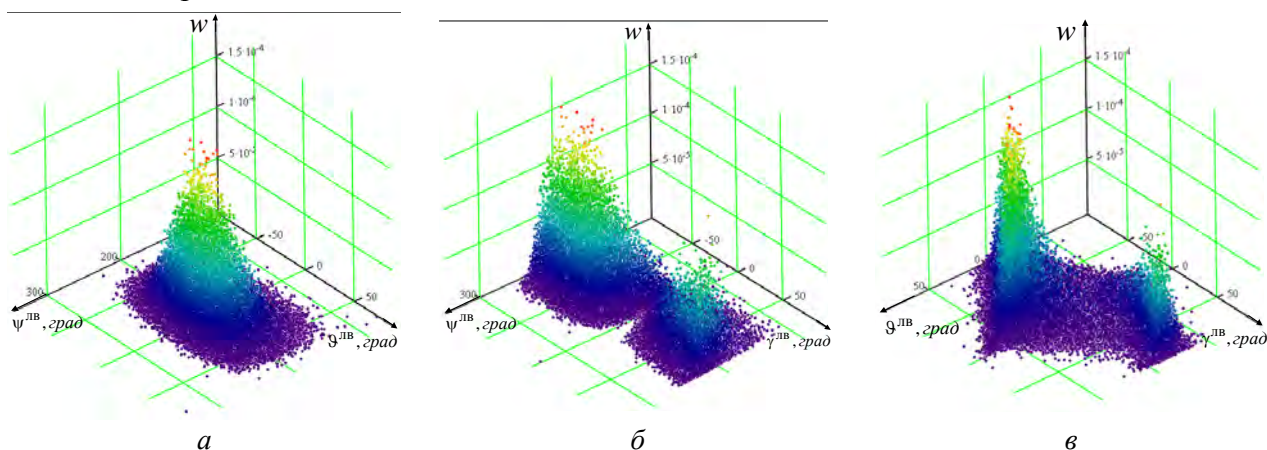
$$\tilde{\mathbf{w}}^{(s)} = \frac{1}{(2\pi)^{N/2} |\mathbf{R}_{n+1}|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2} (\hat{\mathbf{a}}_{n+1}^{(s)})^T \mathbf{R}_{n+1}^{-1} (\hat{\mathbf{a}}_{n+1}^{(s)})}. \quad (6)$$

Полученные частицы  $(\hat{\mathbf{a}}_{n+1}^{(s)}, \mathbf{w}^{(s)})$  численно аппроксимируют плотность вероятности вектора состояния. Координаты  $\hat{\mathbf{a}}_{n+1}^{(s)}$  используются для аппроксимации плотности вероятности УПО наблюдаемого объекта путем функционального преобразования  $\hat{\Theta}^{\text{ЛВ}(s)} = h_{\Theta}(\hat{\mathbf{a}}_{n+1}^{(s)})$ , представленного в [4] при сохранении нормированных весов  $\mathbf{w}^{(s)}$ .

Полученные значения случайных отсчетов  $\hat{\Theta}^{\text{ЛВ}(s)}$  и нормированных весов  $\mathbf{w}^{(s)}$  представляют собой результат аппроксимации плотности вероятности УПО наблюдаемого объекта методом Монте-Карло.

В качестве примера на рисунке 7 представлены оценки плотностей вероятности УПО цели для траектории полета, представленной на рисунке 4, которые соответствуют 3-му контакту с объектом наблюдения. Число отсчетов для аппроксимации плотности вероятности УПО цели численным методом Монте-Карло составляло  $N_{\text{МК}} = 10^5$ .

Анализ результатов моделирования позволяет утверждать, что плотность вероятности УПО наблюдаемого объекта является сложным законом распределения, существенно отличным от нормального. Изменение формы плотности вероятности УПО наблюдаемого объекта от контакта к контакту, а также наличие сложной формы анализируемого закона существенно затрудняют его аналитическое описание. Отмеченные факты обуславливают использование численного метода Монте-Карло в интересах аппроксимации анализируемой плотности вероятности.



*a* – угол крена; *б* – угол тангажа; *в* – угол курса

Рисунок 7. – Плотность вероятности оценок УПО цели при фиксированных значениях

### Оценка эффективности функционирования устройства радиолокационного распознавания с учетом адаптации к УПО наблюдаемого объекта

Оценка эффективности распознавания радиолокационных объектов с учетом адаптации к их пространственной ориентации проводилась методом математического моделирования. В качестве показателей, характеризующих эффективность функционирования устройства радиолокационного распознавания, выбраны вероятности правильного ( $D$ ) и ложного распознавания ( $F$ ) наблюдаемого класса объекта [1–3]. Следует отметить, что совокупность выбранных вероятностей определяет характеристики распознавания. В интересах проводимых исследований использовано распределение мощности сигнала, отраженного наблюдаемым объектом по элементам разрешения дальности, соответствующее дальномерному радиолокационному портрету (ДРЛП). В качестве математической модели формирования ДРЛП выбрана верифицированная программа моделирования «Back Skattering Simulation», разработанная научным коллективом во главе с профессором Я. Д. Ширманом [7]. Данная программа позволяет получать РЛП для любых УПО наблюдаемого объекта. В процессе исследований анализировались ДРЛП целей трех классов ( $M = 3$ ): 1-й класс – крылатая ракета ALCM; 2-й класс – истребитель «Tornado»; 3-й класс – бомбардировщик B-52.

Предварительным этапом проведения математического моделирования является заполнение запоминающего устройства априорно известным статистическим набором данных, применительно к каждому анализируемому классу обработки. Исходя из особенностей пространственного перемещения аэродинамических объектов, а также в целях сокращения вычислительных затрат при моделировании использовалось фиксированное значение угла крена цели ( $\gamma^{lv} = -1$  град). В запоминающем устройстве хранятся эталонные ДРЛП, соответствующие фиксированному рассовмещению по углам пространственной ориентации:  $\delta\psi^{lv} = \delta\theta^{lv} = 0,5$  град.

Классификация объектов производилась согласно решающему правилу (1). На вход устройства радиолокационного распознавания поступает зашумленный РЛП анализируемого класса объекта, соответствующий заданному отношению сигнал/шум на выходе фильтра

сжатия ( $\gamma_{тек} = \overline{1,15}$  дБ). В устройстве распознавания воспроизводятся модели РЛП распознаваемых классов целей (эталонные портреты) для трех случаев:

- 1) эталонные ДРЛП анализируемых классов целей соответствуют истинным значениям углов курса и тангажа наблюдаемого объекта;
- 2) эталонные ДРЛП анализируемых классов целей соответствуют максимально правдоподобной оценке углов курса и тангажа наблюдаемого объекта;
- 3) эталонные ДРЛП анализируемых классов целей соответствуют текущей оценке плотности вероятности углов курса и тангажа наблюдаемого объекта.

При математическом моделировании использовались следующие исходные данные:

- закон модуляции: ЛЧМ с прямоугольной огибающей;
- длина волны  $\lambda = 0,13$  м;
- длительности радиоимпульса  $T_0 = 30$  мкс;
- ширина полосы частот  $\Delta f_0 = 75$  МГц;
- частота повторения зондирующего сигнала  $F_{\Pi} = 364$  Гц;
- период обзора радиолокатора  $T_{обз} = 10$  с;
- ширина диаграммы направленности антенны  $2\theta_{0,5} = 1,5^\circ$ ;
- размер строка дальности 100 м;
- число элементов дальности в строке  $N_r = 50$ .

Для расчета характеристик распознавания использовалась выборка размером  $N = 10^5$  реализаций.

Цели двигались равномерно, прямолинейно в соответствии с их тактико-техническими характеристиками. Исходные данные при моделировании траектории полета наблюдаемого объекта:

- начальная дальность ЛА  $r_H = 150$  км;
- начальный азимут ЛА  $\beta_H = 40$  град;
- начальный курс ЛА  $\psi_H = 210$  град;
- период обзора радиолокатора  $T_{обз} = 10$  с;
- количество точек траектории полета ЛА  $N_{обз} = 100$ ;
- среднеквадратическое отклонение гауссовских ошибок измерения дальности  $\sigma_r = 300$  м, азимута  $\sigma_\beta = 0,25$  град и угла места  $\sigma_\varepsilon = 0,3$  град.

Высотно-скоростные характеристики выбирались применительно для каждого анализируемого объекта:

- крылатая ракета –  $H_H = 100$  м,  $V = 800$  км/ч;
- истребитель –  $H_H = 10000$  м,  $V = 1100$  км/ч;
- бомбардировщик –  $H_H = 10\ 000$  м,  $V = 819$  км/ч.

Результаты математического моделирования, соответствующие 3-му контакту с целью, в виде графиков условных вероятностей правильного и ложного распознавания для рассматриваемых случаев классификации представлены на рисунке 8.



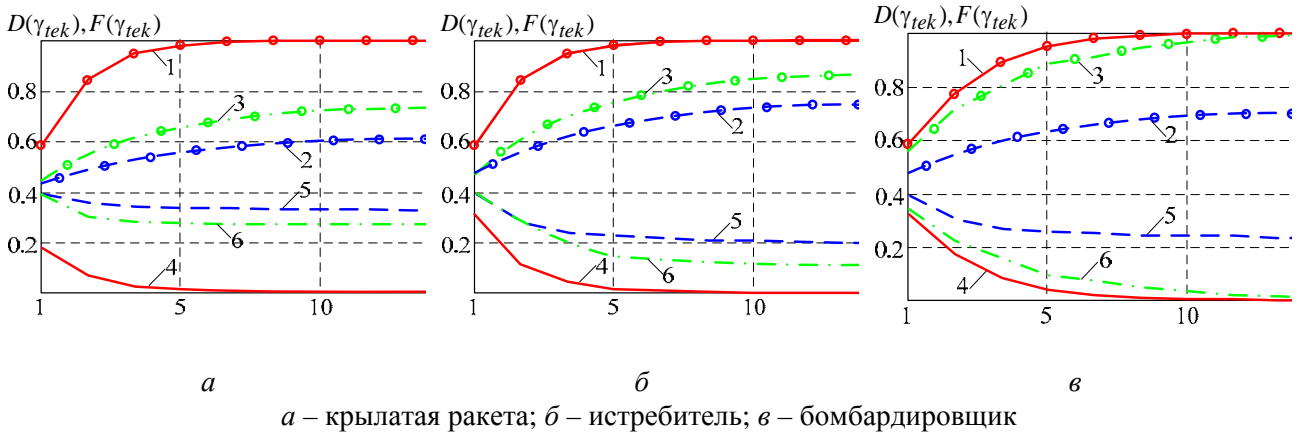


Рисунок 8. – Характеристики распознавания для 3-го контакта с целью

На графиках представлены характеристики распознавания объектов трех классов, полученные для трех анализируемых случаев:

- отсутствия априорной неопределенности по УПО, т. е. эталонные РЛП полностью соответствуют РЛП наблюдаемого объекта ( $D_{ист}$  – линия 1,  $F_{ист}$  – линия 4 (см. рисунок 8));
- адаптация эталонных РЛП производилась по методу максимального правдоподобия (МП), т. е. УПО эталонных РЛП соответствовали их максимально правдоподобным оценкам ( $D_{МП}$  – линия 2,  $F_{МП}$  – линия 5 (см. рисунок 8));
- адаптация эталонных РЛП производилась с использованием оценок плотности вероятности УПО наблюдаемого объекта ( $D_c$  – линия 3,  $F_c$  – линия 6 (см. рисунок 8)).

Анализ результатов моделирования подтверждает эффективность предложенного способа адаптации эталонных РЛП распознаваемых объектов к углам их пространственной ориентации. Представленный способ адаптации устройства распознавания класса радиолокационной цели к изменяющимся углам ее пространственной ориентации, основанный на аппроксимации плотности вероятности оценок анализируемых углов численным методом Монте-Карло, позволил повысить вероятность правильного распознавания при использовании дальномерных портретов для классов:

- крылатая ракета от 1 % при  $\gamma_{tek} = 1$  дБ, до 15 % при  $\gamma_{tek} = 15$  дБ;
- истребитель от 2 % при  $\gamma_{tek} = 1$  дБ, до 18 % при  $\gamma_{tek} = 15$  дБ;
- бомбардировщик от 15 % при  $\gamma_{tek} = 1$  дБ до 35 % при  $\gamma_{tek} = 15$  дБ по сравнению с устройством распознавания, использующим для адаптации метод максимального правдоподобия. Следует отметить, что дополнительное использование в алгоритме адаптации оценок угла крена приведет к повышению эффективности функционирования принимаемых решений о классе наблюдаемого объекта.

### Заключение

Предложен перспективный способ адаптации эталонных радиолокационных портретов распознаваемых объектов к их углам пространственной ориентации, основанный на аппроксимации плотности вероятности текущих оценок УПО наблюдаемого объекта. Восстановление плотности вероятности УПО цели осуществляется за счет аппроксимации численным методом Монте-Карло. Эффективность функционирования устройства распознавания с учетом адаптации к пространственной ориентации наблюдаемого объекта анализировалась методом математического моделирования. Результаты моделирования показали, что способ адаптации устройства распознавания класса радиолокационной цели к изменяющимся углам ее пространственной ориентации, основанный на аппроксимации плотности вероятности оценок анализируемых углов численным методом Монте-Карло,

при использовании дальномерных портретов позволил существенно повысить эффективность распознавания по сравнению с устройством распознавания, использующим для адаптации к пространственной ориентации объекта метод максимального правдоподобия.

#### Список использованных источников

1. Курлович, В. И. Основы теории радиосистем : учеб. пособие / В. И. Курлович, С. В. Шаляпин. – Минск : ВА РБ, 1999. – 342 с.
2. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория : справ. – 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. Я. Д. Ширмана. – М. : Радиотехника, 2007. – 512 с.
3. Гейстер, С. Р. Адаптивное обнаружение-распознавание с селекцией помех по спектральным портретам / С. Р. Гейстер. – Минск : ВА РБ, 2000. – 172 с.
4. Ярмолик, С. Н. Оценивание углов ориентации летательного аппарата в интересах адаптации к условиям наблюдения / С. Н. Ярмолик и [др.] // Вест. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2017. – № 4. – С. 73–82.
5. Ярмолик, С. Н. Повышение точности оценивания ориентации летательного аппарата в интересах адаптации радиолокационных портретов к условиям наблюдения / С. Н. Ярмолик и [др.] // Докл. БГУИР. – 2018. – № 5. – С. 57–64.
6. Ярмолик, С. Н. Учет распределения углов пространственной ориентации летательного аппарата при адаптации радиолокационных портретов к изменяющимся условиям наблюдения / С. Н. Ярмолик и [др.] // Докл. БГУИР. – 2018. – № 5. – С. 28–36.
7. Radar Target Backscattering Simulation Software and User's Manual / S. A. Gorshkov [et al.]. – Boston-London : Artech House, 2002. – 69 p.

---

\*Сведения об авторах:

Ярмолик Сергей Николаевич,  
Свинарский Мечислав Витальевич,  
Зайко Евгений Викторович,  
УО «Военная академия Республики Беларусь».  
Статья поступила в редакцию 30.10.2019 г.

**Требования к статьям, представляемым для опубликования  
в военном научно-теоретическом журнале  
«Вестник Военной академии Республики Беларусь»**

Представляемые в редакцию материалы должны отражать оригинальные результаты исследований авторов по актуальной тематике в области военных наук, технических наук (радиотехника, связь, электроника и микроэлектроника, информатика, вычислительная техника и управление, вооружение и военная техника), педагогических наук (воинское обучение и воспитание, военная педагогика). Статья должна быть посвящена решению важной самостоятельной теоретической или прикладной задачи, характеризоваться научной новизной, цельностью, последовательностью и логичностью изложения материала.

Рекомендуется в каждой из статей выделять:

*введение* с характеристикой состояния дел в соответствующей области исследования, обоснованием актуальности рассматриваемой задачи, а также изложением общего подхода к ее решению;

*основную часть*, отражающую используемый метод исследования и его результаты в сопоставлении с известными ранее;

*выводы*, характеризующие обобщения и умозаключения авторов, непосредственно вытекающие из представленного в основной части материала, а также возможные направления и перспективы использования полученных результатов.

К опубликованию не принимаются материалы, представляющие собой компиляцию известных результатов исследований других авторов, а также статьи публицистического характера, не связанные с решением конкретной научной задачи.

В конце статьи приводится список использованных источников, на которые даются ссылки при изложении основного текста. Автор несет ответственность за достоверность цитирования, а также отсутствие плагиата.

Требования к оформлению статей:

общий объем 6–8 страниц формата А4; в исключительных случаях общий объем может быть аргументированно увеличен до 12 страниц;

текстовый редактор Word for Windows версии 6.0 или выше;

редактор формул MathType версий 6.0–6.7;

поля 2 см (со всех сторон);

шрифт Times New Roman, 12 pt;

межстрочное расстояние 1 интервал.

Основной текст статьи должны предварять:

УДК (выравнивание по левой стороне);

название (шрифт полужирный, буквы прописные, выравнивание по центру);

инициалы, фамилия, ученая степень и ученое звание автора (-ов) (выравнивание по центру);

аннотация на русском и английском языках (курсив, отступ первой строки 1,25 см, выравнивание по ширине).

Форматирование основного текста: отступ первой строки 1,25 см; выравнивание по ширине. Форматирование подписей к рисункам: шрифт 11 pt, светлый, выравнивание по центру. Форматирование заголовков таблиц: шрифт 11 pt, светлый, выравнивание по левому краю таблицы. Форматирование формул: выравнивание по центру, последовательная нумерация (по правому краю, в скобках).

Промежутки между структурными элементами статьи (УДК, название, авторы, аннотация, основной текст, список литературы) по вертикали – 6 pt.

На обороте последней страницы необходимо указать фамилию, имя, отчество автора, подразделение, организацию, номер контактного телефона.

Текст статьи (в распечатанном и электронном вариантах) вместе с выпиской из протокола заседания кафедры (НИЛ), рекомендующей ее к опубликованию, направляется в редколлегию. Если авторы статьи являются сотрудниками внешней организации, дополнительно требуется представить экспертное заключение о возможности опубликования материалов в открытой печати.