

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 3 (48) 30 сентября 2015 г.

Военный научно-теоретический журнал

Издается с 2003 года

Адрес редакции:

220057, г. Минск-57, учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», главный корпус, комн. № 264 А.
Тел./факс: 287-45-15.

Издатель:

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/224 от 19.03.2014.

№ 2/81 от 19.03.2014.

Набор и верстка:

Демидова А. К.

Дизайн обложки:

Мацкевич А. Н.

Печать:

ЛП № 02330/76

от 27.03.2014 г.

Подписано в печать 24.09.15 г.

Формат 60×84/8. Бумага писчая.

Гарнитура «Таймс». Печать ризография. Усл. печ. л. 26,51.

Тираж 100 экз. Зак. 410

Отпечатано в типографии

учреждения образования

«Военная академия

Республики Беларусь».

220057, Минск-57.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Кругликов С. В., доктор военных наук, доцент;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основы военной науки и военного строительства

Василевский В. Б., Воронище В. А., Анеметов А. А. Взгляды военных специалистов на ведение операций в современных условиях.....	4
Верлуп С. В. Совершенствование теоретических аспектов обеспечения военной безопасности Республики Беларусь на государственной границе в современных условиях.....	11
Закутнев С. Е. Современные инструменты государственной поддержки предприятий оборонно-промышленного комплекса.....	19
Кандыбко Н. В. Проблемы адаптации контрактной системы Российской Федерации к требованиям всемирной торговой организации.....	26
Литавор О. И., Рудозуб Г. И. Методика оценки эффективности боевого применения территориальных войск.....	32
Николаев В. П. Мониторинг проектов государственно-частного партнерства в оборонно-промышленном комплексе.....	38
Ольшевский В. Г. Военно-экономическая мысль в системе социально-гуманитарных и специальных военных знаний: возникновение, развитие, современные проблемы.....	46

2. Системный анализ и информационные технологии в военном деле

Девоино Д. Г., Девоино О. Г., Жавнерко С. И., Менжинский А. Б., Пилипчук А. П. Моделирование процесса поверхностной закалки стальных деталей автомобильной техники сканирующим лазерным излучением.....	64
Макул П. С., Берикбаев В. М., Комаров И. Н. Разработка комплексной математической модели разведывательно-ударной системы.....	73
Степанян Э. В. Методика автоматизированного планирования на ПЭВМ учебно-методической и научной работы преподавателей военного учебного заведения.....	80
Ярмалкевич В. И., Берикбаев В. М. Учет тактической важности в алгоритме отбора целей при моделировании боевого применения многоканальных зенитных ракетных комплексов.....	86

3. Общетеоретические вопросы разработки и совершенствования вооружения и военной техники

Бабченок А. А., Шабан С. А., Еромин А. М., Сидорович О. В., Мороз А. Н. Синтез квазиоптимального контура управления самонаводящейся ракеты в условиях информационной неопределенности о параметрах движения цели.....	92
Бекиш А. Р., Кругликов С. В. Научно-методический аппарат проектирования и оценки организации боевой работы в системах управления военного назначения.....	101
Воронин О. В., Денисенко И. Г., Потетенко С. В. Научно-методический аппарат обоснования боевых порядков формирования тактической противоракетной обороны.....	112
Демичев Е. Е. Анализ основных факторов, влияющих на эффективность функционирования системы радиоэлектронной борьбы оперативного объединения.....	124
Олексюк А. О. Циклотомическое исследование семейства непримитивных кодов боуза-чоудхури-хоквингема на малых и средних длинах.....	133
Реут С. С., Целиковец А. М., Лаптинский К. А. Математическая формализация задачи оптимизации положения сектора одновременной работы станции помех СПН-4 (СПН-2).....	141

4. Разработка, модернизация и эксплуатация вооружения и военной техники

Косачев И. М., Касперович М. М. Методики расчета интервальных оценок коэффициента корреляции Пирсона зависимых случайных величин.....	147
Лапука О. Г., Спесивцев В. В. Имитационно-модельная оценка эффективности использования фильтра оптимального сжатия при атаке групповой цели.....	185

5. Проблемы военной педагогики, воинского обучения и воспитания

Карпилена Н. В. Духовность, державный авторитаризм, суверенная народная демократия – фундамент могущества государств евразийского союза и построения многополярного мира.....	192
Коклевский А. В. Дидактические аспекты разработки и применения электронных тренажеров в процессе подготовки военных специалистов	212
Ксенофонтов В. А. Актуальные аспекты гражданско-военных отношений и их исследования.....	220

1. ОСНОВЫ ВОЕННОЙ НАУКИ И ВОЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ВЗГЛЯДЫ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ВЕДЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 355.04

В. Б. Василевский, В. А. Воронище, А. А. Анеметов*

В статье на основе опыта военных конфликтов конца XX – начала XXI века и взглядов военных специалистов на формы и способы применения войск в современных операциях авторами выявлены проблемные вопросы и определены возможные пути их решения.

In article because of experience of military conflicts of the end of XX – beginning of the XXI century and sights of military experts at forms and ways of application of armies in modern operations by authors problem questions are revealed and possible ways of their decision are defined.

Опыт военных конфликтов конца XX – начала XXI века указывает на то, что в современных условиях прослеживается тенденция стирания различий между состоянием войны и мира. Войны уже не объявляются, а начавшись – идут не по общеизвестному шаблону.

Анализ развязывания и хода военных конфликтов в Персидском заливе, Югославии, Афганистане, Северной Африке, Ближнем Востоке и Восточной Украине показывает, что вполне благополучное государство за считанные месяцы и даже дни может стать ареной ожесточенной борьбы и возможной жертвой иностранной интервенции, а также погрузится в пучину хаоса, гражданской войны и, как следствие, гуманитарной катастрофы. По масштабам жертв и разрушений, катастрофическим социальным, экономическим и политическим последствиям такие конфликты нового типа сравнимы с последствиями настоящей войны. При этом следует отметить, что и сами «правила войны» существенно изменились. Возросла роль невоенных способов в достижении политических и стратегических целей, которые по своей эффективности значительно превосходили силу оружия. Акцент используемых способов противоборства смещается в сторону широкого применения политических, экономических, информационных, гуманитарных и других невоенных мер, реализуемых с задействованием протестного потенциала населения. Все это дополняется военными мерами скрытого характера, в том числе реализацией мероприятий информационного противоборства и действиями сил специальных операций. К открытому же применению силы зачастую под видом миротворческой деятельности и кризисного урегулирования переходят в основном для достижения окончательного успеха в конфликте.

В последнее десятилетие в мире произошли события, которые, к сожалению, не способствуют повышению стабильности и снижению угроз военной безопасности и обуславливают необходимость поддержания Вооруженных Сил в постоянной готовности к выполнению задач по обеспечению территориальной целостности и суверенитета государства. В связи с этим одной из задач Вооруженных Сил является овладение знаниями сущности и содержания основных концепций, форм и способов развязывания и ведения современных военных конфликтов, предусматриваемых военными специалистами армий иностранных государств.

Исследованием установлено, что в настоящее время строительство вооруженных сил практически всех развитых государств осуществляется в первую очередь с учетом основных особенностей новой «информационной эпохи», обусловленной революционными изменениями в информационной сфере, оказавшими глубокое влияние на поиск и разработку

новых форм и способов ведения военных действий и управления войсками. Ее характерными чертами являются:

технологические достижения в микроэлектронике, обусловившие информатизацию и компьютеризацию всех сторон межгосударственного, в том числе военного противоборства, а также стимулирующие разработку информационно-зависимых средств ведения вооруженной борьбы и совершенствование подходов к управлению войсками;

размытость классических границ между стратегическим, оперативным и тактическим звеньями управления за счет широкого внедрения информационных технологий и автоматизированных систем в процессы управления;

разработка и широкое использование единой интегрированной системы, объединяющей современные средства разведки, радиоэлектронной борьбы, управления и поражения, функционирующей в синергетическом режиме;

широкомасштабное применение десантно-диверсионных сил (ДДС) и сил специальных операций (ССО) противника, участие в операциях и боевых действиях иррегулярных войск, представляемых незаконными вооруженными формированиями (НВФ), а также частными военными компаниями (ЧВК) иностранных государств;

разработка и применение очередного поколения эффективных высокоточных систем поражения, нового нелетального, в том числе информационного оружия;

радикальный пересмотр взглядов на место, роль, формы и способы военных, невоенных и «непрямых» действий, информационно-психологического противоборства, в том числе разработка теории «гибридных войн»;

разработка и принятие к реализации концепций «Предотвращения конфликтов и урегулирования кризисов», «Глобальный удар», «Единая наземная операция», «Глобально интегрированные операции», «Сетецентрическая война», обуславливающих использование новых форм и способов применения войск, современного вооружения, военной и специальной техники [1, 2].

Таким образом, создание, массовое внедрение в вооруженные силы новейших средств и технологий, а также современных концепций ведения военных действий будут оказывать существенное влияние на тенденции развития оперативного искусства и тактики и, как следствие, на оперативно-тактические условия современных операций. Поэтому сегодня существует настоятельная необходимость изучения и анализа опыта локальных войн и вооруженных конфликтов конца XX – начала XXI века, тенденций развития современного оперативного искусства и тактики. Это позволит при проведении исследований осуществить вербальное описание оборонительной операции оперативного объединения, определить условия развязывания агрессии, состав, группировку и возможный характер действий противника при возникновении военной угрозы и эскалации вооруженного конфликта, даст возможность выявить проблемные вопросы подготовки и ведения первой оборонительной операции и определить пути их решения.

Изучение и анализ взглядов руководства армий иностранных государств на ведение современных военных действий (операций), проведенные в работе «Операция многонациональных сил против Ирака в 1991 году: модель войны будущего» [3], позволяют заключить, что они могут проводиться, как правило, в три этапа (рисунок).

На **начальном этапе** развязывания агрессии возможны: широкомасштабное ведение информационно-психологического воздействия, проводимое в форме информационных операций, действий и акций, специальных операций ССО; подготовка и осуществление диверсий на военных, транспортно-коммуникационных, промышленных и государственных объектах; развертывание группировок войск на направлениях предстоящих действий, а также разведка объектов, подлежащих выводу из строя в ходе первых массированных ракетно-авиационных ударов (МРАУ).

Вторым этапом вероятных действий противника возможно проведение воздушной наступательной операции (ВНО) в сочетании с информационным противоборством для достижения целей дезорганизации государственного и военного управления, завоевания

превосходства в воздухе и разрушения (уничтожения) военного и экономического потенциала государства, подвергнутого агрессии.

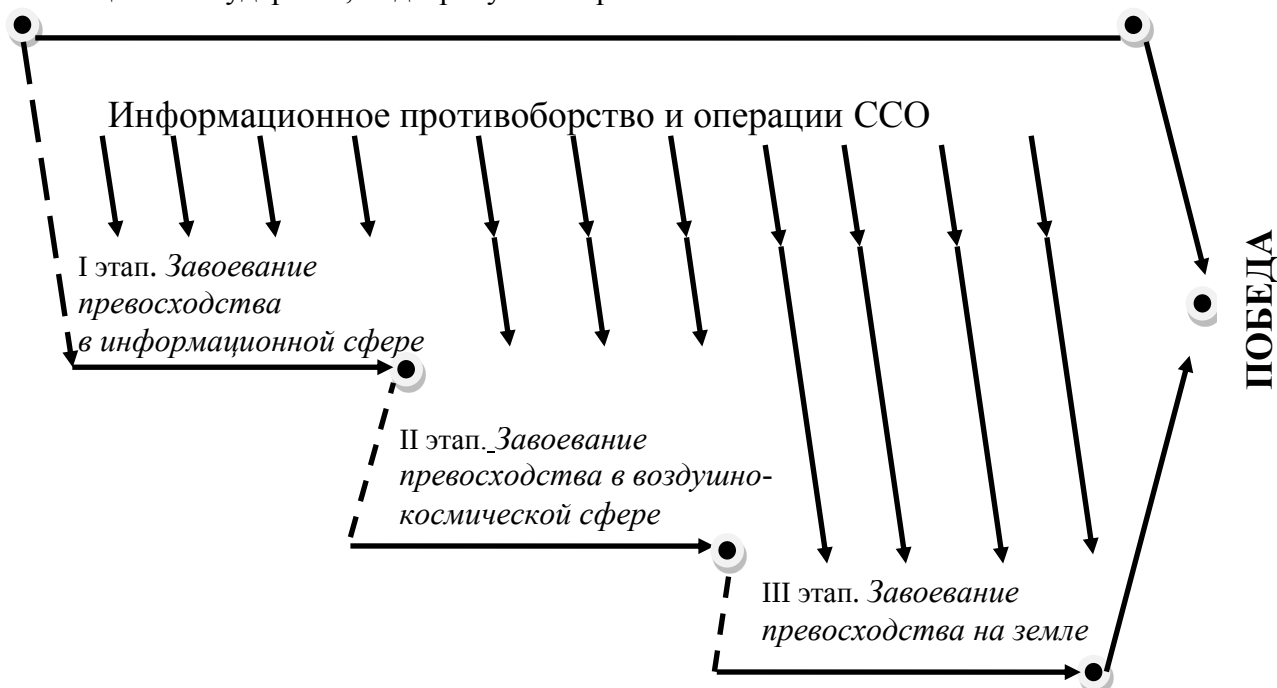


Рисунок. – Логико-временное построение операции (вариант)

В ходе **третьего этапа** ведения боевых действий может осуществляться применение сухопутной группировки войск в целях занятия основных промышленных и административных центров путем проведения наступательной операции в рамках концепции ВНО, заключающейся в ведении боевых действий на земле и в воздухе в сочетании с активным информационным противоборством, широкомасштабным применением ССО и иррегулярных формирований.

Следует обратить внимание на тот факт, что уже на этапе подготовки к агрессии противник будет вести комплексную разведку с использованием интегрированной системы, включающую все возможные средства (наземные, воздушные, космические, радиоэлектронные, оптикоэлектронные, радио и радиотехнические, радиолокационные, акустические и т. д.) на всю глубину оперативного построения войск оперативного объединения, что обеспечит противнику возможность вскрыть не только группировки войск и их оперативное построение, но и систему управления войсками, а также определить возможный характер действий противоборствующей стороны. При проведении же непосредственно военных действий противник может использовать весь арсенал имеющихся воздушно-космических и наземных (морских) сил и средств, осуществляя при этом в воздушной наступательной операции и операциях сухопутных войск широкомасштабное применение ДДС, ССО при активных действиях и поддержке иррегулярных формирований. Все вышесказанное подтверждается опытом ведения военных действий в Персидском заливе, особенно в ходе операции «Буря в пустыне» (1991), которая, по мнению военных специалистов, явилась прообразом военных конфликтов конца XX – начала XXI века [3]. Однако анализ хода операции «Союзническая сила» (1999) против суверенной Югославии показал, что в зависимости от целей операции, состава противоборствующих сторон и задач, стоящих перед ними, отдельные этапы могут и не проводиться (например, сухопутная фаза по применению сухопутных группировок войск) [4]. И обусловлено это тем, что физическое уничтожение противника, истощение его возможностей и занятие его территории теперь не всегда является конечной целью военных действий.

Анализ локальных войн и вооруженных конфликтов свидетельствует также о гибкости взглядов военно-политического руководства вооруженных сил иностранных государств на формы и способы развязывания агрессии и ведения наступательных боевых действий в зависимости от реальных условий обстановки [2–4].

Особенности ведения военных действий в зоне Персидского залива (1991, 1998, и 2003) [2,3], Югославии (1999) [4], а также антитеррористической операции «Несгибаемая свобода» в Афганистане показывают, что в современных условиях перед началом ВНО (за 5–7 суток и более) следует ожидать резкой активизации сил специальных операций противника и иррегулярных формирований (деструктивных оппозиционных сил). Их целью является дезорганизация государственного и военного управления, повышение эффективности ударов средств воздушного нападения. Объектами воздействия диверсионно-разведывательных сил (ДРС) могут быть пункты управления и узлы связи, элементы системы противовоздушной обороны, пусковые установки зенитных ракетных комплексов, радиолокационные станции, аэродромы и авиация на них, тыловые базы, узлы коммуникаций и другие объекты, вывод из строя которых приведет к нарушению функционирования системы управления войсками командования.

Как установлено в ходе исследования, при подготовке и ведении операции «Буря в пустыне» (1991), уже с августа 1990 года и до завершения воздушно-наземной операции на относительно небольшой территории Кувейта и Ирака действовали силы специальных операций США и их союзников в составе около 9000 человек, которые вели разведку, уточняли данные для последующего наведения авиации и крылатых ракет на военные и государственные объекты, устанавливали и готовили к работе передатчики помех, а также выполняли другие задачи [3].

Анализ хода воздушной наступательной операции, впоследствии трансформировавшейся в воздушную наступательную кампанию при подготовке операции многонациональных сил «Буря в пустыне», показывает, что она проводилась в соответствии с «классическими взглядами». При этом следует отметить, что основные удары были направлены не на уничтожение живой силы, вооружения и военной техники, а на полное подавление системы противовоздушной обороны и нарушение систем государственного и военного управления, дезорганизацию их функционирования, разрушение военных объектов, экономической инфраструктуры и коммуникаций. В свою очередь, при проведении антитеррористической операции «Несгибаемая свобода» (2001) в Афганистане в течение первых двух суток основными объектами поражения в ходе ракетно-авиационных ударов помимо аэродромов, командных пунктов и объектов противовоздушной обороны являлись районы сосредоточения войск и военной техники, склады боеприпасов и защищенные базы террористов, а уже на третий день воздушной операции самолеты F/A-18 применялись в режиме «свободной охоты» [3].

Исследования характера использования авиации в Ираке при проведении операции «Шок и трепет» (2003) показали, что в отличие от всех предыдущих войн и вооруженных конфликтов воздушная наступательная операция как классическая форма применения авиации отсутствовала.

Таким образом, в современных военных конфликтах с началом военных действий можно ожидать проведения воздушной наступательной операции, которая на начальном этапе будет осуществляться в форме массированных ракетно-авиационных ударов и систематических боевых действий авиации. Основной упор при применении средств воздушного нападения в ходе операции, возможно, будет нацелен на нанесение преимущественно точечных ударов с широким использованием высокоточного оружия по объектам военной и гражданской инфраструктуры с преимущественным применением крылатых ракет морского и воздушного базирования [2].

Для выявления проблемных вопросов подготовки и ведения оборонительной операции оперативного объединения целесообразно наряду с формами и способами применения авиации проанализировать сущность, основные формы и применяемые способы

наступательных действий сухопутных войск иностранных государств.

Анализ научных статей [6, 7] указывает на то, что прообразом современной общевойсковой операции и прелюдией военных действий будущего считается операция «Буря в пустыне», в ходе которой наступательные действия многонациональных сил (МНС) характеризовались высокой активностью, глубоким огневым поражением и «вертикальным» (по воздуху) охватом противника. Особенностью действий МНС было то, что начало наступления соседних дивизий осуществлялось с интервалом от одного до двух часов. При этом следует отметить, что выбор направления главного удара (НГУ) осуществлялся с учетом уязвимых мест в группировке противника, а в последующем на данных направлениях подготавливались так называемые «окна для действий», которые преднамеренно создавались огнем и маневром своих сил и средств [3]. Кроме того, в полосах наступления (перед фронтом и на флангах) объединений и соединений МНС действовали вертолетные рейдовые отряды, представляющие собой воздушно-наземные тактические группы в звене «рота – батальон». Они выполняли следующие задачи: сковывание выдвигавшихся подразделений и частей иракских войск из состава вторых эшелонов (резервов); нанесение внезапных ударов по танковым и механизированным колоннам; блокирование путей отхода иракских формирований; дезорганизация системы управления и деятельности тыла; отвлечение сил и средств противника от решения главных задач и оказание психологического воздействия на его личный состав. В тылу иракских войск действовали подразделения специального назначения (СПН), которые выводили из строя важные узлы коммуникаций, пункты управления, РЛС и средства ПВО, осуществляли целеуказание и наведение авиации на цели, доразведку и оценку эффективности наносимых ударов [3].

В целях содействия главным силам ударных группировок, наступавших с фронта, наращивания темпов наступления путем создания угрозы противнику с различных направлений, и в первую очередь в тылу, широко применялись оперативные, тактические, воздушные, аэромобильные и морские десанты.

Всего в составе группировки десантных войск МНС, действовавших в зоне Персидского залива в ходе операции «Буря в пустыне», были задействованы 82-я воздушно-десантная дивизия и 101-я воздушно-штурмовая дивизия США, 4-я аэромобильная дивизия Франции, воздушно-десантная бригада Египта. Всего 23 парашютно-десантных и воздушно-штурмовых батальона. При этом в качестве воздушных десантов были применены суммарно лишь 10 батальонов, а остальные в виде аэромобильных десантов и рейдовых вертолетных отрядов [3].

В последующем опыт проведения операции «Шок и трепет» подтвердил взгляды руководства военных специалистов иностранных государств на возможности сухопутных войск в современных условиях. Характерной особенностью этой операции явилось то, что главные силы иракской армии в основном опирались на очаги обороны в крупных городах, а в промежутках между ними оборона не была достаточно устойчивой. Поэтому в ходе наступления очаги обороны войсками коалиции обходились, а затем блокировались, что не влияло на темпы их продвижения (20–55 км в сутки) вглубь страны и выхода к важным административно-политическим и экономическим центрам, обеспечив тем самым выполнение стоящих перед войсками задач [6].

Таким образом, вышеприведенный анализ форм и способов применения войск в современных операциях указывает на изменения характера вооруженной борьбы, которые основываются на использовании политических, дипломатических, экономических и других невоенных мер в сочетании с применением военной силы и включает:

снижение военно-экономического потенциала государства поражением критически важных объектов его военной и гражданской инфраструктуры;

ведение вооруженной борьбы одновременно в воздухе, на земле, на море и информационном пространстве в сочетании с высокоманевренными бесконтактными

боевыми действиями межвидовых группировок войск, массированным применением ВТО, широкомасштабным использованием ССО, а также роботизированных комплексов и оружия на новых физических принципах;

одновременное воздействие имеющимися силами и средствами на войска и объекты противника на всю глубину его территории;

управление силами и средствами в едином информационном пространстве;

применение асимметричных и непрямых действий;

участие в боевых действиях военно-гражданского компонента [7].

Исследованиями, проведенными авторами, установлено, что изменения характера вооруженной борьбы обуславливают дальнейшее развитие форм и способов применения сил и средств в операциях.

Так, анализ хода ведения современных наступательных операций, в первую очередь способов применения войск, позволяет сделать вывод, что военные специалисты отходят от классической формы применения сухопутных войск, когда соединениям и частям определялись узкие участки и полосы боевых действий, в пределах которых сосредоточивались все силы и средства, а группировки войск и их оперативное построение осуществлялось эшелонированно для наращивания усилий по мере овладения каждым рубежом. При этом войска продвигались вперед и последовательно вытесняли противника с занимаемых рубежей.

И сегодня наступление является основным решающим видом действий войск, единственным средством, позволяющим навязать свою волю противнику и перехватить инициативу, а также захватить участки территории, важные в политическом и экономическом отношении центры (районы) противника. Его ведение возможно в форме воздушной наземной наступательной операции. Нанесение поражения противнику будет осуществляться как на оперативном, так и тактическом уровне стратегическими и оперативными средствами, находящимися вне зоны поражения противника.

Способы ведения наступательных действий могут заключаться, в первую очередь в одновременном поражении противника на всю глубину оперативного построения его войск.

В ходе ведения операции соединения и части противостоящих сторон будут избегать прямых столкновений с противником, обходя и блокируя очаги сопротивления, используя промежутки между ними, с минимальными потерями выходя к объекту (цели) операции (боя). При этом действия войск планируется сочетать с широкомасштабным проведением мероприятий по информационному противоборству, применением сил специальных операций и иррегулярных формирований. Кроме того, немаловажное значение, по мнению иностранных военных специалистов, играют физико-географические условия территории государства и ее оперативного оборудования, на территории которого ведутся боевые действия, и их влияние на подготовку и ведение наступательной операции.

Наряду с вышеизложенными вопросами подготовки и ведения операций оперативным объединением, условиями оперативно-тактической обстановки, нельзя не учитывать такого фактора, как применение ССО противника и иррегулярных формирований при развязывании и в ходе военного конфликта. При этом немаловажное значение должно уделяться учету возможных военных и других угроз безопасности и территориальной целостности, сложившейся социально-экономической и военно-политической обстановки в государстве и прилегающих к его границам регионах. Следовательно, выбор форм и способов применения вооруженных сил иностранных государств в современных условиях, вероятнее всего, будет определяться военно-политической обстановкой, спецификой поставленных задач, составом развертываемых на нем группировок войск и сил, характером действий противоборствующей стороны.

Таким образом, анализ изменения взглядов военных специалистов на характер и способы ведения современных операций, формы применения и способы действий войск позволил выявить ряд вопросов, разрешение которых требует от военной науки

уточнения отдельных теоретических положений оперативного искусства и тактики. В первую очередь это связано с пересмотром подходов к построению обороны и содержанию способов действий войск оперативного объединения в оборонительной операции, которые позволят обеспечить высокую активность и устойчивость обороны с учетом не только его состава и боевых возможностей, но и физико-географических условий операционного направления предстоящих действий. Кроме того, учитывая опыт ведения боевых действий не только многонациональными силами и войсками коалиций в Ираке, Ливии, Сирии, Афганистане, но и Советскими войсками в Афганистане, российскими войсками в Чечне и Южной Осетии, необходимо разработать и обосновать организационную штатную структуру соединений, подразделения которых способны действовать самостоятельно и автономно на изолированных направлениях.

Список литературы

1. Копытко, В. К. Эволюция оперативного искусства / В. К. Копытко // Воен. мысль. – 2007. – № 12. – С. 60–68.
2. Чекинов, С. Г. Военное искусство на начальном этапе XXI столетия: проблемы и суждения / С. Г. Чекинов, С. А. Богданов // Воен. мысль. – 2015. – № 1. – С. 32–43.
3. История военного искусства. Операция многонациональных сил против Ирака в 1991 году: модель войны будущего: учеб. пособие / В. И. Шатько [и др.]. – Минск: ВА РБ, 2011. – 247 с.
4. Операция НАТО «Союзническая сила» в Югославии (март – июнь 1999 года): учеб. пособие / В. И. Шатько [и др.]. – Минск: ВА РБ, 2003. – 90 с.
5. Синявский, В. К. Влияние принципов «Сетецентрической войны» на управление войсками (силами) / В. К. Синявский // Наука и воен. безопасность. – 2010. – № 4. – С. 2–8.
6. Герасимов, В. В. Основные тенденции развития форм и способов применения Вооруженных Сил, актуальные задачи военной науки по их совершенствованию / В. В. Герасимов // Вест. акад. воен. наук. – 2013. – № 1(42). – С. 24–29.
7. Белоконь, С. П. Частные военные компании: мировой исторический опыт и современные перспективы для России / С. П. Белоконь, А. В. Бытьев, Л. А. Смирнова // Воен. мысль. – 2015. – № 1. – С. 60–66.
8. Киселев, В. А. Гибридные операции как новый вид военного противоборства / В. А. Киселев, И. Н. Воробьев // Воен. мысль. – 2015. – № 5. – С. 41–48.

*Сведения об авторах:

Василевский Валерий Борисович,
 Воронище Виталий Анатольевич,
 Анеметов АкмыратАганиязович,
 УО «Военная академия Республики Беларусь».
 Статья поступила в редакцию 01.06.2015.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 351.86:355

С. В. Верлуп*

В статье обосновывается актуальность выделения в системе отечественной военной безопасности такой самостоятельной подсистемы, как «приграничная военная безопасность». Формулируются содержание данного понятия и сообразные предложения по совершенствованию теоретических аспектов обеспечения военной безопасности Республики Беларусь на Государственной границе в современных условиях.

This article is proving the relevance of selecting in the national military security system an independent sub-system such as «pre-border military security». This concept's content is being defined and some proposals for upgrading the theoretical aspects of providing military security of the Republic of Belarus on the National border in modern conditions.

В Концепции национальной безопасности Республики Беларусь (далее – Концепция) перспективы состояния военной составляющей определяются с позиций того, что тенденции развития Европейского региона свидетельствуют об отсутствии в настоящее время военной угрозы Республике Беларусь. Вместе с тем для нашей страны сохраняется военная опасность на уровне рисков и вызовов, обусловленная наличием объективно существующих источников военной угрозы [1]. Но, как подчеркивает Президент страны А. Г. Лукашенко, в настоящее время обстановка вокруг Беларуси «существенно изменилась, кардинально претерпели трансформацию формы и способы ведения не только борьбы, но и войны... Пожалуй, никогда еще в современной истории взгляды на военное дело не менялись столь радикально и быстро. И никогда еще конфликты не вспыхивали и не развивались так непредсказуемо и стремительно. Это, к сожалению, наша реальность, в которой мы живем и на которую мы не просто должны реагировать, а делать соответствующие выводы и практические шаги» [2]. Глава государства также отмечает, что силам обеспечения национальной безопасности «все чаще приходится сталкиваться с ситуациями, ранее не имевшими аналогов... Возникают так называемые гибридные угрозы, размывается понятие территориальной целостности государства. Широкое распространение получает разрабатываемая западными экспертами стратегия не прямых действий, в которой особая роль в достижении целей предоставляется неправительственным организациям радикальной направленности и другим подобным организациям» [2].

В качестве одного из актуальных факторов обстановки Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко отдельно выделяет «наращивание военного потенциала НАТО вдоль западных границ Беларуси... Растущее количество мероприятий подготовки сил Североатлантического союза, усиление разведывательной деятельности, развертывание военных объектов на территории Польши и стран Балтии позволяют сделать вывод о том, что Запад целенаправленно продолжает делать ставку на военную силу для обеспечения своих геополитических интересов» [1].

Объективно, что в указанных условиях для характеристики особенностей обстановки стали активно применяться новые понятия, одним из которых является **приграничная военная безопасность**. При этом необходимо отметить, что в отечественных разработках данный аспект проблемы сегодня не выделен и не исследуется в качестве самостоятельного вопроса, в связи с чем нами и обращается внимание на необходимость безотлагательного осмысления указанного противоречия.

Полагаем, что обозначенная проблематика должна исследоваться в научно-методологическом и организационно-правовом поле Концепции и Военной доктрины Республики Беларусь [3]. В данном контексте первым исходным пунктом выступает опора

на содержание раскрываемого Концепцией понятия «военная безопасность» как состояния защищенности национальных интересов Республики Беларусь от военных угроз; вторым – то, что приграничную военную безопасность необходимо рассматривать как сложное системное образование. Данный подход позволяет вести речь о том, что это понятие (пока без раскрытия его сущности и содержания) объективно есть новый продукт, полученный в рамках взаимодействий смысловых основ системных понятий Концепции более высокого уровня.

На этом основании представляется правомерным использовать следующие методологические подходы: а) процесс формулировки значения понятия приграничной военной безопасности должен подчиняться закону доминирования общего над частным; б) в силу этого приграничная военная безопасность Республики Беларусь есть подсистема, которая (хотя и обладает относительной самостоятельностью) в обязательном порядке подчиняется закономерностям функционирования систем более высокого порядка – системы «военная безопасность», которая, в свою очередь, является компонентом системы «национальная безопасность». В комплексе эти подходы обеспечивают выполнение требования целостности, так как субординационная роль исходных понятий (прежде всего, по вертикали) бесспорна – понятие «военная безопасность» является подчиненным понятию «национальная безопасность»; «приграничная военная безопасность» – подчиненным понятию «военная безопасность». Поэтому процесс формирования содержания и сущности искомого термина должен осуществляться на основе соответствующих общих правил логики.

Эти положения и выступают основой выделения из сущности военной безопасности Республики Беларусь следующих аспектов, являющихся, по нашему мнению, теоретико-правовыми основами выработки содержания искомого понятия.

1. Пространственные границы системы военной безопасности. Военная безопасность Республики Беларусь – это система, и, как каждая система, она имеет свои границы функционирования – пространственные, временные и качественные¹. Пространственная граница системы указывает на расположение ее элементов и системы в целом в пространстве, в связи с чем принципиальными являются следующие моменты:

а) пространственная граница данной системы в международно-правовом оформлении и понимании совпадает и проходит по линии государственной границы, которая становится в этом случае внешней границей системы военной безопасности страны;

б) в этом значении внешняя граница очерчивает на местности периметр того конкретного пространства, в пределах которого государство призвано защищать, и в первую очередь в случае применения против него военной силы, такие основополагающие институты, как независимость, территориальная целостность и суверенитет;

в) внешняя (она же государственная) граница системы военной безопасности констатирует (именно констатирует) статус территории государства не просто в системе физико-географических, а прежде всего – системе геополитических, геостратегических, региональных координат и на этой основе – роль и значение Республики Беларусь как субъекта международного права в регламенте мировой системы обеспечения всеобщей и региональной военной безопасности, а также системе отношений с другими странами,

¹ **Временная граница системы** характеризует период ее существования как целостной системы во времени; **качественная** (на основе избранных критериев) – определяет характер взаимодействия системы с внешней средой, прежде всего интенсивность и параметры возмущающих воздействий, пороговые значения индикаторов, характеризующих устойчивость и направленность развития, сохранение системой заданной сущности и содержания. Более подробно содержательные аспекты данных границ не рассматриваются в связи с тем, что их характеристики являются не существенными для формирования точки зрения на теорию раскрываемого вопроса.

в том числе в составе союзов (сообществ). Наша страна в регионе представляет собой своеобразный «европейский перекресток»: с одной стороны, соприкасается с границами такого гиганта мирового уровня, как ЕС, НАТО, входя составной частью в создаваемое единое экономическое, оборонное и таможенное пространство в формате «Беларусь, Россия, Казахстан», с другой – ее территория, занимая промежуточное положение, является важным звеном в системе связей и отношений между ЕС, НАТО и Российской Федерацией.

В указанных условиях самостоятельный и особый статус в регионе приобрел и сохраняет западный участок Государственной границы Республики Беларусь с Польшей, Литвой, Латвией (1200 км), по сути – с ЕС и НАТО. Этот участок в периметре внешних границ Союзного государства объективно стал в Европейском регионе частью нового геополитического рубежа (несомненно, с примыкающим к нему участком Государственной границы Российской Федерации со странами Балтии и Польшей), объективно являющегося линией соприкосновения и одновременно разделения военно-политических и экономических пространств, интересы которых в ряде случаев не совпадают. Соответственно международные отношения с нашей страной зарубежные субъекты, и прежде всего соседние западные государства, как участники единого экономического и военного пространства ЕС и НАТО, формируют по всем направлениям сообразно заданным стандартам (как правило, «двойным» и даже «тройным») и установкам со стороны руководящих органов указанных институтов. При этом отдельным и самостоятельным аспектом проявлений таких отношений на западном участке внешней границы системы военной безопасности Республики Беларусь выступает и останется на перспективу информационный компонент как самостоятельная составляющая военной угрозы. Его проявления носят специфический характер и требуют отдельного учета в обстановке.

2. Взаимодействие системы военной безопасности с внешней средой.

Общепринято, что в самом общем виде любая система имеет «вход», где она получает вещество, энергию или информацию из среды (их называют ресурсами), и «выход», на котором среда получает из системы результат деятельности (конечный продукт). Исходя из этих положений, считаем возможным вести речь о том, что внешняя граница системы военной безопасности Республики Беларусь является элементом, выполняющим функцию «входа» – получения ресурсов, прежде всего информации, необходимых для организации эффективного управления процессом ее функционирования. Указанный элемент обладает функциональной полнотой, но при этом является системообразующим компонентом структуры национальной безопасности, что еще раз подтверждает логичность послышки о том, что внешнюю границу системы военной безопасности Республики Беларусь правомерно рассматривать в качестве самостоятельной подсистемы и обозначать понятием «приграничная военная безопасность». Актуальность осмысления данного аспекта считаем возможным подтвердить следующими аргументами:

а) *с точки зрения организации надежной защиты* какого-либо объекта в территориальном пространстве его функционирования теория определяет такой метод, как разделение этого пространства (условно от центра, которым является сам объект) на *зоны обеспечения безопасности – дальнюю, среднюю и ближнюю*. Главная задача «дальней зоны», в качестве которой в нашем случае выступает приграничная военная безопасность, – определить рубежи обнаружения еще на дальних подступах внешних угроз национальной безопасности в военной сфере;

б) *в плане эффективного управления социальной системой* крайне важна организация получения информации об изменениях внешней среды (обстановки), прежде всего о признаках изменений, указывающих на возникновение возможных опасностей для нормальной и устойчивой жизнедеятельности данной системы и позволяющих не только обнаружить, но и распознать эти возможные опасности.

3. Опасность как исходная основа понятия «безопасность». В нашей логической цепочке это – национальная, военная, приграничная военная безопасность. Исключая

объективно имеющиеся дискуссионные аспекты трактования и использования этой актуальной категории, отметим наиболее продуктивные, по нашему мнению, положения:

а) понятие опасности осмыслено применительно только к организованной системе и предполагает наличие внешнего или внутреннего источника возможного ущерба, для противодействия которому данной системе не хватает сил, средств и методов;

б) опасность по определению есть системный эффект. Она, хотя и порождается дефицитом сил и средств нашей деятельности, всегда привязывается к особенностям внутренней структуры и/или внешним связям данной системы;

в) опасность может характеризоваться наличием *угрозы*, *риска* и *вызова* системе, которые должны пониматься (трактоваться) данной системой однообразно.

Отметим, что Концепция в сфере исследуемого нами вопроса раскрывает содержание понятия *угроза национальной безопасности*. Это потенциально или реально существующая возможность нанесения ущерба национальным интересам Республики Беларусь. В то же время данный правовой акт также использует и такие характеристики опасности, как *риск*, *вызов* и *ущерб*, но без раскрытия содержания.

Такая ситуация является важным принципиальным моментом, требующим уточнения на предмет единого понимания, для чего считаем продуктивным использовать подходы, базирующиеся на раскрытии содержания указанных понятий путем использования категории «признак» [4–6]. Они не противоречат общей методологии Концепции и с этой точки зрения:

угроза – признак *непосредственной опасности* нанесения ущерба *неточно определенного содержания или тяжести, возможности парирования которой точно не установлены*;

риск – признак *потенциальной опасности* понести ущерб *определенной тяжести и содержания*;

вызов – признак *реальной опасности*, которая *требует реагирования в целях предупреждения и/или снижения возможного ущерба*;

ущерб – *изменение свойств и /или условий существования системы, затронувшее ее сущностные характеристики*, в результате которых снижена ее *устойчивость* или *стабильность*¹.

4. Военная безопасность и военная угроза. Военная безопасность на основе Концепции – это состояние защищенности национальных интересов Республики Беларусь от военных угроз.

Под *военной угрозой* Республика Беларусь, следуя нормам международного права, понимает *действия другого государства (других государств), экстремистских, религиозных, сепаратистских движений, организаций, расположенных на территории другого государства (других государств), указывающие на реальное намерение применить вооруженную силу против Республики Беларусь*. Важно, что в Концепции указано, что тенденции развития Европейского региона свидетельствуют об отсутствии в настоящее время военной угрозы Республике Беларусь. Вместе с тем для нашей страны сохраняется *военная опасность* на уровне *рисков* и *вызовов*, обусловленная наличием объективно существующих источников военной угрозы.

Используя вышерассмотренные подходы, полагаем возможным в данном контексте предложить следующие определения:

¹ **Устойчивость** – это способность системы сохранять свои основные характеристики, несмотря на воздействие разрушительных различных факторов через включение обратных связей, приводящих к ослаблению неблагоприятных последствий, или вследствие естественной эластичности и сопротивляемости по отношению к неблагоприятным внешним воздействиям. **Стабильность** – это длительное сохранение сущностных свойств либо в связи с отсутствием заметных негативных воздействий на систему, либо в связи с обеспечением устойчивости по отношению к таким воздействиям в течение длительного срока.

риск военный – признак *потенциальной военной опасности* понести ущерб определенной тяжести и содержания;

вызов военный – признак *реальной военной опасности*, которая требует реагирования в целях предупреждения и/или снижения возможного ущерба.

5. Источники и носители военной угрозы. Концепция определяет, что *источник угрозы национальной безопасности* – это фактор или совокупность факторов, способных при определенных условиях привести к возникновению угрозы национальной безопасности. В то же время очевидно, что большинство факторов социальной практики возникают в результате функционирования общественно-производственных систем, созданных людьми сознательно, для достижения конкретных целей и решения реальных задач. При этом в процессе формирования таких систем объективно существует разделение на силы, их создающие и реализующие.

Выше было раскрыто, что угроза есть характеристика опасности как системного объекта, в силу чего угроза сама сохраняет системные свойства. Следовательно, сила, создающая угрозу как системный объект, – это источник угрозы. Но есть также сила, которая реализует, обеспечивает функционирование такой системы, которую, по нашему мнению, логично определять как носитель угрозы; источники и носители угроз – развивающиеся системные объекты.

На основании приведенных посылок считаем правомерными следующие уточнения с точки зрения обеспечения военной безопасности.

Источник военной угрозы – это субъекты-системы в лице высших органов власти и управления государства (государств), которые формируют базовые доктрины, концепции, теории обеспечения его национальной безопасности в военной сфере на внешнем и внутреннем уровне, вырабатывают соответствующую политику, стратегию и тактику их реализации и создают для этого требуемый аппарат сил и средств.

С точки зрения роли в системе управления источник угрозы – это субъект управления; объектом управления выступает военная организация, так как последняя была и остается главной основой и гарантом обеспечения национальной безопасности современного государства.

Носитель военной угрозы – это система *конкретных действующих субъектов* военной организации, т. е. реализующих на практике установки вышестоящих структур в рамках наделенных полномочий, функций, целей и задач. Характеристика «действующий» является очень важным признаком носителя угрозы; через него можно осуществлять осмысление природы и поведения конкретного носителя, соответственно факторов, выступающих причинами возникновения военных угроз (данный аспект рассмотрим ниже), а также уточнить перечень их носителей.

Исходя из Концепции и используя указанный признак, а также вышеперечисленный набор источников, считаем логичным вести речь о том, что объективно существующими *носителями военных рисков и вызовов Республике Беларусь* являются:

а) субъекты военной организации государств (коалиций государств), осуществляющие действия, указывающие на реальное намерение применить вооруженную силу против Республики Беларусь (признаки таких действий – внешняя военная угроза). Практическая реализация носителем такой угрозы может проявляться в реальных действиях, например, конкретных субъектов военной организации, участвующих в наращивании военной инфраструктуры вблизи границ Республики Беларусь, в силу чего нарушается существующий баланс сил и средств не в пользу нашей страны;

б) экстремистские, религиозные, сепаратистские движения, организации, расположенные на территории другого государства (других государств), осуществляющие действия деструктивного характера, в том числе с реальным применением военной силы, в результате которых возникает опасность жизни и здоровью граждан, независимости, территориальной целостности, суверенитету и существованию государства.

6. Теоретико-методологическая основа познания военной угрозы. Выделение этого аспекта обусловлено тем, что, по мнению современных экспертов, военные угрозы сегодня характеризуются признаком «гибридные». Для уяснения его сущности продуктивным подходом считаем использование в комплексе таких методов, как рассмотрение угрозы в единстве общего, особенного и единичного, движения от абстрактного к конкретному, исторического и логического, моделирование.

В плане понимания *общей природы военной угрозы* сегодня бесспорной признается следующая точка зрения: угрозы суверенным государствам в современных условиях: эволюционируют, видоизменяются и носят трансграничный характер; отличаются динамизмом, комплексным и взаимосвязанным воздействием на состояние их национальной безопасности одновременно по нескольким направлениям. Понятие пространства реализации военных угроз (театра войны), которое может быть реальным и искусственно созданным, утрачивает свое исключительно географическое значение и определяется как пространство, объединяющее даже разделенные сотнями километров участки суши и акватории, атмосферу, космос, а также информационную среду.

В отношении *особенностей тенденции реализации военной угрозы* интерес представляют результаты обобщения существующих за рубежом концептуальных взглядов на источники возникновения, сущность и характер военных конфликтов¹ в среднесрочной и долгосрочной перспективе, позволяющие сделать вывод о том, что при *уменьшении вероятности развязывания широкомасштабной войны* с применением ядерного оружия *вероятность возникновения военных конфликтов регионального и локального характера не снизится* [7–8]. Уже сейчас наблюдается устойчивая тенденция проявления такой угрозы именно на региональном уровне.

Будучи *функциональной моделью действий носителей*, внешняя военная угроза, риск и вызов должны рассматриваться как вектор, имеющий соответствующие географические координаты: внешнюю исходную точку (источник формирования, конкретный носитель), маршрут прохождения с промежуточными рубежами, первым из которых является внешняя граница системы военной безопасности (государственная граница) и конечный объект направленности, который, по сути, есть объект защиты. Исходя из «длины вектора» (расстояния от источника, носителя угрозы, риска вызова до объекта защиты) они могут быть классифицированы как угрозы, риск, вызовы приграничной военной безопасности (от линии государственной границы (воздушного пространства) на глубину приграничной территории) и национальным интересам в военной сфере (на всю глубину территории). При этом угрозы, риски, вызовы военной безопасности могут также быть межгосударственными (вектор пересекает государственные границы двух стран); региональными (в рамках региона стран); трансграничными (международными) – вектор угрозы проходит «транзитом» через несколько стран, континентов.

По нашему мнению, познание гибридной сущности военной угрозы должно базироваться на осмыслении такой сложной и дискуссионной категории, как «война», являющейся самостоятельной областью сложных общественных отношений. Этой проблеме посвящены многочисленные серьезные разработки зарубежных и отечественных исследователей, где само перечисление только приоритетных позиций, с которых она исследуется, говорит само за себя. Природа и сущность современной войны сегодня активно познаются не только с военной точки зрения, но и с точки зрения философии, экономики, духовной жизни, развития науки и техники, прав и свобод человека, психологии, медицины и биологии, с позиций образования, появления новых форм и методов проявления терроризма, в контексте создания «информационного общества», а также различных

¹ Нами разделяется точка зрения о понимании военного конфликта как военного столкновения, противоборства, формы разрешения противоречий между государствами, народами, социальными группами с применением военной силы. В широком смысле – всякая война, в узком – вооруженное столкновение, вызванное ущемлением суверенитета или прав того или иного субъекта. Исходя из этого военные конфликты подразделяются на войны и вооруженные конфликты [7].

предметных областей, выступающих самостоятельными актуальными направлениями научного поиска, например информационная война (борьба) и др.

В рамках же статьи на основе [9] автор под понятием «война» предлагает рассматривать следующие подходы, способствующие осмыслению гибридного характера сегодняшних военных угроз.

Во-первых, критерием понимания сущности и содержания войны избрать практические результаты, проявившиеся на территориях стран *постсоветского пространства* и продолжающие иметь место; полезными здесь также представляются характеристики войн, прошедших в других регионах мира, позволяющие использовать методы обобщения, сравнения и аналогии.

Во-вторых, в указанном пространстве (и опять же на основе имевшей место практики) современная война проявляется как системный объект, целостность которого обеспечивается в результате синтеза моделей следующих действий (сценариев):

1) «ненасильственных» технологий гражданского неповиновения в виде «цветных революций»;

2) непосредственно самих военных действий (кампаний, операций, других форм);

3) деятельности специальных служб (акции, операции, мероприятия влияния).

В отношении действий специальных служб, прежде всего разведывательных (специалисты сразу поймут, о чем речь), характерным сегодня является межстрановой маневр средствами влияния стратегического уровня.

Такую формулу войны в полной мере продемонстрировали и демонстрируют сегодня всем известные события в известных регионах и странах. Но главный вопрос в другом – будет ли и в каком содержании применяться данная модель действий в отношении Республики Беларусь и стран, с которыми наша страна установила и поддерживает долгосрочные стратегические контакты? Это обстоятельство, несомненно, становится приоритетным направлением анализа военно-политической обстановки как фактора прямого влияния на содержание и характер процесса обеспечения и национальной, и коллективной безопасности нашей страны.

На основании вышеизложенного под **приграничной военной безопасностью Республики Беларусь** предлагается понимать *состояние готовности и способности сил обеспечения национальной безопасности в военной сфере своевременно выявить и адекватно защитить жизненно важные интересы личности, общества и государства на государственной границе, акватории, в воздушном пространстве и приграничной территории, а также в информационной сфере от воздействий внешних источников и носителей военных рисков и вызовов.*

Рассмотренные положения позволяют также определить и ряд следующих приоритетных направлений практической реализации выработанных теоретических основ, в том числе в рамках научного сотрудничества военных ведомств и аналитических институтов Беларуси и России:

1. Разработка методик индикации военных (приграничных) опасностей, позволяющих на основе единых критериев (показателей, индикаторов) анализировать и оценивать состояния военной угрозы, риска, вызова в сферах их проявлений (суша, акватория, воздушное пространство), а также прогнозировать их (опасностей) развитие с точки зрения влияния на обеспечение национальной и коллективной безопасности.

2. Выделение в сфере научных исследований в качестве самостоятельного направления информационного компонента военной опасности, так как сегодня и в перспективе «огромное значение принимают информационные войны, активизация так называемых пятых колонн и формирование негативного общественного мнения с помощью СМИ и Интернета» [2].

3. Формирование банков данных (информационно-поисковых систем), необходимых для принятия решений, связанных с выбором варианта оптимальных действий по нейтрализации угроз, рисков и вызовов военной (приграничной) безопасности, а также

непрерывный анализ их состояния и прогнозирование тенденций развития. Проверенными практикой продуктивными формами систематизации информации являются досье, паспорт, формуляр или информационный кадастр на объект, в данном случае – на источник и носитель военной опасности.

Ввиду сложности изложения в рамках одной статьи всех аспектов даже общего взгляда на теорию приграничной военной безопасности Республики Беларусь нами были рассмотрены лишь ключевые из них. Хотя несомненно, что не менее важными аспектами также являются: ее политическая, экономическая и другие составляющие с точки зрения характера проявлений соответствующих этим сферам внешних угроз, рисков и вызовов; принципы обеспечения приграничной военной безопасности (прежде всего, особые и специальные); цели и задачи, формы и методы данной деятельности, другие составляющие, которые являются темой самостоятельных исследований и разработок.

Список литературы

1. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь от 9 нояб. 2010 г. № 575 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 1/12080.
2. В стране должны быть обеспечены военная безопасность и социально-политическая стабильность // Белорус. воен. газ. Во славу Родины. – 2014. – 17 дек. – С. 1; 3.
3. Об утверждении Военной доктрины Республики Беларусь: Закон Респ. Беларусь, 3 янв. 2002 г., № 74–З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 6, 2/826.
4. Сборник основных понятий, терминов и определений, используемых пограничными войсками государств – участников Содружества Независимых Государств в международной практике / под общ. ред. П. К. Мигачева. – М.: Граница, 1997. – 88 с.
5. Война и мир в терминах и определениях / под ред. Д. О. Рогозина. – М., 2004. – 624 с.
6. Гришин, М. Л. Проблемы пограничной политики государства и пути их решения: моногр. / М. Л. Гришин [и др.]. – М.: БДЦ-пресс, 2001. – 276 с.
7. Панов, М. Военные конфликты на рубеже 2030 года / М. Панов, В. Маневич // Зарубеж. воен. обозрение. – 2008. – № 1. – С. 3–15.
8. Панов, М. Военные конфликты на рубеже 2030 года / М. Панов, В. Маневич // Зарубеж. воен. обозрение. – 2008. – № 2. – С. 3–14.
9. Гапич, А. Э. Технологии цветных революций: моногр. / А. Э. Гапич, Д. А. Лушников. – М.: РИОР:ИНФРА–М., 2014. – 126 с.
10. Комов, С. А. О методологии оценки эффективности информационной борьбы / С. А. Комов // Воен. мысль. – 1997. – № 5. – С. 42–44.

*Сведения об авторе:

Верлуп Сергей Владимирович,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 30.07.2015 г.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 338.245

С. Е. Закутнев*

Повышение результативности государственной поддержки предприятий оборонно-промышленного комплекса требует создания эффективной административной структуры, развитого частного сектора и благоприятной инвестиционной среды. Развитие и модернизация предприятий комплекса и соответствующей инфраструктуры могут быть обеспечены реализацией приоритетных проектов, прямым бюджетным финансированием и привлечением значительных инвестиций.

Increase of productivity of the state support of the enterprises of a military-industrial complex demands creation of the effective administrative structure, the advanced private sector and the favorable investment environment. Development and modernization of the enterprises of a complex and the appropriate infrastructure can be provided with realization of priority projects, direct budgetary financing and attraction of significant investments.

Сложность трансформационных процессов в оборонно-промышленном комплексе (ОПК) проявляется в необходимости адаптации военного производства к изменяющимся потребностям рынка и условиям хозяйствования в режиме расширенного воспроизводства, технологического обновления предприятий и их инновационного развития. Для реализации этих целей необходимы формирование стратегий развития предприятий ОПК, предусматривающих усиление их инвестиционной активности, концентрацию ресурсов на ключевых направлениях научно-технического прогресса, формирование научно-производственных интегрированных структур, способных конкурировать на внутреннем и внешнем рынках. Внедрение таких механизмов требует соответствующих финансовых ресурсов, законодательного обеспечения и опытных кадров, а также государственного стимулирования [1]. Поэтому в рамках модернизации предприятий ОПК необходимо в максимальной степени использовать меры государственной поддержки в нужных объемах (наличными ресурсами или различными преференциями).

Вопрос о роли государства в его взаимоотношениях с предприятиями ОПК при определении приоритетов их развития является чрезвычайно важным. Понятно, что диктат в отношении производителей в рыночной экономической среде невозможен. Государство должно иметь и уметь применять инструменты преимущественно экономического влияния на ситуацию в ОПК. Необходима четкая фиксация границ и областей интересов государства и коммерческих интересов предприятий ОПК при концентрации ограниченных государственных ресурсов на тех направлениях, где позиции данных предприятий особенно сильны и существуют реальные возможности их укрепления и дальнейшего развития, а также на тех новых направлениях, развитие которых имеет для страны важное оборонное значение.

Эти области, как и сами приоритетные направления развития предприятий ОПК, не могут оставаться неизменными. Задача государственной промышленной политики заключается не столько в составлении и утверждении перечней приоритетов в области создания высоких технологий и инновационной продукции, сколько в формировании эффективной системы регулирования и самоорганизации высокотехнологичных предприятий, входящих в ОПК. Общественные потребности, трансформированные в рыночный государственный спрос, должны активно влиять на приоритеты развития предприятий комплекса. Вопрос состоит в том, как эффективно совместить рыночные интересы предприятий и потребности государства в создаваемой ими продукции. Для этого требуется действенная система уточнения приоритетов развития предприятий ОПК

на каждом этапе с учетом достигнутых результатов и их потенциальных возможностей.

Государственную поддержку предприятий ОПК целесообразно осуществлять главным образом в рамках реализации целевых стратегических проектов или государственных программ создания новых систем вооружения и военной техники. Реализация таких проектов и программ должна предусматривать внедрение в практику государственного регулирования организационно-правовых механизмов государственного и предпринимательского партнерства. При этом государство должно постепенно переходить от практики прямого финансирования инвестиционной деятельности ОПК к усилению косвенных методов регулирования ее развития, предоставляя государственные гарантии инвесторам.

Основными инструментами государственной политики в ОПК являются стратегии развития отраслей комплекса и федеральные целевые программы. В последние годы в целях комплексного и целенаправленного решения системных проблем ОПК были подготовлены и на государственном уровне приняты важнейшие основополагающие стратегические документы, открывающие перспективы качественно нового этапа развития комплекса: Военная доктрина, Стратегия национальной безопасности, Основы военно-технической политики, Основы государственной политики в области развития ОПК, Государственная программа вооружения на 2011–2020 гг. и другие.

В субъектном составе системы государственной поддержки предприятий ОПК можно выделить два типа органов. Прежде всего, это так называемые органы общей компетенции, для которых данное направление является частью их функций и полномочий: Президент Российской Федерации, Федеральное собрание, Правительство, ряд федеральных органов исполнительной власти, суды с их правозащитной функцией (особенно арбитражные суды), представительные органы государственной власти субъектов РФ, высшие должностные лица и коллегиальные органы исполнительной власти субъектов РФ, представительные органы муниципальных образований, главы муниципальных образований и местных администраций. С другой стороны, это специальные органы, в названиях которых фигурируют слова «поддержка», «предоставление субсидий», «инновации», либо органы, направленность деятельности которых видна из иных параметров. К ним примыкают специализированные учреждения государственного, муниципального или смешанного профиля.

Значительное обновление номенклатуры вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), запланированное в Государственной программе вооружения (ГПВ) на период 2011–2020 гг., увеличение в разы поставок техники нового поколения требуют технологического прорыва в сфере ОПК. Это предопределяет необходимость системного комплексного подхода к развитию ОПК, значительных инвестиций и новых управленческих решений, направленных в том числе на рациональное сочетание используемых механизмов государственной поддержки, повышение качества администрирования федеральных целевых программ. В настоящее время для обеспечения развития ОПК реализуется несколько федеральных целевых программ, направленных в первую очередь на обеспечение реализации ГПВ (рисунок).

Для переоснащения Вооруженных сил новым поколением ВВСТ предусматривается коренная технологическая модернизация ОПК. Это задача нового технологического уровня, требующая иных подходов и управленческих решений, значительных инвестиций и значимого государственного участия. Оказание государственной поддержки предусматривает разработку и реализацию мер как общесистемного, так и адресного характера по конкретным организациям ОПК (таблица).

Целевые меры прямой финансовой поддержки организаций ОПК включают субсидии:

- стратегическим организациям ОПК в целях предупреждения банкротства;
- казенным предприятиям ОПК;

организациям ОПК – головным исполнителям (исполнителям) государственного оборонного заказа (ГОЗ) на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в государственной корпорации «Банк

развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк));

организациям ОПК на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и государственной корпорации «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» на осуществление инновационных и инвестиционных проектов по выпуску высокотехнологичной продукции;

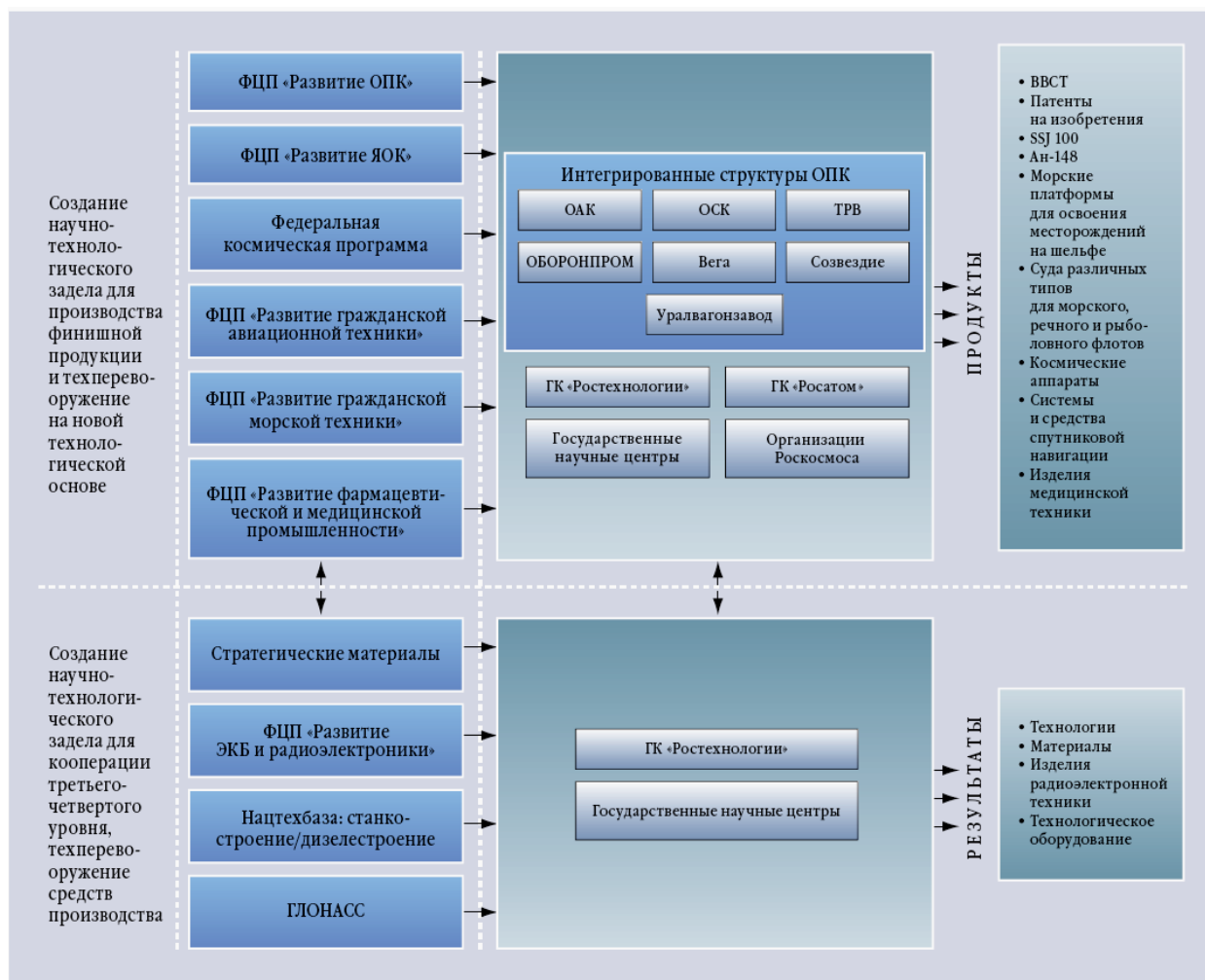


Рисунок. – Оборонно-ориентированные федеральные целевые программы [2]

российским производителям самолетов и вертолетов на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в государственной корпорации «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» в 2008–2011 гг. на техническое перевооружение на срок до 5 лет, а также части затрат на уплату лизинговых платежей за технологическое оборудование, поставляемое российскими лизинговыми компаниями по договорам лизинга, заключенным с 2006 г.;

организациям авиационной промышленности, осуществляющим деятельность в области самолетостроения, на компенсацию затрат на уплату купонного дохода по облигационным займам, привлеченным с предоставлением в 2010 г. государственных гарантий РФ;

российским организациям – экспортерам промышленной продукции военного назначения на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в ГК «Внешэкономбанк»;

российским организациям, предоставляемые на компенсацию части затрат, понесенных в 2013–2016 гг. на выполнение НИОКР, связанных с поддержкой развития

производства композиционных материалов (композитов) и изделий из них в рамках реализации такими организациями комплексных инновационных проектов по созданию высокотехнологичной продукции;

организациям ОПК на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в государственной корпорации «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» в связи с изменением условий военно-технического сотрудничества с иностранными государствами;

российским производителям авиационных двигателей на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в ГК «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» в 2008–2011 гг. на техническое перевооружение на срок до 5 лет, а также части затрат на уплату лизинговых платежей за технологическое оборудование, предоставляемое российскими лизинговыми компаниями по договорам лизинга, заключенным с 2006 г.;

открытому акционерному обществу «Производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие» на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях в 2006–2008 гг. на производство продукции для российских потребителей и в рамках ГОЗ.

Таблица. – Финансовое обеспечение мер государственной поддержки организаций ОПК, млн руб. [3]

Годы	Группа мер					
	Субсидии ОПК	Докапитализация ОПК	Субсидии госкорпорациям	Государственные гарантии ОПК	Прочие меры поддержки	Всего
2007*	1 800,000	6 800,000	–	–	3 000,0000	11 600,0
2008*	6 864,966	7 800,000	1 740,128	–	5 885,559	22 290,7
2009*	17 376,062	122 920,197	94 400,923	28 385,750	9 374,142	272 457,1
2010*	12 034,316	48 172,019	71 715,109	112 166,109	15 565,556	259 653,1
2011*	8 368,847	24 970,626	70 130,174	25 000,000	14 813,450	143 283,1
2012*	6 779,107	36 031,756	59 219,194	2 569,000	8 927,018	113 526,1
2013*	8 525,577	15 133,135	83 473,232	2 927,000	6 595,031	116 653,9
2014**	15 466,272	12 043,424	82 097,167	142 224,200	7 446,422	259 277,5
2015***	13 263,508	4 004,856	107 803,910	114 213,700	10 327,750	249 613,8
2016***	19 263,987	7 877,671	37 279,381	47 231,500	10 054,176	121 706,8
2017***	14 236,265	2 414,000	21 263,781	49 589,040	7 481,855	94 985,0

* Фактически исполнено (в соответствии с Федеральным законом «Об исполнении федерального бюджета»).

** Ассигнования, утвержденные сводной бюджетной росписью.

*** Ассигнования в соответствии с Федеральным законом «О федеральном бюджете на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов».

Адресная поддержка организаций ОПК осуществляется также посредством докапитализации – приобретения дополнительных акций, выпускаемых при увеличении уставного капитала, или взноса в уставный фонд (без учета средств, выделяемых в рамках ФАИП) в целях финансового оздоровления и реализации приоритетных проектов.

Государственные гарантии ОПК подразумевают предоставление гарантий Российской Федерации по исполнению организациями ОПК заемных обязательств и включают:

государственные гарантии РФ по кредитам, привлекаемым стратегическими организациями ОПК на осуществление основной производственной деятельности и капитальные вложения;

адресные государственные гарантии РФ по облигационным займам и кредитам организаций ОПК;

государственные гарантии РФ по кредитам, привлекаемым организациями ОПК

на реализацию проектов, осуществляемых в рамках федеральной целевой программы «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011–2020 годы».

Субсидии госкорпорациям осуществляются в виде имущественных взносов в целях обеспечения функционирования ОПК и включают:

субсидии Государственной корпорации по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростехнологии»;

субсидии Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».

К прочим мерам государственной поддержки, реципиентами которых в том числе являются организации ОПК, относятся:

субсидии на государственную поддержку развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства;

субсидии российским организациям – экспортерам промышленной продукции на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в ГК «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» в 2005–2013 гг.;

субсидии российским лизинговым компаниям на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в ГК «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» в 2008–2012 гг. на закупку воздушных судов с последующей их передачей российским авиакомпаниям по договорам лизинга, а также указанным компаниям и производителям воздушных судов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в ГК «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» в 2008–2012 гг. на приобретение тренажеров для российских воздушных судов.

В 2015 г. экономические условия выполнения заданий ГОЗ можно охарактеризовать как кризисные: ослабление национальной валюты, инфляционные процессы, неизбежный рост цен на сырье и комплектующие. В условиях системного экономического кризиса государство стремится поддержать предприятия ОПК и усиливает антикризисные меры по обеспечению их устойчивой работы.

Так, в целях адекватного реагирования в период наиболее сильного влияния неблагоприятной внешнеэкономической и внешнеполитической конъюнктуры Правительство РФ распоряжением от 27 января 2015 г. № 98-р утвердило План первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности (далее – План) [4]. В соответствии с Планом в 2015–2016 гг. предусматривается реализация мер, направленных на активизацию структурных изменений в российской экономике, стабилизацию работы системообразующих организаций [5] в ключевых отраслях и достижение сбалансированности рынка труда, снижение инфляции и смягчение последствий роста цен на социально значимые товары и услуги для семей с низким уровнем доходов, достижение положительных темпов роста и макроэкономической стабильности в среднесрочной перспективе.

Одним из ключевых направлений действий Правительства РФ в течение ближайших месяцев в соответствии с Планом является создание возможностей для привлечения оборотных и инвестиционных ресурсов с приемлемой стоимостью в наиболее значимых секторах экономики, в том числе при реализации ГОЗ. Кроме того, другим ключевым направлением действий Правительства в течение ближайших месяцев является поддержка импортозамещения и экспорта по широкой номенклатуре несырьевых, в том числе высокотехнологичных, товаров.

В рамках указанных направлений предусматриваются, в частности:

формирование механизма предоставления из федерального бюджета предприятиям промышленности (организациям ОПК – головным исполнителям ГОЗ и ключевым предприятиям кооперации), реализующим проекты импортозамещения, в том числе в рамках соответствующих программ, субсидий на компенсацию части затрат на уплату процентов

по кредитам, привлеченным в российских кредитных организациях на пополнение оборотных средств и (или) финансирование текущей производственной деятельности;

компенсация полностью или частично расходов, связанных с изменением валютных курсов, в том числе при закупке предприятиями ОПК импортных комплектующих в рамках ГОЗ, а также при финансировании проектов технологического перевооружения и реконструкции в части закупки импортного технологического оборудования в рамках ГОЗ;

предоставление Правительству РФ полномочий по установлению особенностей планирования и осуществления закупок импортного оборудования, работ, услуг за рубежом, в том числе в рамках крупных инвестиционных проектов, реализуемых государственными организациями и акционерными обществами, доля участия РФ в которых составляет более 50 %, либо инвестиционных проектов, которым оказываются меры государственной поддержки;

совершенствование системы предоставления государственных гарантий РФ в целях поддержки экспорта: упрощение условий и процедур предоставления государственных гарантий РФ в иностранной валюте для оказания государственной поддержки экспорта промышленной продукции; расширение действия государственных гарантий РФ по обязательствам нефинансового характера (исполнение экспортного контракта);

упрощение процедуры вывоза товаров, на которые не установлены запреты и ограничения, за счет ускорения и облегчения процедуры получения документов, подтверждающих отсутствие запретов и ограничений в отношении таких товаров;

утверждение и обеспечение реализации отраслевых программ (планов) импортозамещения.

Таким образом, в ближайшие годы курс Правительства РФ на поддержку импортозамещения и экспорта приведет к снижению импорта высокотехнологичной продукции.

Основу для применения новых инструментов реализации промышленной политики, в том числе в рамках содействия импортозамещению, создает Федеральный закон от 31 декабря 2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации», вступивший в силу с 30 июня 2015 г. [6].

Одним из таких инструментов является специальный инвестиционный контракт, который заключается между РФ в лице уполномоченного органа и инвестором, принимающим на себя обязательства по созданию или освоению производства промышленной продукции на территории РФ. Контракт заключается сроком на 10 лет и может предусматривать различные льготы по налогам и сборам, по арендным платежам за пользование государственным имуществом, льготные тарифы на товары, работы, услуги, подлежащие регулируемому ценообразованию. Это могут быть и иные льготы и преференции, которые предусмотрены действующим законодательством РФ. Этот механизм позволяет учитывать отраслевую специфику и применять меры государственной поддержки с учетом особенностей конкретных товарных групп разных отраслей промышленности. Специальные инвестиционные контракты планируется использовать в рамках проектов по локализации производств, а также при создании и развитии инфраструктуры. В итоге это позволит достичь целевых показателей импортозамещения.

Другим важным механизмом содействия импортозамещению можно считать созданный в соответствии с поручением председателя Правительства РФ от 28 августа 2014 г. Фонд развития промышленности (далее – Фонд). Фонд образован в целях стимулирования модернизации предприятий российской промышленности и производства ими конкурентоспособной продукции, обеспечивающей импортозамещение.

Ключевыми задачами Фонда являются повышение доступности займов для финансирования производственно-технологических проектов и создания новых производств на базе принципов наилучших доступных технологий, форсированное инвестирование в реальный сектор экономики.

Деятельность Фонда сконцентрирована на реализации механизма стимулирования

производственно-технологических и промышленных компаний в направлении разработки, внедрения и вывода на рынок новых продуктов, обеспечивающих конкурентоспособность компаний на мировом рынке, замещение импортных продуктов на российском рынке, повышении экологических и ресурсосберегающих характеристик технологий.

Для достижения субъектами промышленной деятельности указанных целей Фонд предоставляет целевой займ на период от 5 до 7 лет. Размер ставки по займам составляет от 5 % годовых. Процентная ставка определяется наблюдательным советом организации исходя из спроса и производственно-технологических возможностей компаний-претендентов.

Таким образом, государственная поддержка предприятий ОПК, безусловно, необходима, однако центр тяжести в решении проблемы соотношения государства и рынка нужно перенести на обеспечение их взаимной дополняемости, а не противопоставления одного другому. Особое значение в этом процессе приобретает создание системы финансирования предприятий ОПК, составные части которой могут иметь различное экономическое содержание. В нее должны быть включены как обычные кредитные инструменты, программно-целевые субсидии и контракты, так и различные фонды, которые могут обеспечить весьма значительное финансирование. Следует исходить из того, что взвешенная политика государства в этой сфере увеличивает роль и эффективность рыночных инструментов в экономике, способствует развитию конкуренции и таким путем создает новые возможности для развития предприятий ОПК. При этом нужно стремиться к более значительному вводу рыночных механизмов в общий процесс экономического регулирования деятельности предприятий ОПК, чтобы достичь поставленных перед ними целей с наименьшими издержками для потребителей и налогоплательщиков.

Список литературы

1. Караваев, И. Е. Некоторые аспекты организации инновационной деятельности в оборонно-промышленном комплексе Российской Федерации / И. Е. Караваев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://federalbook.ru/projects/projects/arhiv.html>.
2. Довгучиц, С. И. О развитии ситуации в ОПК в 2011 году, основных направлениях деятельности и задачах на ближайшую перспективу / С. И. Довгучиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-8/III/Dovguchic.pdf>.
3. Информационное агентство ТС ВПК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vpk.ru>.
4. Об утверждении плана первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году: распоряжение Правительства РФ от 27 января 2015 г. № 98-р.
5. Перечень системообразующих организаций: утв. Правительственной комиссией по экономическому развитию и интеграции от 5 февр. 2015 г. № 1.
6. О промышленной политике в Российской Федерации: Федеральный закон от 31 дек. 2014 г. № 488-ФЗ.

*Сведения об авторе:

Закутнев Сергей Евгеньевич,
Военный университет Министерства
обороны Российской Федерации, г. Москва.
Статья поступила в редакцию 30.04.2015 г.

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ К ТРЕБОВАНИЯМ ВСЕМИРНОЙ ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

УДК 339.324 + 351.72

Н. В. Кандыбко*

Вступление России во Всемирную торговую организацию обуславливает необходимость системного и комплексного анализа проблем адаптации российской контрактной системы к ее требованиям. Проведенный анализ показал, что система нормативного правового обеспечения и практика государственных оборонных закупок Российской Федерации не во всём соответствуют требованиям Соглашения о правительственных закупках ВТО, однако эти различия в большинстве случаев не имеют принципиального характера.

The introduction of Russia into the World trading organization causes necessity of the system and complex analysis of problems of adaptation of the Russian contract system to its requirements. The carried out analysis has shown, that the system of normative legal maintenance and practice of the state defensive purchases of the Russian Federation not in all correspond to requirements of the Agreement on governmental purchases WTO, however these distinctions in most cases have no basic character.

Каждая страна, вступающая во Всемирную торговую организацию, принимает пакет обязательных документов, в число которых входят многосторонние соглашения ВТО. Однако есть и так называемые факультативные соглашения, присоединение к которым не является обязательным; каждая страна принимает решение об участии в них самостоятельно [1]. Одним из них является Соглашение ВТО по правительственным закупкам. Международные правила данного вида торговли начали формулироваться только в конце прошлого столетия, поскольку в 1947 г. при заключении Генерального соглашения по тарифам и торговле (ГАТТ) – организации-предшественницы ВТО – государственные закупки были специально исключены из него. По мере развития международных экономических отношений государственные закупки становились частью мировой торговой системы. В связи с этим появилась необходимость разработки общих правил, которые обеспечивали бы прозрачность, конкурентоспособность и недопущение дискриминации в данном сегменте рынка и не противоречили бы интересам самих государств. Соглашение о правительственных закупках было подписано в 1979 г. на Токийском раунде многосторонних торговых переговоров.

Соглашение является одним из важных элементов системы права ВТО. К началу 2015 г. его подписали следующие страны: Армения, Канада, Европейский Союз, Китай (Гонконг), Исландия, Израиль, Япония, Республика Корея, Лихтенштейн, Нидерланды, Норвегия, Сингапур, Швейцария, Тайвань и США. Имеют статус наблюдателя 22 страны, в том числе Австралия, Аргентина, Китай, Саудовская Аравия, Турция и Украина.

Целями Соглашения по правительственным закупкам является развитие международной торговли, запрет дискриминации иностранных поставщиков, обеспечение прозрачности законодательства и применяемых процедур закупок [2].

Хотя присоединение к Соглашению является необязательным для членов организации, Рабочая группа по вступлению России в ВТО высказала пожелание, чтобы Российская Федерация сделала это. Кроме того, в докладе Рабочей группы от 16 ноября 2011 г. содержится положение о том, что Российская Федерация в ходе переговоров о членстве в ВТО высказала намерение присоединиться к Соглашению по закупкам в течение четырех лет с момента вступления в ВТО [3].

Присоединение России к Соглашению по закупкам может быть выгодно по нескольким причинам, основными из которых являются:

повышение прозрачности проведения процедур закупок и минимизация, насколько это возможно, проявлений коррупции;

повышение качества товаров, работ и услуг, приобретаемых посредством проведения процедур закупок;

возможность доступа отечественных производителей на рынки других участников Соглашения.

Однако Соглашение несет в себе и определенные риски для отечественных производителей, в частности, несмотря на их доступ на иностранные рынки государственных закупок, из-за низкой конкурентоспособности шанс получения ими контрактов невелик. Поэтому экономический эффект от доступа на иностранный рынок отечественных производителей может быть несоразмерен тем потерям, которые они понесут ввиду доступа иностранных поставщиков на российский рынок государственных закупок.

Участники Соглашения обязаны выполнять следующие процедурные требования:

проводить закупки, используя только механизм торгов;

обеспечить справедливое участие в торгах иностранных поставщиков;

считать победившим в торгах поставщика, предложившего лучшие условия контракта, признанного способным выполнить его.

Действия по размещению заказа для правительственных нужд именуются в Соглашении тендерными процедурами (торгами). Выделяются три их вида [4]:

ограниченные торги. В данном случае заказчик в индивидуальном порядке обращается к потенциальному поставщику. В целях исключения возможных злоупотреблений в Соглашении по закупкам приводится закрытый список случаев, в которых такой вид тендерных процедур может быть использован. Например, если товар или услуга могут быть поставлены (оказаны) только определенным поставщиком, или в случае отсутствия заявок на открытые либо выборочные торги, или же в случае крайней необходимости, вызванной обстоятельствами, которые заказчик не мог предвидеть;

селективная (выборочная) процедура торгов. В этом случае могут подать заявку лишь те поставщики, которые были приглашены к участию. При этом заказчики обязаны приглашать к участию максимальное количество иностранных поставщиков. Такое требование обусловлено целью обеспечения оптимальных условий для международной конкуренции. Гарантии обеспечения исключающих дискриминацию процедур и условий допуска иностранных поставщиков установлены непосредственно в Соглашении;

открытые торги. В случае открытой процедуры любые заинтересованные поставщики могут подать заявку на участие в тендере.

Процедуры торгов и иных способов закупки должны соответствовать определенным правилам. В частности:

запрещается предоставлять каким-либо поставщикам или группам поставщиков информацию о проведении госзакупок на льготных условиях;

информация о проведении торгов должна публиковаться в числе других и в международных изданиях на одном из официальных языков ВТО;

квалификационные требования должны быть едиными для всех поставщиков – участников процедур закупок;

при проведении торгов срок подготовки конкурсных заявок не должен быть менее 40 дней, в остальных случаях – не менее 25 дней;

устанавливаются требования к содержанию документации по торгам (конкурсной документации);

определены условия подачи и вскрытия конкурсных заявок, обеспечивающие соблюдение гласности и сохранности предложений;

принят ряд других условий, направленных на обеспечение конкуренции и прозрачности процессов госзакупок.

Вопрос о соотношении существующих процедур проведения закупок в РФ и в ВТО является одной из ключевых проблем, связанных с подписанием Россией Соглашения. Так,

одна из процедур, действующих в рамках ВТО, в настоящий момент не известна российской системе государственных закупок. Это селективные (выборочные) торги, при проведении которых подать заявку могут лишь те поставщики, которые были приглашены к участию самим заказчиком.

Однако Федеральный закон от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ и услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» предусматривает ряд существенных новелл и изменений, в том числе связанных со способами размещения заказов. В рамках контрактной системы (КС) приняты следующие «новые» процедуры: конкурс с ограниченным участием, двухэтапный конкурс и запрос предложений [5]. Наибольший интерес вызывает такая процедура, как конкурс с ограниченным участием, поскольку она наиболее близка по своей природе к процедуре селективных торгов в ВТО.

По нашему мнению, при небольшом изменении конкурс с ограниченным участием может стать аналогом селективных торгов при условии, если предквалификационный отбор участников будет происходить заранее и список допущенных участников будет размещаться в издании, определенном Приложением 3 Соглашения по закупкам.

Если обобщить зарубежный опыт, можно выделить следующие принципы госзакупок, закрепленные Соглашением и коррелирующие с законом № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ и услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»:

открытости и прозрачности информации о контрактной системе. Этот принцип является одной из ключевых особенностей КС и выражается в повышении уровня информационной открытости и усилении общественного контроля. Так, в рамках КС планируется создать единую информационную систему, которая будет представлять собой совокупность содержащейся в базах данных информации и включать в себя планы-графики закупок, информацию о закупках, реестр контрактов, реестр недобросовестных поставщиков, результаты аудита и контроля;

обеспечения конкуренции. Данный принцип предусматривает создание равных условий для конкуренции между производителями, поставщиками, подрядчиками, исполнителями при обеспечении государственных и муниципальных нужд в товарах, работах, услугах;

профессионализма заказчика. Этот принцип предусматривает осуществление деятельности заказчика на профессиональной основе с привлечением к работе квалифицированных специалистов, обладающих соответствующим опытом и знаниями;

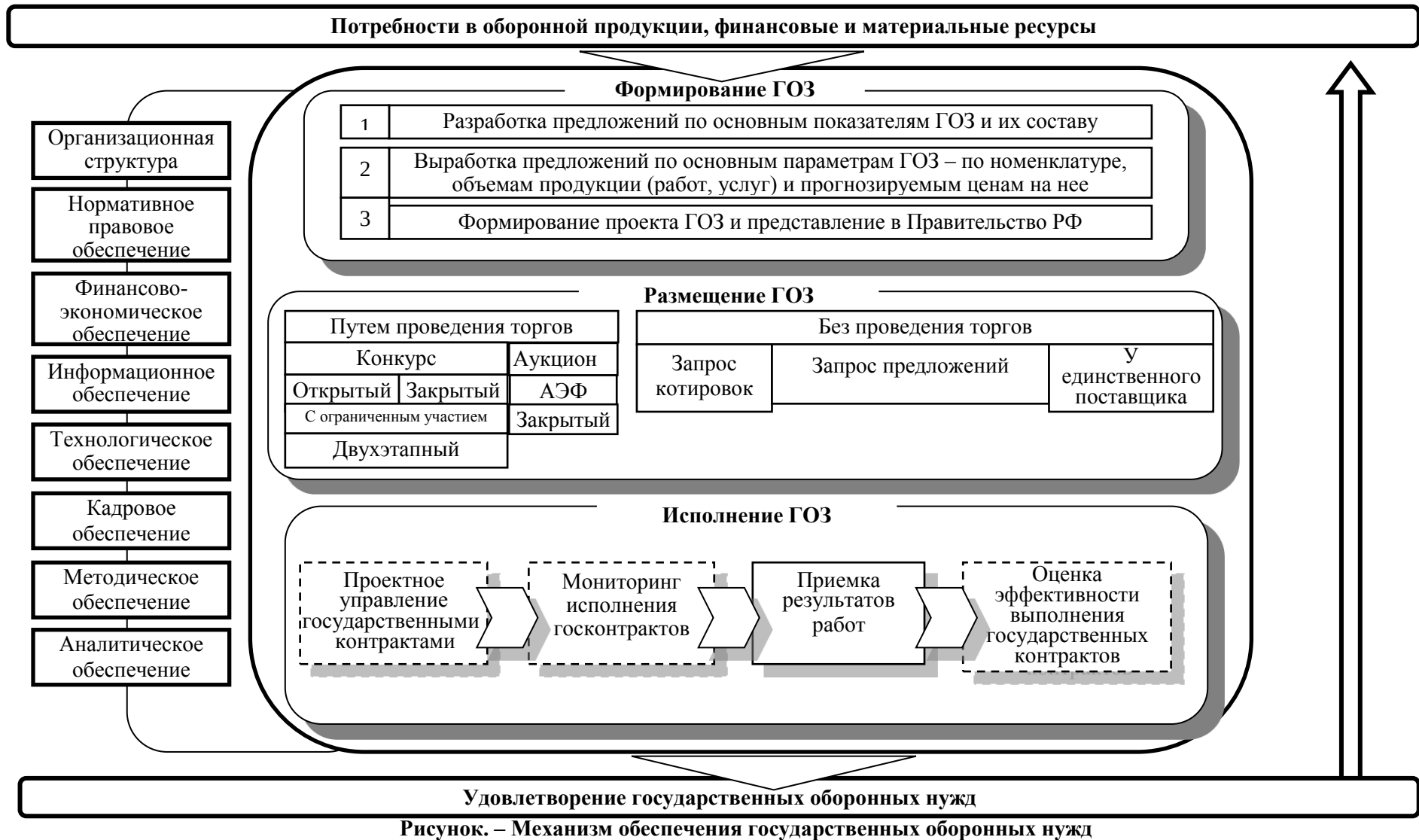
стимулирования инноваций. Заказчики при планировании и осуществлении закупок должны исходить из приоритета обеспечения государственных и муниципальных нужд путем закупок инновационной и высокотехнологичной продукции;

единства контрактной системы. Данный принцип основывается на единых подходах, позволяющих обеспечивать государственные нужды посредством последовательной и эффективной реализации этапов прогнозирования и планирования закупок товаров, работ и услуг для обеспечения государственных нужд, осуществления закупок, в том числе исполнения контрактов, а также аудита, надзора и контроля;

ответственности за результативность обеспечения государственных и муниципальных нужд, эффективность осуществления закупок. Суть данного принципа в том, что должностные лица заказчиков должны нести ответственность за результативность осуществления закупок и эффективность расходования бюджетных средств.

Присоединяясь к Соглашению, каждая страна определяет, на какие товары и услуги будет распространено его действие. Закупки военных ведомств выведены из-под действия Соглашения, однако их закупки невоенного характера включены в Соглашение [2].

Рассматривая вопросы адаптации контрактной системы РФ в части выполнения ГОЗ к требованиям ВТО, необходимо отметить, что механизм обеспечения государственных оборонных нужд является наиболее сформированным компонентом этой системы. Именно здесь выработана четкая система планирования и приобретения вооружения, военной и специальной техники (см. рисунок).



Система основывается на документах концептуального характера, таких как «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года», «Основные направления строительства Вооруженных сил на период до 2020 года», «Основы военной-технической политики Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», Военная доктрина Российской Федерации, федеральный закон «О государственном оборонном заказе» и др.

Содержание этих документов является основой для разработки взаимоувязанных планов среднесрочного и долгосрочного развития системы вооружения.

Такая система планирования по своему потенциалу способна обеспечить оборонно-промышленный комплекс и Вооруженные силы всем необходимым для выполнения возложенных на них задач.

Какие-либо существенные изменения в этой системе не требуются, имеющиеся проблемы в сфере приобретения оборонной продукции лежат в плоскости размещения и исполнения государственного оборонного заказа.

Контрактная система означает прежде всего институциональную трансформацию размещения заказов. Она предусматривает: расширение перечня способов закупки с учетом особенностей закупаемой продукции; обоснование государственным заказчиком начальных цен при формировании заказа; создание условий для конкуренции, в том числе посредством применения антидемпинговых мер; определение таких квалификационных требований к участникам размещения заказа, как финансовая устойчивость, наличие ресурсов, сертификатов, лицензий, необходимых для выполнения контракта, опыта выполнения аналогичных контрактов. Эти изменения позволят повысить обоснованность отбора наилучших предложений по критерию «эффективность – стоимость – реализуемость», а также значительно сократить время размещения заданий ГОЗ за счет однократного проведения конкурсных процедур.

На этапе исполнения ГОЗ полностью реализован такой элемент КС, как приемка оборонной продукции, которая осуществляется военными представителями на основании «Положения об основных условиях поставки оборонной продукции», утвержденного решением ВПК при Правительстве РФ от 26.01.2011 г. № 1, а также ГОСТов РВ 15.306-2003, РВ 15.703-2005 и других документов.

Вместе с тем такие элементы КС, как проектное управление, мониторинг, оценка эффективности исполнения государственных контрактов, практически не применяются и требуют научного и методического развития в рамках функционирования механизма обеспечения государственных оборонных нужд.

Проведенный анализ показал, что система нормативного правового регулирования и практика государственных оборонных закупок Российской Федерации не во всех своих аспектах соответствуют требованиям Соглашения о правительственных закупках, однако эти различия в большинстве случаев не имеют принципиального характера:

1. Несовпадение подходов России и ВТО к вопросам государственных закупок обусловлено в первую очередь существенными различиями целевых установок. Для Российской Федерации – это устойчивое экономическое развитие страны, реализация внутренней и внешней национальной политики, защита территориальной целостности и обеспечение внешней и внутренней безопасности. Для ВТО – это развитие международной торговли, устранение излишних ограничений, обеспечение равных возможностей для поставщиков независимо от национальной принадлежности, разумная и необходимая для мирового сообщества помощь развивающимся, прежде всего наименее развитым, странам.

2. Как в законодательстве Российской Федерации, так и в рамках Соглашения о правительственных закупках предусмотрен приоритет конкурентного размещения государственных заказов. Более того, и в том и в другом случае приоритет отдается открытым торгам. Здесь между позициями Российской Федерации и ВТО серьезных расхождений нет.

3. Как в законодательстве Российской Федерации, так и в рамках Соглашения о государственных закупках помимо открытых торгов предусмотрены иные способы закупок с необходимой в определенных случаях ограниченной конкуренцией. Однако число способов закупок, применяемых в Российской Федерации, значительно выше, поскольку спектр задач, решаемых на национальном уровне, объективно значительно шире, чем международная торговля товарами, работами и услугами.

4. В российском законодательстве [6] установлены прямые ограничения на участие иностранных поставщиков и поставки зарубежной продукции для государственных оборонных нужд, что ограничивает применение правил ВТО в области обеспечения обороны и безопасности.

Список литературы

1. Центр экспертизы по вопросам ВТО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wto.ru/documents.asp>. – Дата обращения: 20.02.2015.
2. Соглашение по правительственным закупкам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902342965>. – Дата доступа: 07.03.2015.
3. Доклад Рабочей группы по присоединению Российской Федерации к Всемирной торговой организации от 16.11.2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/16816.html>. – Дата доступа: 10.01.2015.
4. Храшкин, А. А. Как вступление в ВТО отразится на системе госзакупок? / А. А. Храшкин // Московские торги. – 2013. – № 1.
5. О Контрактной системе в сфере закупок товаров, работ и услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федеральный закон от 5 апр. 2013 г. № 44-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/04/12/goszakupki-dok.html>. – Дата доступа: 15.05.2013.
6. О государственном оборонном заказе: Федеральный закон от 29 дек. 2012 г. № 275-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2012/12/30/zakon-dok.html>. – Дата доступа: 10.01.2013.

*Сведения об авторе:

Кандыбко Наталья Викторовна,
Военный университет Министерства обороны
Российской Федерации, г. Москва.
Статья поступила в редакцию 30.04.2015 г.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОЙСК

УДК 519.95.621.3

О. И. Литавор, Г. И. Рудозуб*

В условиях возрастания роли территориальных войск при ведении боевых действий в полосах ответственности оперативных объединений обозначились проблемные вопросы выбора для них обоснованных способов боевого применения. Для решения имеющихся проблемных вопросов требуется совершенствование научно-методического аппарата оценки эффективности боевого применения группировок территориальных войск.

Under the conditions of the increasing role of Territorial Armies in the areas of operation of field services, there were raised the problematic issues concerning the choice of reasonable ways of tactical employment. To solve the existing problematic issues, the scientific and methodological procedures of efficiency assessment of tactical employment of the disposition of Territorial Army forces shall be improved.

Анализ методик оценки эффективности боевого применения территориальных войск (ТВ), используемых в штабах общевойсковых объединений и соединений, органах управления территориальной обороны при планировании боевого применения ТВ, показывает, что они не позволяют в полной мере объективно оценить эффективность боевого применения группировок ТВ и могут быть применимы лишь частично, поскольку имеют определенные недостатки [1].

Так, использование методов на основе оценки боевых возможностей позволяет рассчитать соотношение сил и средств сторон через боевой потенциал или через боевую мощь, которые являются обобщенной мерой боевой эффективности [2]. Данные методы обеспечивают расчет боевых возможностей ТВ, но не эффективность выполнения боевых задач.

Названные показатели в большей степени применимы для обеспечения расчетов выполнения задач наступательного и оборонительного боя, но их использование для расчетов задач сдерживающих и засадных действий ограничено.

Кроме того, методы на основе оценки боевых возможностей не позволяют измерить степень выполнения боевой задачи и являются прикладными, а традиционное понятие «соотношение сил», отражающее боевые возможности сторон в бою, не всегда может быть напрямую применено для прогнозирования исхода конфликта и требует существенного уточнения [3]. Поэтому также некорректно рассматривать в качестве показателей эффективности применения ТВ прогнозируемое изменение соотношения сил противостоящих группировок.

В ходе мероприятий оперативной подготовки периодически для оценки эффективности боевого применения ТВ используется метод на основе расчета одного показателя эффективности – эквивалента показателя эффективности, выраженного отношением математического ожидания количества уничтоженных объектов противника к общему количеству объектов противника. Иногда для определения эффективности применения территориальных формирований при прикрытии участков Государственной границы и обороне приграничной территории применяется метод на основе расчета вероятности выполнения задач воинскими частями и подразделениями ТВ. Как в первом, так и во втором случае используется только один показатель эффективности.

Однако использование только одного показателя эффективности для решения практических задач не всегда позволяет с достаточной полнотой и точностью оценить эффективность применения ТВ, так как категория «эффективность» – это системная категория, характеризующая соотношение между достигаемым эффектом и затратами ресурсов (потерями) [4]. Следовательно, для объективной оценки эффективности

применения ТВ целесообразно формировать ряд количественных показателей, отражающих как «достигнутый успех», так и затраченные ресурсы – «потери» [5]. Вместе с тем вышеуказанные методы оценки эффективности выполнения задач формированиями ТВ предлагают к рассмотрению только единственный количественный показатель, отражающий «достигнутый успех», – вероятность уничтожения противника и не анализируют показатель «потерь», что не позволяет получить адекватные оценки эффективности.

Необходимо также отметить, что большинство существующих методик ограничены в способности отражать влияние на величину показателя эффективности широкого комплекса противоречиво действующих факторов и не позволяют объективно проследить закономерность влияния на исход боевых действий каждого из факторов в отдельности. При этом методики учитывают, как правило, влияние только самого мощного материального фактора – количественно-качественного состояния применяемого вооружения и военной техники. Одновременно другая часть факторов, в первую очередь нематериальных, не учитывается из-за якобы незначительной степени их влияния на ход боевых действий [6]. К ним можно отнести степень готовности командиров к управленческой деятельности, уровень обученности личного состава, возможность применения средств маскировки для обеспечения внезапности действий войск и т. д.

Таким образом, инструмент, позволяющий рассчитывать показатели эффективности, пригодные для группировки ТВ, до конца не разработан.

Указанные обстоятельства обуславливают необходимость совершенствования существующих методов оценки эффективности выполнения задач формированиями ТВ, которые позволяли бы штабам общевойсковых объединений и соединения, органам управления территориальной обороны заранее прогнозировать результат от реализации тех или иных способов выполнения боевых задач группировкой ТВ.

Исходя из вышеизложенного предлагается подход, позволяющий рассчитывать эффективность боевого применения ТВ не на основе показателей боевых возможностей или единственного показателя эффективности, а путем использования нескольких частных показателей эффективности, которые в совокупности более полно характеризуют результативность выполнения территориальными формированиями поставленных боевых задач и учитывают их особенности [7].

В соответствии с основными положениями теории эффективности под эффективностью применения ТВ следует понимать степень реализации целевых установок их боевого применения (степень достижения целей) [8]. Поэтому **в качестве частных показателей** при оценке эффективности боевого применения ТВ целесообразно использовать:

показатель результативности $W_{\text{д}}$ («достигнутый успех»), характеризующий меру степени достижения цели их применения (нанесенный противнику ущерб);

показатель ресурсоемкости $W_{\text{п}}$ («потери»), характеризующий затраты ресурсов для достижения цели применения ТВ (боевые потери сил и средств, определяющих боевые возможности ТВ).

Безусловно, показатели эффективности боевого применения ТВ должны устанавливаться в соответствии с определенной (сформулированной) целью боевых действий, а также с учетом существующей взаимосвязи между эффективностью боевых действий и ущербом, который может быть причинен противнику [9]. При этом с учетом характера выполняемых боевых задач ТВ (ведение засадных действий; оборона населенных пунктов; ведение борьбы с воздушными (аэромобильными) десантами противника в зоне боевых действий) в качестве ущерба будут выступать пораженные объекты, живая сила и техника противника. Это обуславливает целесообразность расчета частного показателя результативности боевых действий ТВ $W_{\text{д}}$ («достигнутый успех») в соответствии с выражением [8]:

$$\sum_{j=1}^m \beta_j \frac{M_j}{N_j},$$

$$W_{\text{дв}} = 1 - e, \quad (1)$$

где j, m – номер и количество категорий различных видов сил и средств группировки противника, участвующих в боевых действиях с группировкой ТВ (живая сила, танки, БМП (БТР), орудия и минометы (боевые машины РСЗО), вертолеты, специальная техника);

β_j – весовой коэффициент объектов противника j -го вида по важности, определяемый методом экспертных оценок [10];

N_j – количество объектов противника j -го вида, участвующих в боевых действиях против группировки ТВ;

M_j – математическое ожидание количества уничтоженных и функционально пораженных объектов противника j -го вида силами ТВ при отражении его наступления, которое может быть определено

$$M_j = \sum_{n=1}^N N_g P_j \prod_{i=1}^N f_{i\text{ТВ}}. \quad (2)$$

Здесь N_g – количество g -го типа вооружения группировки ТВ;

P_j – вероятность поражения объектов противника j -го вида из g -го типа вооружения группировки ТВ;

$f_{i\text{ТВ}}$ – коэффициент влияния на действия группировки ТВ i -го фактора оперативно-тактической обстановки, определенный на основе результатов проведенных исследований и имеющий значение от 0 до 1.

Значение $W_{\text{дв}}$ всегда находится в пределах от 0 до 1.

Расчет показателя ресурсоемкости действий ТВ $W_{\text{н}}$ («потери») целесообразно провести в соответствии с выражением:

$$W_{\text{н}} = \sum_{g=1}^z \xi_g \frac{M_g}{N_g}, \quad (3)$$

где g, z – номер и количество категорий различных видов сил и средств группировки ТВ (личный состав, пункты управления, вооружение, боевая и другая техника);

ξ_g – весовой коэффициент (коэффициент важности) g -го вида сил и средств группировки ТВ, определяемый методом экспертных оценок [10];

N_g – количество элементов g -го типа сил и средств группировки ТВ;

M_g – математическое ожидание количества уничтоженных элементов g -го типа сил и средств группировки ТВ, которое может быть определено

$$M_g = \sum_{n=1}^N N_i P_g \prod_{i=1}^N f_{i\text{нр}}. \quad (4)$$

Здесь N_j – количество средств j -го типа вооружения группировки противника;

P_g – вероятность поражения объектов g -го вида сил и средств группировки ТВ из j -го типа вооружения противника;

$f_{i\text{нр}}$ – коэффициент влияния на действия противника i -го фактора оперативно-тактической обстановки, определенный на основе результатов проведенных исследований и имеющий значение от 0 до 1.

Значение $W_{\text{н}}$ всегда находится в пределах от 0 до 1.

Оценку эффективности способа боевого применения ТВ, их эффективности и выбор лучшего варианта можно проводить по критерию удельной эффективности [5]:

$$\varphi_i = \frac{W_{\text{ду}}}{W_{\text{п}}}, \quad (5)$$

где φ_i – удельная эффективность i -го варианта способа боевого применения ТВ.

В рассматриваемых условиях задача по оценке вариантов боевого применения ТВ будет направлена на выбор i -го способа, при котором наносится максимальный ущерб противнику $W_{\text{ду}} \rightarrow \max$ и обеспечиваются минимальные потери сил и средств группировки ТВ $W_{\text{п}} \rightarrow \min$.

Вместе с тем для решения такой задачи, исходя из целей и задач применения сил и средств группировки ТВ, целесообразно путем ввода дополнительных ограничений определить область возможных (приемлемых) решений (рисунок). Эти ограничения основываются на понятиях приемлемого и неприемлемого ущерба. **Приемлемый ущерб** – это такой уровень людских, моральных и материальных потерь, при котором противоборствующая сторона сохраняет основы своей жизнедеятельности, способность вести военные действия без существенных ограничений. **Неприемлемый ущерб** – это такой уровень потерь, с которыми противоборствующая сторона не согласна, даже при условии победы в военном конфликте [10].

Порогом неприемлемого ущерба является минимальный ущерб (соответственно, уровень потерь сил и средств), при котором любая из группировок утрачивает свои качественные свойства и не способна в последующем выполнять возлагаемые на нее задачи. Исходя из этого формулируются:

ограничение на значение показателя результативности действий ТВ по ущербу группировке противника $W_{\text{ду}} \geq W_{\text{непр. ущ.}}$, где $W_{\text{непр. ущ.}}$ – нормированная количественная оценка неприемлемого (минимально требуемого) ущерба противнику;

ограничение на значение показателя ресурсоемкости действий ТВ $W_{\text{п}} \leq W_{\text{доп. пот.}}$, где $W_{\text{доп. пот.}}$ – нормированная количественная оценка неприемлемого (минимально допустимого) уровня боевых потерь сил и средств группировки ТВ.

В этом случае задача выбора способа применения группировки ТВ сводится к выбору оптимального i -го варианта из области допустимых значений удельной эффективности φ_i при ограничениях: $W_{\text{ду}} \geq W_{\text{непр. ущ.}}$; $W_{\text{п}} \leq W_{\text{доп. пот.}}$.

Для более полного понимания самого процесса оценки способов выполнения задач группировкой ТВ рассмотрим пример, когда имеются пять вариантов выполнения группировкой ТВ боевой задачи – (кружки) $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5$, которые получены с помощью предложенного выше расчета частных показателей эффективности выполнения боевой задачи. Из представленных вариантов выполнения задачи рациональным считается тот, который находится в затемненной зоне. Геометрический смысл удельной эффективности означает, что большему значению тангенса угла соответствует наиболее оптимальный вариант. Как видно из рисунка, этому соответствует вариант φ_3 , так как при нем достигается высокая степень выполнения задачи группировкой войск с понесенными потерями, которые ниже допустимых.

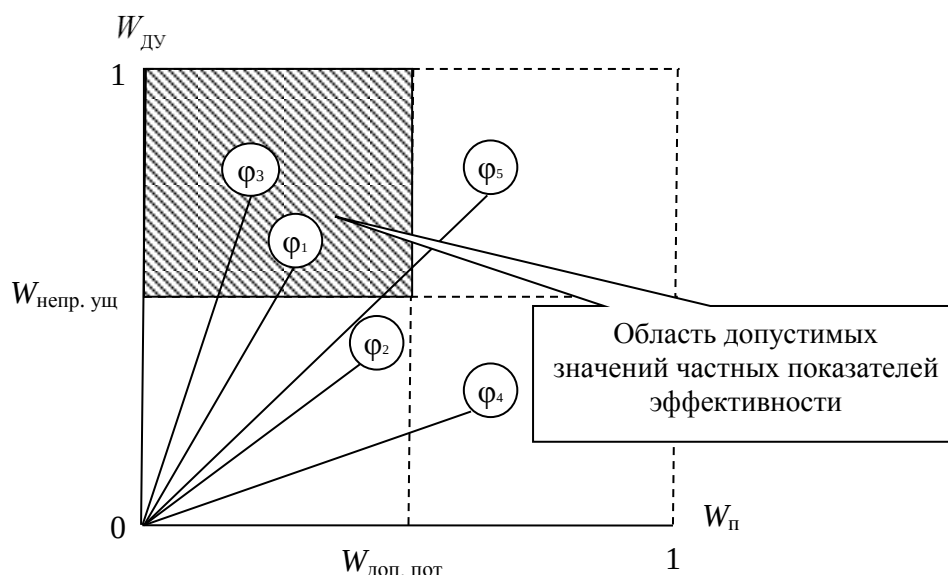


Рисунок. – Оценка способов выполнения задач группировкой территориальных войск

Таким образом, с помощью предложенного подхода к оценке эффективности применения ТВ для каждого способа рассчитываются частные показатели эффективности («достигнутый успех» и «потери») выполнения войсковыми формированиями боевых задач. Оценка эффективности каждой боевой задачи, т. е. сравнение и выбор рационального варианта, проводится по критерию удельной эффективности (5).

Преимущества предложенного подхода, являющегося основой усовершенствованной методики обоснования эффективных способов применения ТВ, заключаются в том, что он обеспечивает:

- соответствие цели боевого применения ТВ (нанесение максимального возможного ущерба противнику);
- учет не только степени достижения цели, но и возможных потерь;
- определение частных показателей эффективности выполнения боевых задач группировкой ТВ («достигнутый успех» и «потери»), а не боевых возможностей;
- объективную зависимость частных показателей эффективности от большего количества факторов, влияющих на эффективность боевого применения ТВ;
- учет особенностей ТВ и применение ко всему спектру возлагаемых на них боевых задач.

Список литературы

1. Любченко, О. Н. Методические подходы к оптимизации состава территориальных войск зоны территориальной обороны Республики Беларусь / О. Н. Любченко // Наука и воен. безопасность. – 2005. – № 2. – С. 7–10.
2. Томашев, В. Н. Совершенствование метода обоснования боевого состава группировки войск / В. Н. Томашев // Наука и воен. безопасность. – 2006. – № 4. – С. 9–12.
3. Цыгичко, В. И. О категории «соотношение сил» в потенциальных военных конфликтах / В. И. Цыгичко // Воен. мысль. – 2002. – № 3. – С. 54–62.
4. Вентцель, Е. С. Методология и основные задачи исследования операций / Е. С. Вентцель. – М.: Наука, 1987.
5. Томашев, В. Н. Общий подход к оценке соответствия группировки войск решаемым задачам / В. Н. Томашев // Наука и воен. безопасность. – 2004. – № 3. – С. 11–14.
6. Ваккаус, М. Ф. Сущность и механизм действия законов вооруженной борьбы, количественно отражающих ее характер / М. Ф. Ваккаус // Воен. мысль. – 2008. – № 3. – С. 70–75.

7. Петьков, А. А. Методические подходы к оценке эффективности и выбору варианта построения группировки войск противовоздушной обороны / А. А. Петьков, О. С. Паферов, А. И. Войлошников // Наука и воен. безопасность. – 2007. – № 2. – С. 25–31.
8. Демидов, Б. А. Теория и методы военно-научных исследований вооружения и военной техники / Б. А. Демидов. – Харьков: ВИРТА, 1990. – 558 с.
9. Волгин, Н. С. Исследование операций / Н. С. Волгин. – СПб.: ВМА, 1999. – 336 с.
10. Барвиненко, В. В. О достаточности сил и средств для обеспечения военной безопасности страны / В. В. Барвиненко, Ю. И. Мушков // Воен. мысль. – 2003. – № 5. – С. 39–42.

*Сведения об авторах:

Литавор Олег Иванович,

Рудозуб Георгий Иванович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 14.05.2015 г.

МОНИТОРИНГ ПРОЕКТОВ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 334.021

В. П. Николаев*

В России складываются условия для развития государственно-частного партнерства в экономике, в том числе и в оборонно-промышленном комплексе. В статье обосновывается необходимость создания информационно-аналитической системы, обеспечивающей поддержку взаимодействия бизнеса и власти в интересах повышения обороноспособности страны. Мониторинг проектов государственно-частного партнерства даст возможность объективной оценки эффективности и результативности реализуемых проектов, своевременного выявления проблем взаимодействия и выработки мероприятий по их устранению.

In Russia there are conditions for development of state-private partnership in economy, including in a military-industrial complex. In article necessity of creation of the information-analytical system providing support of interaction of business and authority in interests of increase of defensibility of the country is proved. Monitoring of projects of state-private partnership will enable an objective estimation of efficiency and productivity of sold projects, duly revealing of problems of interaction and manufacture of actions for their elimination.

В основе государственной политики в области развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу [5] государственно-частное партнерство определено как приоритетное направление обеспечения эффективного кооперационного сотрудничества организаций с предприятиями малого и среднего бизнеса производственного и инновационного назначения.

Государственно-частное партнерство (ГЧП) в сфере оборонно-промышленного комплекса (ОПК) – это отношения публичного и частного партнеров в связи с подготовкой, заключением, исполнением и прекращением соглашений о взаимодействии публичного (государство) и частного (бизнес) секторов в разработке и производстве продукции военного назначения в рамках действующего законодательства [6].

Государственно-частное партнерство в сфере ОПК основывается на следующих принципах:

- соблюдения законодательства Российской Федерации;
- соблюдения прав и законных интересов участников соглашений, в том числе концессионных;
- равенства участников конкурсов на право заключения соглашений о государственно-частном партнерстве;
- добросовестного исполнения сторонами обязательств;
- добросовестного и взаимовыгодного сотрудничества сторон;
- информационной открытости для потенциальных частных инвесторов, если иное не предусмотрено действующими нормативными правовыми актами Российской Федерации в сфере защиты государственной тайны.

Участниками ГЧП выступают государство и субъекты его представляющие, а также субъекты частного сектора экономики.

От лица государства в качестве участников ГЧП могут выступать:

- органы государственной власти, в том числе органы управления ОПК;
- государственные предприятия и учреждения (федеральные государственные учреждения);
- государственные коммерческие организации (федеральные государственные унитарные предприятия, федеральные казенные предприятия).

Со стороны частного сектора экономики в партнерские отношения могут вступать:

коммерческие и некоммерческие организации различной организационно-правовой формы с долевым участием государства или без его участия (акционерные общества), а также физические лица.

При этом государство отвечает за определение целей оборонного проекта и его стоимостных и качественных параметров, осуществляет общий контроль, а частный партнер принимает на себя оперативную деятельность – планирование, финансирование, производство.

Среди основных признаков ГЧП как в целом в экономике, так и в ОПК, отличающих его от других форм отношений государства и частного бизнеса, можно выделить следующие:

средне- и долгосрочный характер взаимодействия;

соинвестирование проекта, как со стороны частного, так и публичного партнера;

разделение рисков между государством и бизнесом;

предметом соглашения являются имущественные объекты или общественно-значимые товары или услуги, для оказания которых необходимо создание имущественного объекта;

бизнес участвует не только в создании (реконструкции/ модернизации) объекта соглашения, но и в его дальнейшей эксплуатации и/или техническом обслуживании.

В последние годы области применения различных форм ГЧП расширяются, развиваются и сами формы партнерств. Основные формы взаимодействия государства и бизнеса в оборонной сфере приведены на рисунке 1.

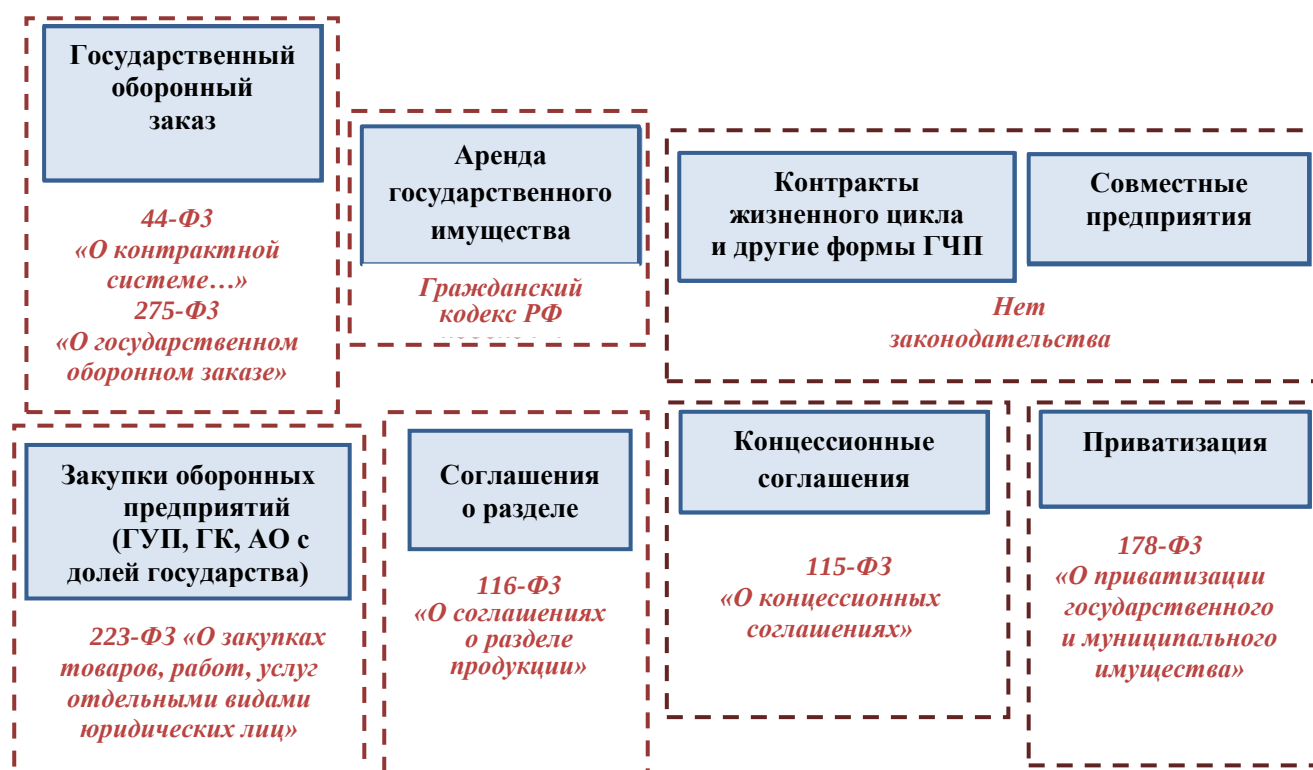


Рисунок 1. – Формы взаимодействия государства и бизнеса в оборонной сфере

В то же время проблеме выработки форм взаимодействия в этой области отведено недостаточно внимания, в частности:

не отработаны правовые аспекты государственно-частного партнерства;

не согласованы правила участия инвесторов в оборонных проектах;

отсутствуют механизмы привлечения внебюджетных средств и распределения доходов.

Широкое применение механизмов ГЧП как системы взаимовыгодного сотрудничества

государства и бизнеса способно обеспечить устойчивое развитие ОПК в соответствии с современными потребностями общества и экономики страны.

Примером успешной реализации подобных совместных проектов является реконструкция и поставка 14 самолетов «Аэробус А330-200» с 2011 по 2016 годы для Королевских ВВС Великобритании. Принцип контракта – «Максимальное качество по доступной цене». Частный партнер обязуется: реконструировать самолеты в целях их применения для дозаправки в воздухе; проводить обучение пилотов и обслуживающего персонала; осуществлять техническое обслуживание воздушных танкеров в течение срока контракта.

Другой пример – разработка и серийное производство бронемшины пехоты нового поколения для вооруженных сил Индии. Минобороны Индии объявило конкурс на разработку и организацию производства новейших БМП. При этом разработка прототипов по двум лучшим проектам в значительном объеме за счет государственных и частных средств. Контракт на серийное производство будет заключен как с победителем (70 % всего объема поставки), так и с участником, представившим второе лучшее предложение [9].

Партнерство государства и бизнеса должно строиться на долгосрочных и взаимовыгодных отношениях путем создания фондов целевого использования за счет частных и бюджетных средств. Государство и бизнес хотят быть уверенными в том, что соответствующие экономические ресурсы будут использованы по назначению.

В классическом варианте основной идеей государственно-частных партнерств является передача рисков тому из партнеров, кто успешнее может с ними справиться. С этой точки зрения, государственно-частное партнерство можно рассматривать как союз государства и бизнеса, основанный на разделении и перераспределении рисков в целях достижения лучших результатов.

Одной из форм государственной финансовой поддержки проектов ГЧП, при котором оценка затрат и доходов осуществляется с учетом распределения риска между участниками, является проектное финансирование.

Проектное финансирование – это предоставление целевого финансирования (кредита) на реализацию инвестиционного проекта. Отличительной особенностью такого финансирования является то, что возврат кредита производится в основном из денежных доходов, генерируемых инвестиционным проектом.

Специфика такого вида инвестирования состоит в том, что оценка затрат и доходов осуществляется с учетом распределения риска между участниками проекта. В проекте задействованы как минимум три участника:

- проектная компания, которая создается специально для проекта, отвечает за его реализацию и не имеет имущества для залога;

- инвестор (частный партнер), который иницирует проект и создает проектную компанию с собственным капиталом;

- кредитор, как правило, российские кредитные организации.

Одним из инструментов проектного финансирования является специальный инвестиционный контракт, который позволяет учитывать отраслевую специфику ОПК и применять меры государственной поддержки. По специальному инвестиционному контракту инвестор обязуется создать (освоить) либо модернизировать производство промышленной продукции на территории Российской Федерации в установленный срок.

Государство в лице уполномоченного органа принимает на себя обязательство осуществлять меры стимулирования деятельности в сфере промышленности. В частности, при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных нужд отдельными видами юридических лиц устанавливается приоритет отечественной промышленной продукции перед импортом, а так же требования по внедрению в производство новых технологий [1].

Предусматриваются различные льготы: по налогам и сборам, по арендным платежам за пользование государственным имуществом, льготные тарифы на товары, работы, услуги, подлежащие регулируемому ценообразованию.

Финансирование, ответственность и риски по инвестированному проекту распределяются между участниками и регулируются контрактами (соглашениями).

Специальные инвестиционные проекты могут быть использованы при создании и развитии военной инфраструктуры в рамках государственно-частного партнерства в форме концессионных соглашений, контрактов жизненного цикла, совместных предприятий.

Законодательством предусмотрены и другие формы государственной финансовой поддержки проектов ГЧП в ОПК, такие как:

- субсидии федерального бюджета, направленные на обеспечение деятельности федеральных казенных предприятий ОПК [4];

- субсидии на возмещение части затрат по уплате процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях на осуществление инновационных и инвестиционных проектов по выпуску высокотехнологической продукции [3];

- государственные гарантии Российской Федерации по кредитам, привлекаемым предприятиями ОПК на осуществление основной производственной деятельности [2];

- долевое участие в уставных капиталах предприятий, создаваемых в рамках государственно-частного партнерства в целях разработки и выпуска высокотехнологических инновационных продуктов и услуг.

Государственную поддержку предприятий ОПК целесообразно осуществлять в рамках федеральных целевых программ (ФЦП), направленных в первую очередь на обеспечение реализации государственной программы вооружения.

Федеральные целевые программы могут реализовываться как за счет средств федерального бюджета, так и внебюджетных источников.

К внебюджетным источникам можно отнести: взносы участников реализации программ (частные партнеры), целевые отчисления от прибыли предприятий, кредиты банков, средства фондов заинтересованных в реализации программ.

Для анализа результатов ГЧП необходимо проведение мониторинга эффективности реализации проектов ГЧП.

Мониторинг проектов ГЧП представляет собой специальный структурно-информационный комплекс для проведения организованного наблюдения, сбора, оценки и анализа сведений о факторах влияния, состоянии и тенденциях развития ГЧП в целях координации отношений его участников [10].

Мониторинг должен не просто обеспечивать накопление сведений и подготовку отчетов, а предоставлять лицу, принимающему управленческое решение, такую информацию, которая помогала бы оптимизировать деятельность и получать реальные конкурентные преимущества от ГЧП в краткосрочной и долгосрочной перспективах. Посредством мониторинга обеспечивается своевременный сбор и накопление информации, идентификация происходящих негативных и позитивных изменений, последующий контроль и анализ, корректировка управленческих решений [8].

Последующие процедуры контроля, аудита, анализа итогов производственно-хозяйственной деятельности в рамках ГЧП базируются на результатах мониторинга.

Участниками мониторинга проектов ГЧП в ОПК являются:

- государство как участник проекта ГЧП – органы государственной власти и/или управления в сфере ОПК, главные распорядители бюджетных средств для входящих в него государственных организаций;

- субъекты частного сектора – коммерческие и некоммерческие организации ОПК различной организационно-правовой формы собственности с долевым участием государства или без его участия, а также физические лица, отобранные соответствующим образом для участия в проекте ГЧП.

Роль каждого из участников в проведении процедуры мониторинга определяется их

статусом в рамках проекта ГЧП.

Схема проведения мониторинга проектов ГЧП в ОПК представляет собой систему логических блоков, на основе которых строится анализ (рисунок 2).

Мониторинг выполнения договорных обязательств на основе заключенных договоров проводится на предмет своевременности и полноты выполнения обязательств, а также качества выполнения принятых на себя обязательств. График проверочных мероприятий рекомендуется строить на основе ежеквартальной и годовой периодичности.

Мониторинг соблюдения требований нормативных правовых актов, учредительных, внутренних документов организаций ОПК, положений договоров и иных соглашений рекомендуется проводить на этапе начала реализации проекта ГЧП при оформлении отношений с участниками проекта и далее – с периодичностью один год.

Целью мониторинга учредительных документов, лицензий, контрактов (договоров) является своевременное выявление и устранение несоответствия в деятельности участников проекта ГЧП и его документах, связанных с участием в проекте, требованиям законодательства РФ.



**Рисунок 2. – Схема проведения мониторинга проекта
государственно-частного партнерства в оборонно-промышленном комплексе**

Комплексная оценка и анализ эффективности и результативности реализации проекта ГЧП проводится по следующим направлениям:

показатели реализации проекта ГЧП, определяемые программой и планами его реализации на отчетный период и последующий плановый период (основные показатели финансово-хозяйственной деятельности для организаций ОПК, источники финансирования проекта, основные этапы реализации проекта, смета расходов, смета доходов, прибыли-убытки по проекту, план-график выполнения работ по проекту);

воздействие проекта ГЧП на финансово-хозяйственную деятельность организации ОПК как базы для внедрения механизмов ГЧП (на основе перечня показателей, сгруппированных в 4 блока: финансовый потенциал, управленческий потенциал, кадровый потенциал, материально-техническая база);

эффективность управления активами и пассивами, вовлеченными в реализацию проекта ГЧП, включая обеспечение сохранности активов (источники финансирования проекта ГЧП, предоставление активов для реализации проекта ГЧП и т. п.).

Мониторинг эффективности системы управления рисками, связанными с реализацией проекта ГЧП, осуществляется в целях обеспечения устойчивой и эффективной деятельности участников в течение всего периода выполнения проекта и в средне- и долгосрочной перспективе после его завершения.

Система управления рисками, связанными с реализацией проекта ГЧП, направлена на решение следующих задач:

своевременное выявление и оценку возможностей реализации неблагоприятных для участников проекта событий;

определение и контроль соблюдения лимитов рисков и ограничений деятельности участников проекта;

минимизацию потерь (убытков) участников проекта в неблагоприятных ситуациях;

предотвращение негативного воздействия неблагоприятных событий на деятельность участников проекта.

Основными элементами системы управления рисками, связанными с реализацией проекта ГЧП, являются:

организационная структура системы и порядок распределения полномочий по управлению рисками;

требования к системе управления рисками, лимиты и ограничения рисков;

методы оценки рисков (авторский подход к оценке рисков проектов ГЧП в ОПК рассмотрен ниже);

методы управления и контроля рисков;

система раскрытия информации о рисках.

Мониторинг эффективности системы управления рисками, связанными с реализацией проекта ГЧП, осуществляется по следующим направлениям:

оценка полноты учета и отражения системой управления рисками видов рисков, присущих реализации проекта;

оценка степени детализации негативных последствий, возникающих вследствие реализации рисков проекта;

оценка соблюдения требований к лимитам и ограничениям рисков при реализации проекта;

оценка качества и уровня проработанности мер по нейтрализации рисков проекта.

Мониторинг достоверности, полноты, объективности и своевременности раскрытия информации рекомендуется осуществлять по следующим направлениям:

проверка соответствия раскрываемой информации требованиям законодательства в области регулирования деятельности организаций ОПК, охраны государственной тайны, а также требованиям этики и честной деловой практики;

обеспечение равнодоступности к раскрываемой информации участников проекта ГЧП и иных групп заинтересованной общественности;

проверка наличия в раскрываемой информации сведений обо всех существенных фактах, относящихся к деятельности участников проекта ГЧП;

проверка соблюдения формы, периодичности и сроков раскрытия информации;
 проверка эффективности раскрытия информации в соответствии с современными технологиями сбора, подготовки и раскрытия информации в унифицированной программной среде в едином информационно-технологическом комплексе, а также с использованием специализированного Интернет-ресурса;

проверка наличия блока обратной связи с субъектами, для которых формируется информация (контактная информация, специализированные форумы, горячие линии и др.);

соблюдение установленной периодичности представления информации: текущей (существенные факты и события в деятельности участников проекта, анонсы, интервью); ежеквартальной (финансовые показатели); годовой (общие итоги, планы и прогнозы); среднесрочной (планы и прогнозы на срок до 10 лет).

Мониторинг направлений использования и распространения полученных результатов реализации проектов ГЧП проводится по следующим направлениям:

сбор из открытых источников информации об использовании механизмов ГЧП на предмет выявления видов механизмов, используемых в практике;

проведение сравнительного анализа направлений использования и распространения результатов реализации проектов ГЧП на основании собранной на этапе анализа открытых источников информации.

Мониторинг интернет-сайта проекта проводится путем осуществления следующей последовательности действий:

определение индикаторов оценки активности и направленности интересов пользователей специализированного интернет-ресурса проекта (индикаторы оценки популярности сайта, индикаторы оценки направленности интересов пользователей сайта);

интерпретация значений рассчитанных индикаторов в целях получения интегральной оценки практической значимости интернет-ресурса проекта (оценка абсолютных значений рассчитанных индикаторов, оценка динамики показателей).

Мониторинг системы показателей внебюджетного финансирования проектов ГЧП в ОПК должен осуществляться на постоянной основе в ходе контроля и мониторинга результатов реализации этих проектов. На данном этапе мониторинга анализируются показатели внебюджетного финансирования проектов (кадрового потенциала, состояния материально-технической базы, финансового потенциала) и определяется степень отклонения фактических показателей от плановых, выявляются и анализируются причины отклонений и их последствия.

Результаты мониторинга согласовываются с участниками проекта ГЧП и передаются в уполномоченный орган государственной власти, который принимает решение об условиях продолжения проекта. Результаты мониторинга должны раскрываться соответствующим субъектом мониторинга только в той части, в какой указанная информация не является государственной или коммерческой тайной.

Таким образом, внедрение системы мониторинга проектов государственно-частного партнерства позволит эффективно осуществлять контроль за выполнением проектов в условиях непрерывно усложняющихся экономических отношений между его участниками, своевременно выявлять предпосылки срыва договорных обязательств и выработать оперативные меры по их устранению.

Список литературы

1. О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц: Федеральный закон от 18 июля 2011 г. № 223-ФЗ.

2. О порядке предоставления в 2012–2015 годах государственных гарантий Российской Федерации по кредитам либо облигационным займам, привлекаемым юридическими лицами на цели, установленные Правительством Российской Федерации в рамках мер, направленных на повышение устойчивости экономического развития при

ухудшении ситуации на финансовых рынках: постановление Правительства РФ от 14 авг. 2012 г. № 825.

3. Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета организациям оборонно-промышленного комплекса субсидий на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и государственной корпорации «Банк развития и внешнеэкономической деятельности» на осуществление инновационных и инвестиционных проектов по выпуску высокотехнологической продукции: Постановление Правительства РФ от 30 марта 2009 г. № 265.

4. Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий федеральным казенным предприятиям оборонно-промышленного комплекса в 2014–2016 годах: постановление Правительства РФ от 06 мая 2008 г. № 351.

5. Основы государственной политики в области развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу: утв. Президентом Российской Федерации от 01 марта 2010 г. Пр-528.

6. Концепции применения механизмов государственно-частного партнерства в сфере оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://open.gov.ru/events/4931>.

7. Кутергина, Г. В. Место и роль социально-экономического мониторинга в управлении экономической системой / Г. В. Кутергина // Управление экономическими системами: электрон. науч. журн. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/uecs50-502013>.

8. Методические рекомендации по организации системы мониторинга реализации пилотных проектов. – М.: Финансовая академия при Правительстве РФ, 2008. – 75 с.

9. Создание нового поколения военной техники и вооружения на основе механизмов государственно-частного партнерства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rae2013.ru>.

10. Чистов, И. В. Методические аспекты организации мониторинга в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд / И. В. Чистов, С. Е. Закутнев // Право в Вооруженных Силах. – 2013. – № 8. – С. 91–94.

*Сведения об авторе:

Николаев Вячеслав Петрович,
Военный университет Министерства
обороны Российской Федерации, г. Москва
Статья поступила в редакцию 30.04.2015 г.

**ВОЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МЫСЛЬ В СИСТЕМЕ
СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ВОЕННЫХ ЗНАНИЙ:
ВОЗНИКНОВЕНИЕ, РАЗВИТИЕ, СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

УДК 338.245

В. Г. Ольшевский*

В статье анализируются формирование, развитие и современное состояние военно-экономической мысли как составной части социально-гуманитарного и специального военного знания. Особое внимание уделяется проблемам современной военной экономики.

In article formation, development and a modern condition of military-economic idea as component of social-humanitarian and special military knowledge are analyzed. The special attention is given problems of modern military economy.

Хорошей и надежной может быть только та армия,
в которой процветает военно-научная литература.

А. А. Свечин

Зародыши военно-экономической мысли в течение многих веков были составными элементами единого синкретического философского знания. Она формировалась и развивалась по мере эволюции войн и способов их экономического обеспечения. Со временем на основе истории войн сложилась теория военной экономики, а с учетом развития последней – история военно-экономической мысли.

В эпоху первобытно-общинного строя в вооруженных столкновениях участвовало все взрослое население, используя в качестве оружия обычные орудия труда, поэтому экономическое обеспечение войн не выделялось из общехозяйственной жизнедеятельности. Зародышевые формы военно-экономических отношений возникают в рабовладельческих государствах в связи с созданием армий и флотов, например в Древнем Египте – в период Раннего царства, в конце IV–III тысячелетия до н. э. Именно тогда начала все более отчетливо проявляться взаимосвязь и взаимообусловленность войн и экономики. Рабы были основой богатства и главным источником его увеличения, являлись, по словам Аристотеля, «первым предметом владения», а источником рабов были войны. Для обеспечения армий и флотов оружием и другими предметами военного назначения государство взимало с населения военные налоги, проводило сборы продовольствия и фуража.

Постепенно формировалось военное производство, развивалась его специализация. Создавались основанные на рабском труде мастерские по изготовлению оружия. Для обеспечения повседневной жизнедеятельности войск развивается войсковое хозяйство, которое было слабо связано с хозяйством страны. Важнейшим источником удовлетворения текущих потребностей (в продовольствии и фураже) были военная добыча и прямой грабеж населения мест дислокации войск. А. Македонский, двинувшись в поход с 34-тысячным войском, совершил великие завоевания, довольствуясь и снабжая свою постоянно разрастающуюся армию всем необходимым за счет военной добычи.

По мере развития производства, увеличения масштабов войн и, соответственно, численности армий роль экономики в военном деле возрастала. Различные аспекты усиливающихся взаимосвязей и взаимозависимости войны и экономики нашли отражение в многочисленных высказываниях известных государственных и военных деятелей, научных работах по истории, экономике и военному делу, в художественной литературе разных эпох.

Экономические взаимосвязи войн и экономики все больше становились предметом научного анализа. Первым в России источником, в котором военные вопросы рассматривались в системе организации общества и государства, была «Книга о скудости и богатстве», написанная ставшим успешным предпринимателем и помещиком крестьянином, окончившим свои дни в Петропавловской крепости, И. Т. Посошковым еще в 1721–1724 гг., т. е. более чем за 50 лет до появления «Богатства народов» А. Смита

(1776 г.). В ней, в частности, подчеркивалась необходимость максимального освобождения армии от хозяйственных забот и сосредоточения ее исключительно на военной деятельности. Обращаясь к Петру I, Посошков писал, что воинство должно быть обеспечено всеми видами довольствия, иметь на вооружении наилучшее оружие и мастерски владеть им и всеми премудростями военного искусства, поэтому нельзя отвлекать воинов от ратного дела [1, с. 259].

Уже сложившееся к началу XIX в. военное хозяйство было впервые в мире в определенной степени охарактеризовано в изданной в 1820–1823 гг. на немецком языке обширной – более 1 тысячи крупномасштабных страниц – книге «Über die Militär-Ökonomie im Frieden und Kriege und ihr Wechselverhältniss zu den Operationen» («О военной экономии в условиях мира и войны и ее взаимосвязях с военными операциями»), написанной членом Военного совета русской армии генерал-лейтенантом Георгом Людвигом (Егором Францевичем) Канкрином, руководившим в 1812–1824 гг. снабжением и продовольствием армии, впоследствии – генералом от инфантерии, бывшим более 20 лет (1823–1844) министром финансов страны. Автор выделил в военном деле чисто военную, техническую и политико-экономическую стороны, дал общий обзор военной экономики как эмпирической науки, специфически преломляющей учения о государстве и экономике в их взаимосвязи с войной, формированием, наращиванием и текущим поддержанием военной мощи (обеспечение продовольствием, снаряжением, жильем, денежными выплатами; здравоохранение; управление территориями, военными объектами; организация военно-экономического управления, счетоводства, учета и контроля). Особенно подробно и обстоятельно были рассмотрены принципы снабжения армии в мирное и военное время, организация закупок и поставок конкретных предметов довольствия: зерна, круп, соли, сухарей и т. п. [2, с. 94–96]. Почему-то труд Е. Ф. Канкрин не был переведен на русский язык, хотя позднее многие из названных вопросов нашли отражение в других, переведенных с немецкого, книгах.

Большое значение экономических факторов в войне стало особенно зримым с переходом от доиндустриальной к индустриальной стадии развития. Крупное машинное производство и прогресс вооружения создали экономические предпосылки для формирования массовых армий. Изменился облик военного производства, вслед за ним менялись характер войн и требования войны к экономике, способы обеспечения военного строительства, подготовки и ведения войн. На эти изменения обращали внимание многие ученые, например А. Смит [3, с. 511–512]. О военно-экономических проблемах немало писали К. Маркс и Ф. Энгельс. В опубликованной в 1878 г. известной работе «Анти-Дюринг» Энгельс писал: «Вся организация и боевой метод армий, а вместе с ними победы и поражения оказываются зависящими от материальных, т. е. экономических условий... Вооружение, состав, организация, тактика и стратегия зависят прежде всего от достигнутой в данный момент ступени производства и средств сообщения» [4, с. 160, 171]. А в 1886 г. в одном из своих писем Энгельсу Маркс отмечал: «Наша теория об определении организации труда средствами производства нигде, кажется, так блестяще не подтверждается, как в "человекоубойной промышленности"» [5, с. 197].

По оценкам современных исследователей [см., напр.: 6, с. 15], в 1866 г. имела место первая в истории война индустриального типа – между Пруссией и Австрией, в ходе которой прусская армия под командованием начальника Генерального штаба, будущего фельдмаршала Хельмута фон Мольтке-ст. впервые широко использовала железные дороги для массовой перевозки войск, в современной терминологии – логистические технологии. В течение многих веков, вплоть до середины XIX в., войны имели доиндустриальный характер. Элементами военной силы были: люди и животные, продовольствие и фураж, оружие, произведенное главным образом на мануфактурных предприятиях без машинного оборудования. Промышленные технологии создали оружие, обладающее всеми свойствами машины, прежде всего способностью к самостоятельному передвижению.

Происходящие изменения в военном деле нашли отражение в обширной литературе по военно-экономическим проблемам. В частности, в России во второй половине XIX в. развернулась широкая дискуссия по вопросам теории военного хозяйства, в которой активное участие принимали: генерал-майор, профессор, начальник кафедры военной администрации Николаевской академии Генерального штаба, изучавший постановку военного хозяйства и администрации в иностранных государствах В. М. Аничков; полковник, штаб-офицер «для начальствования над образуемыми в Николаевской академии Генерального штаба офицерами», уволенный по болезни генерал-майором в отставку А. И. Астафьев; один из главных фигурантов военных реформ императорской России 60-х гг. XIX в. генерал от инфантерии, начальник Главного штаба в 1881–1897 гг., профессор Николаевской академии Генерального штаба, преподававший на кафедре военной статистики Н. Н. Обручев; участник четырех войн, много сделавший в качестве генерал-интенданта для хозяйственного обеспечения русских армий в периоды Польской (1831) и Венгерской (1849) кампаний, Крымской войны (1853–1856) генерал от инфантерии, впоследствии необоснованно скомпрометированный и уволенный со службы Ф. К. Затлер; генерал-лейтенант, директор департамента железных дорог, преподававший в течение десяти лет военную географию в Императорской военной академии, теоретик и практик территориального управления П. А. Языков; генерал-фельдмаршал, военный министр (1861–1881), профессор кафедры военной географии и статистики Императорской военной академии, инициатор учреждения в 1858 г. журнала «Военный сборник» Д. А. Милютин и другие известные в то время военные авторы.

В конце XIX в. большое влияние на развитие военно-экономической мысли в России оказало появление ряда трудов, в том числе В. М. Аничкова [7; 8], А. И. Астафьева [9; 10], А. А. Гулевича [11; 12]. В 1898 г. известный русский экономист, статистик и финансист И. С. Блюх опубликовал фундаментальный труд [13], в котором на огромном фактическом материале доказал, что будущие войны неизбежно приведут к катастрофическим последствиям, разорению народов.

В конце XIX в. об опасностях будущих войн предупреждали и другие известные ученые и общественные деятели. Некоторые специалисты, в том числе изобретатель динамита А. Нобель, считали, что разрушительная мощь новых средств вооруженной борьбы настолько огромна, что будущая война становится все более и более немыслимой. С учетом этих обстоятельств в 1899 и 1907 гг. в Гааге состоялись международные мирные конференции, принявшие конвенции о законах и обычаях войны, содержащие положения о мирном разрешении международных споров, нейтралитете, защите мирных жителей, режиме военнопленных, участии раненых и больных и т. д.

В 1911 г. в Великобритании была опубликована книга будущего лауреата Нобелевской премии мира 1933 г. Н. Энджелла «Великое заблуждение: Этюд об отношении военной мощи наций к их экономическому и социальному прогрессу». Автор убедительно доказал экономическую бессмысленность войн в силу их неокупаемости и разорительности как для побежденных, так и для победителей [14, с. 28–62]. За короткое время книга разошлась двухмиллионным тиражом и была переведена более чем на 25 языков. Поднятая Н. Энджеллом тема заполнила страницы мировой прессы, его имя упоминалось в кабинетах министров, посол Германии в Лондоне сделал его текст дипломатическим сообщением, король Великобритании дарил экземпляры книги своим министрам. Книгой зачитывались все грамотные и мыслящие люди.

Однако ни предупреждения известных ученых, писателей и общественных деятелей, ни антивоенные решения, принятые на Гаагских мирных конференциях, оказались не в состоянии удержать мир от сползания в разразившуюся уже через несколько лет Первую мировую войну и от расходования огромных ресурсов на военные цели.

С точки зрения эволюции военно-экономической теории значительный интерес представляют опубликованные в начале XX в. труды известного экономиста, профессора и заведующего кафедрой политэкономии Петербургского политехнического института, впоследствии профессора столичного университета, почетного доктора Кембриджского

университета, директора Экономического департамента МИД, академика Российской академии наук, одного из представителей русского «легального марксизма» П. Б. Струве [15]; специалиста в области финансовой науки, впоследствии первого ректора Института народного хозяйства в Петрограде, члена-корреспондента АН СССР М. И. Боголепова [16]; профессора Николаевской академии Генерального штаба и с 1912 г. – вновь созданной Интендантской академии, генерала от инфантерии Ф. А. Макшеева [17] и др., в которых была сделана попытка показать тенденции к увеличению военных потребностей, осмыслить новые требования к экономическому обеспечению войны, мобилизационной подготовке экономики и т. д. Эти авторы, как и ученые других стран мира, не могли еще достаточно ясно предвидеть те революционные изменения, которые внесли войны XX в. в способы удовлетворения военных потребностей. Однако уже тогда хорошо знающий военную сферу Ф. А. Макшеев с учетом опыта начавшейся Первой мировой войны четко выделил в военной экономике две части: хозяйство страны и собственно хозяйство вооруженных сил (ВС). Это разделение позже привело ученого к мысли о необходимости введения в Интендантской академии наряду с курсом военного хозяйства курса военной экономики. Но эту задачу он адресовал уже не интендантам: по мнению ученого, она лежит на экономистах-финансистах и политэкономах [17, ч. 1, с. 64].

Мировая война предъявила небывалые требования к экономике. В военных действиях были впервые применены новые виды оружия и боевой техники: пулеметы, танки, моторизованная тяжелая артиллерия, самолеты, химические вещества. Резко возросли потребности в экономических ресурсах. На финансирование войны ее участники затратили 208,1 млрд долл. Совокупные военные расходы воюющих государств увеличились более чем в 20 раз. Из общего объема материальных средств, использованных армиями, только 10 % составили довоенные запасы, а 90 % создавались в ходе войны. Это потребовало подчинения интересам войны значительной части экономического потенциала и индустриальной мощи. В 1918 г. удельный вес военного производства в продукции промышленности составил: в Германии и Франции – 75 %, Великобритании – 65 %, США – 40 % [6, с. 89–90].

В период Первой мировой войны началось формирование нового типа организации военной экономики. В условиях чрезвычайного увеличения военных потребностей государство распределяло ресурсы, устанавливало цены и нормы личного потребления, взяло под жесткий контроль заработную плату и другие доходы, трудовые отношения, по его заказам производились товары военного назначения, для выпуска которых использовались производственные мощности гражданских отраслей и предприятий. Сложился особый вид хозяйствования, отличающийся новым уровнем централизации и государственного контроля.

В результате применения многомиллионными армиями новых, более разрушительных средств ведения войны чрезвычайно выросли людские и материальные потери. Гибель людей приобрела столь огромные масштабы, что в отдельных сражениях число жертв было примерно таким же, как людские потери в целых войнах в предыдущие эпохи. В этой войне французы потеряли почти 20 % мужчин призывного возраста, а немцы – 13 %. Всего же, по некоторым оценкам, погибло 26 млн человек; по крайней мере, еще около 20 млн получили увечья и контузии или стали инвалидами; война сделала 4–5 млн человек беженцами. Стоимость материальных разрушений оценивается в 28 млрд долл., а косвенные потери (от сокращения производства, замедления темпов общего экономического развития, падения производительности труда, изменения структуры хозяйства в результате его переориентации на удовлетворение военных потребностей, нарушения нормальных экономических отношений между государствами, сокращения объема накоплений, нарушения хода воспроизводственного процесса и т. д.) – в 152,6 млрд долл. [6, с. 311–312, 325–326].

В результате обозначенных перемен военно-экономические вопросы из разряда узкоспециализированных, интендантских переместились в ранг вопросов большой политики, не только военной, но и государственной стратегии в целом, общественной науки. Попытки раскрыть изменившиеся формы взаимосвязей экономики, политики и войны на качественно

новой стадии общественного развития были предприняты еще до начала мирового пожара в работах участника англо-бурской войны английского экономиста и публициста Дж. А. Гобсона [18], лидеров и теоретиков германской и австрийской социал-демократии и II Интернационала, будущих министров Веймарской республики К. Каутского [19] и Р. Гильфердинга [20], российского еще социал-демократа В. И. Ленина [21] и других авторов. В годы войны и в послевоенный период существенно выросло значение военно-экономических исследований, заметно ускорилось развитие военно-экономической мысли. В России, Англии, Германии, Франции и других странах появилась обширная литература об экономике войны, ее последствиях, качественных изменениях, которые произошли в методах экономического обеспечения военных потребностей, о технических, экономических, политических и собственно военных аспектах будущих войн [см., напр.: [2; 22–25; 26].

В 1931 г. в США была издана книга одного из самых выдающихся американских экономистов первой половины XX в., специалиста в области накладных расходов в экономике Дж. М. Кларка [27], сына профессора Колумбийского университета Дж. Б. Кларка, посвященная издержкам Первой мировой войны для американского народа [28]. В этой научной работе, а также в последовавшей за ней в 1935 г. «Экономике плановых общественных работ» [29] он развивал концепции мультипликатора и акселератора государственных расходов в русле кейнсианского «анализа потока доходов», хотя впоследствии критиковал модели экономической стабилизации Дж. М. Кейнса и стал приверженцем экономического институционализма.

Таким образом военные, в том числе и военно-экономические, вопросы стали составными элементами наук об обществе. С другой стороны, именно в этот период сложилась система военно-экономических знаний как относительно самостоятельное направление научных исследований объективно существующей военной экономики и учебный предмет в системе военного образования.

После Первой мировой войны военные расходы и военное производство во всех странах существенно сократились. Вместе с тем в США, Великобритании, Франции уделялось большое внимание развитию военной техники и мобилизационной подготовке экономики. В США в 1920 г. был принят закон о национальной обороне, направленный на повышение мобилизационной готовности военно-промышленной базы, в соответствии с которым в аппарате помощника военного министра была создана специальная организация промышленного планирования, курирующая закупки военной техники, а впоследствии разрабатывающая планы мобилизации промышленности. Для повышения мобилизационной готовности экономики стали создаваться запасы промышленного оборудования.

В 1938 г. конгресс США учредил государственную корпорацию по строительству военных предприятий. Ее полномочия позволяли расширять существующие производства, строить и оснащать новые предприятия. Она имела также полномочия привлекать промышленные организации к оказанию помощи в создании и эксплуатации предприятий в государственных интересах. Фактически в США был создан прототип военной экономики в условиях мира. Основу военно-промышленной базы составляли государственные арсеналы и верфи, где разрабатывались и выпускались вооружение и военная техника. Вместе с тем некоторые виды вооружения и военной техники производились частными фирмами.

Особое внимание уделялось проблемам экономической мобилизации и в СССР. В работах начальника штаба Красной Армии и начальника Военной академии, впоследствии, на последнем году жизни в 1925 г. – председателя Реввоенсовета СССР и наркома по военным и морским делам М. В. Фрунзе [30], пользующегося особым уважением И. В. Сталина выдающегося штабиста, командующего войсками Ленинградского, затем Московского военных округов, впоследствии начальника Штаба РККА, начальника, военного комиссара и профессора Военной академии им. М. В. Фрунзе, начальника Генерального штаба РККА, Маршала Советского Союза (1940 г.) Б. М. Шапошникова [31] и других авторов [32–33], в том числе – русского зарубежья [34–35], подчеркивалась необходимость такой организации страны еще в мирное время, чтобы ее можно было

в случае необходимости быстро, легко и безболезненно перевести на военные рельсы, рассматривались вопросы создания мобилизационных запасов, подготовки армии и театра военных действий, обеспечения армии всем необходимым, экономической политики государства во время войны и т. д.

Более 120 работ по вопросам стратегии, оперативного искусства, тактики, вооружения, обучения и воспитания войск принадлежат перу выдающегося военачальника, Маршала Советского Союза М. Н. Тухачевского. Им были сформулированы важные теоретические положения об изменении роли авиации и танков в будущих войнах, необходимости соответствующего экономического обеспечения новых методов ведения боев и войсковых операций, а также разработаны теория глубокого боя, непрерывных операций на одном стратегическом направлении; уже в 1931 г. он ставил вопросы о создании и отработке действий крупных механизированных соединений, в ноябре 1932 г. добился начала работ по конструированию ракетных двигателей на жидком топливе, а в сентябре 1933 г. – создания Реактивного НИИ, занимавшегося созданием ракетного оружия в СССР [36–38].

Особое место в ряду других источников военно-экономической мысли занимает фундаментальная работа известного российского специалиста в области военной стратегии, профессора Академии Генерального штаба РККА, впоследствии комдива (генерал-майора) А. А. Свечина [39], по книгам которого изучают эту науку в лучших военных академиях мира и в наши дни. В ней проанализированы политическая и экономическая обусловленность войн, их экономические, политические и дипломатические планы и только на этой основе – планы строительства ВС, военно-экономической мобилизации и формы ведения военных действий. Труд А. А. Свечина и сегодня остается образцом комплексного макросоциального военно-экономического и военно-политического анализа.

В 30-х гг. в мире, особенно в странах фашистского блока, ставших на путь подготовки новой войны, заметно ускорилось развитие военной экономики. Наибольшего размаха военное производство достигло в гитлеровской Германии, которая заранее отмобилизовала свои экономические ресурсы, накопила большие запасы военной продукции и оказалась экономически наиболее подготовленной к масштабной войне. Мобилизация экономики Германии не происходила, как в 1914 г., в форме кратковременного периода в начале войны, а была растянута на длительное время задолго до ее начала.

В СССР с середины 30-х гг. публикация военно-экономических работ прекратилась практически полностью на долгие годы. Но поскольку неизбежность войны с «капиталистическим окружением» не вызывала сомнений, социалистическая экономика СССР формировалась как экономика подготовки к войне. В годы индустриализации была создана промышленность, не разделяемая на гражданскую и военную, способная перейти к выпуску вооружения по единому мобилизационному плану, тесно сопряженному с графиком мобилизационного развертывания армии. При этом советская мобилизационная экономика внешне не выглядела сверхмилитаризованной. В отличие от царской России, которая оснащала армию оружием, производимым преимущественно на специализированных «казенных» заводах, технологически не связанных с находившейся в частной собственности гражданской промышленностью, в СССР армия оснащалась вооружением, производимым на основе американской модели – с использованием технологий двойного назначения. При помощи американских специалистов были построены огромные, самые современные для того времени тракторные и автомобильные заводы, причем производимые на них тракторы и автомобили конструировались таким образом, чтобы их основные узлы и детали можно было использовать при выпуске танков и авиационной техники. Химические заводы и предприятия по выпуску удобрений ориентировались с самого начала на производство в случае необходимости взрывчатых и отравляющих веществ. Создав мощную и современную автотракторную промышленность, СССР начиная с 1932 г. и до второй половины 30-х гг. (начало перевооружения Германии) производил больше танков и самолетов, чем остальные страны мира, вместе взятые. Тем не

менее основные усилия советского руководства в эти годы направлялись все же не на развертывание военного производства и ускоренное переоснащение армии на новую технику, а на развитие базовых отраслей экономики (металлургия, топливная промышленность, электроэнергетика и т. д.) как основы развертывания военного производства в случае войны. По оценке уже ушедшего из жизни члена Совета по внешней оборонной политике России В. В. Шлыкова, тридцать лет прослужившего в советской разведке, в том числе в качестве начальника ее военно-экономического управления, в конце 30-х гг. в СССР отказались от прежней системы мобилизационной подготовки экономики и перешли к тотальной милитаризации промышленности. На имеющихся гражданских предприятиях достичь предусмотренных третьим пятилетним планом показателей производства оружия было уже невозможно. После начала Великой Отечественной войны это стало важным фактором быстрого наращивания военного производства и подготовило коренной перелом в Великой Отечественной войне и во Второй мировой войне в целом.

Поскольку в войну против гитлеровской Германии вступили сначала западные страны, в первую очередь Великобритания, именно здесь началась разработка экономических проблем Второй мировой войны. В 1940 г. вышла в свет брошюра известного английского экономиста Дж. М. Кейнса «Как оплатить войну» [40], в которой автор подробно рассматривал вопросы финансирования и развития военной экономики, подчеркивал, что война способствует решению главной социальной проблемы века – расширению сферы потребления. Другой английский экономист Р. У. Кларк в книге «Экономическое напряжение войны» [41] предпринял попытку показать особую роль государства в развитии военной экономики и определить предельные экономические возможности ведения войны. Он призывал к установлению неограниченной диктатуры правительства в экономической сфере, в частности в осуществлении инвестиций, установлении цен и заработной платы, предоставлении кредита, экспорте продукции и т. д. Нельзя также не упомянуть изданный в 1948–1953 гг. фундаментальный шеститомный труд о Второй мировой войне участника и очевидца ее событий в качестве премьер-министра Великобритании, бывшего боевого офицера, занимавшего в течение многих лет различные министерские посты в правительствах Соединенного Королевства, в том числе первого лорда Адмиралтейства, руководившего ВМС страны, как председатель «Комиссии по сухопутным кораблям» принимавшего участие в разработке первых танков и создании танковых войск, министра вооружений, военного министра и министра авиации, будущего лауреата Нобелевской премии по литературе 1953 г. У. С. Черчилля [42]. Хотя этот труд был написан в атмосфере «холодной войны», инициатором и одним из творцов которой был его автор, ни один серьезный исследователь военной истории и военной экономики не может его игнорировать.

Во время Второй мировой войны активизировались военно-экономические исследования и в США. В 1942 г. в Чикагском университете был издан сборник статей группы профессоров под названием «Экономические проблемы войны и ее последствия» [43]. В этой работе анализировались важнейшие уроки прошлых войн в целях наилучшего разрешения экономических проблем войны, ее финансирования и т. д. В последующие годы в США появилось немало других работ, в которых рассматривались различные экономические аспекты Второй мировой войны, в частности вызвавшие большой интерес общественности и специалистов книги президента Американского социологического общества У. Ф. Огборна [44] и известных экономистов, уже упоминавшегося Дж. М. Кларка и В. В. Леонтьева [45–46].

Крупным вкладом в военно-экономическую практику и теорию стало экономическое обеспечение победы советского народа над фашизмом в Великой Отечественной войне, обобщенное в книге руководившего переводом народного хозяйства на военные рельсы и эвакуацией производительных сил из прифронтовой полосы на Восток председателя Госплана СССР Н. А. Вознесенского [47]. Особенности перестройки экономической жизни, организации военного производства, государственного управления военно-экономической

деятельностью и экономического обеспечения войны рассмотрены в работах и других советских авторов, в частности в многотомных изданиях по истории Великой Отечественной войны Советского Союза и Второй мировой войны [48–49], в воспоминаниях военачальников [см., напр.: 50], в работах руководителей экономических ведомств и ученых [см., напр.: 51–55].

Один из главных выводов из величественного, но в то же время и трагического опыта войны, недостаточно усвоенный победителями, сформулировал Маршал Советского Союза Г. К. Жуков в предисловии к книге своего заместителя по тылу в годы Великой Отечественной войны генерал-лейтенанта Н. А. Антипенко: «Задача выиграть войну с наименьшими потерями личного состава и материальных средств – одна из важных основ подготовки командно-начальствующего состава. Между тем этой стороне вопроса при обучении, воспитании командных кадров не всегда уделялось должное внимание. В ходе войны были случаи, когда из-за плохого знания обстановки, недостаточной изученности огневой системы противника безрезультатно выпускались десятки тысяч тонн боеприпасов. А сколько было всевозможных и не всегда оправданных перегруппировок и передвижений войск во время войны! На все это расходовалось колоссальное количество горючего и другого дорогостоящего имущества, а главное – силы людей тратились без всякой пользы... Проблема экономного использования человеческих и материальных ресурсов в период войны была и всегда остается одной из самых ответственных» [56, с. 17]. В контексте полученного впоследствии советским народом нового трагического опыта эти слова приобрели более широкое и емкое звучание.

В 40-х гг. XX в. военная экономика значимых в политико-экономическом отношении стран стала важным фактором и действенным средством изменения мира, но ей предстояло еще сыграть исключительную роль в истории. Вступление человечества в ядерную эпоху радикально изменило мир. Появление и развитие стратегических ядерных вооружений оказало огромное влияние не только на представления о возможном характере будущей войны и строительстве ВС, но и на развитие науки, техники, всех отраслей промышленности, экономики в целом ведущих стран мира, а также на отношения между ними.

Обладание атомной бомбой усилило претензии наиболее агрессивно настроенной части правящей элиты США на «мировое лидерство» в условиях роста международного авторитета СССР как страны, внесшей определяющий вклад в победу над гитлеровской Германией, распространения сферы его влияния на освобожденные Красной Армией страны и народы. Политика стратегического сдерживания «советской экспансии», постоянная ядерная угроза со стороны США, «холодная война» обусловили беспрецедентную для мирного времени гонку вооружений. Внешне закономерности послевоенного времени остались прежними. После окончания войны все воюющие страны провели реконверсию. В США общая численность ВС была сокращена с 11,5 млн в 1945 г. до 1,5 млн чел. в 1948 г., а военные расходы за этот период уменьшились с 81,2 млрд до 11,8 млрд долл. В СССР к началу 1948 г. было демобилизовано 8,5 млн человек [6, с. 302–303]. Но военная экономика двух «супердержав» не была свернута, она постепенно приобретала новое качество без зримого увеличения военных расходов. Известно, что многомиллиардные затраты на создание атомной бомбы и дальнейшее развитие ядерного оружия США финансировали по статье «Разработка естественных ресурсов», позднее – через бюджет министерства энергетики. В СССР создание ядерного и термоядерного оружия, средств его доставки и новых систем вооружения осуществлялось по бюджетам многих ведомств – обеспечивающих сырье и металл базовых отраслей, организующих разработку и производство вооружения и военной техники девяти машиностроительных и многих других министерств, многочисленных учреждений Академии наук и высшей школы.

В 1946–1948 гг. при соблюдении строжайшей, чрезвычайной и беспрецедентной секретности в СССР была создана атомная промышленность, разработаны месторождения урана. Закрытые научно-исследовательские центры, лаборатории, конструкторские бюро, специальные строительные и производственные организации появились более чем

в 100 городах страны, в том числе вновь созданных «атомградах». В районе г. Семипалатинска был построен испытательный полигон [57].

Фактически в послевоенные годы в США и СССР, во многих других странах, входящих в различные военно-политические блоки, прежде всего НАТО и Организацию Варшавского Договора, удовлетворение качественно новых военных потребностей обеспечивалось сформировавшейся и постоянно растущей специфической военно-хозяйственной системой, охватывающей производство, распределение, обмен и потребление предметов военного назначения. Но в советской военно-экономической теории и практике ее преподавания в высшей военной школе господствовали зафиксированные Н. А. Вознесенским представления о военной экономике как особом состоянии всей экономики страны, особом периоде ее развития в условиях войны, требующей предельной мобилизации имеющихся ресурсов [47, с. 10]. Стремление к пересмотру этого устоявшегося стереотипа проявилось в 1951–1953 гг. в ходе проводимой на страницах журнала «Военная мысль» дискуссии о теории военной экономики, однако эта задача не была решена. Дискуссия была грубо оборвана с выговором ее участникам [58]. Формирование адекватной системы представлений о военной экономике как перманентной объективной реальности растянулось на несколько десятилетий. Вплоть до 70-х гг. XX в. в советской литературе встречались утверждения о том, что «в мирный период у нас нет и не может быть военной экономики» [55, с. 24].

Более прагматичная, нацеленная на конкретный результат военно-экономическая наука США оперативно реагировала на запросы разворачивающейся революции в военном деле. В центре внимания исследований оказались такие вопросы, как система организации и руководства ВС и промышленными предприятиями, производящими оружие; оптимизация методов выбора систем вооружения, тылового обеспечения ВС, распределения средств между их отдельными видами, дислокации войск внутри страны и за границей. Если в дядядерный период XX в. военно-экономическая теория была сосредоточена преимущественно на способах определения величины и структуры военно-экономического потенциала, проблемах его мобилизации, управления экономикой во время войны, послевоенной конверсии, то по мере увеличения военного бремени и усложнения задач обеспечения военной безопасности в условиях гонки вооружений в круг ее исследований стали все больше включаться вопросы собственно военно-экономической деятельности. Важнейшими задачами военно-экономической теории стали обоснование путей и методов превращения военно-экономического потенциала в реальную военно-экономическую и военную силу и повышение эффективности использования ресурсов, направляемых на военные цели [6, с. 78–80]. Это отнюдь не девальвировало значение и традиционных проблем обеспечения военной безопасности, они лишь приобретали новые грани. В частности, большой резонанс имели опубликованные во второй половине 50-х гг. работы К. Е. Кнорра, посвященные военным и военно-экономическим потенциалам государств в новых условиях [59; 60, р. 49–62].

С конца 50-х – начала 60-х гг. в США начали активно использовать математическое моделирование войн, гонки вооружений и ее последствий. В 1957 г. А. Рапопорт привлек внимание научного сообщества к математической теории войн уже ушедшего из жизни английского математика, физика, метеоролога, психолога и пацифиста Льюиса Ф. Ричардсона (1881–1953), впервые применившего математические методы прогнозирования погоды для изучения причин возникновения войн и создания возможностей для их предотвращения [61]. В 1960 г. были опубликованы основные работы Ричардсона, излагающие его теорию, – «Оружие и отсутствие безопасности» (1949) и «Статистика смертельной вражды (непримиримых распрей)» (1950) [62–63]. Модель известного в области математической метеорологии, но совершенно неизвестного в области политической науки ученого стала основой новой области знаний – математической теории международных отношений. Методология и практически направленный инструментарий Ричардсона выдержали проверку временем, обсуждаются и развиваются в течение многих лет [см., напр.: 64–66].

В 70-е гг. в результате обособленного и совместного изучения проблем национальной и глобальной безопасности и гонки вооружений Д. Л. Брито и М. Д. Интрилигейтор создали стратегическую основу для разработанных Ричардсоном уравнений гонки вооружений [см., напр.: 67, р. 359–375; 68, р. 359–375; 69, р. 339–353].

«Революция в военном менеджменте» возглавившего в 1961 г. в составе администрации Дж. Ф. Кеннеди Пентагон бывшего президента «Ford Motors Corporation», полковника времен Второй мировой войны Р. Макнамары, направленная на совершенствование системы военного финансирования и повышение эффективности военных расходов, привлекла внимание к вопросам взаимодействия государства и военного бизнеса. В опубликованных в 1962 и 1964 гг. книгах М. Дж. Пека и Ф. М. Шерера «Процесс приобретения вооружений. Экономический анализ» и Ф. М. Шерера «Процесс приобретения вооружений. Экономические стимулы» [70; 71] анализировались нерыночные аспекты приобретения вооружений, методы стимулирования конкуренции за получение военных контрактов и повышения ответственности военных производителей, конкурентные и контрактные стимулы в программах приобретения вооружений, включая теоретический и эмпирический анализ различных типов контрактов. Эти и другие связанные с ними вопросы рассматривались также в более широком контексте в ставшей классической книге исследователей «RAND Corporation» Ч. Дж. Хитча и Р. Н. Маккина «Военная экономика в ядерный век» [72]. Способам выработки и реализации наиболее эффективной политики в области военного строительства была посвящена и изданная несколькими годами позднее книга Ч. Дж. Хитча [73]. Перечисленные вопросы остаются в центре внимания военно-экономической науки США вплоть до наших дней [74].

В январе 1961 г. уходящий из Белого дома 34-й президент США, «четырёхзвездочный» генерал Д. Д. Эйзенхауэр в своем прощальном обращении к нации и миру предупредил американский народ и мировое сообщество о возникновении новой угрозы национальной и глобальной безопасности в лице сформировавшегося ВПК страны. Профессиональный военный высшего уровня управления и политик, мыслящий государственными и глобальными категориями, видел угрозу не в военном производстве, обеспечивающем потребности национальной обороны, а в союзе высшего генералитета, части государственного аппарата и крупных производителей военной продукции, заинтересованных в неограниченном увеличении государственных военных расходов и получении военных прибылей. Именно так конституировалось понятие ВПК, который изначально расценивался как своеобразная «раковая опухоль», паразитирующая на теле общества. Вмешательство США в варварскую войну во Вьетнаме послужило дополнительным импульсом к широкой критике ВПК в научной литературе и политической публицистике, анализу его влияния на усиление гонки вооружений. В 70-х гг. увеличился поток публикаций о советских военных расходах, военно-экономическом потенциале и ВПК Советского Союза. В связи с подготовкой к переходу на наемный принцип комплектования ВС были проведены крупные исследования проблем использования людских ресурсов в военных целях.

В 1973 г. книгой Е. Бенуа [75] была начата продолжающаяся уже более сорока лет и остающаяся незавершенной дискуссия о влиянии военных расходов на экономический рост в различных странах и социально-экономических системах [76, р. 67–83; 77, р. 39–55; 78, р. 329–360; 79, р. 55–60]. Со второй половины, особенно с конца 70-х гг. возросло внимание к анализу состояния военно-промышленной базы. Активно исследовались оборонные отрасли промышленности с точки зрения прибыльности, практики закупок, влияния конверсионных процессов, конкуренции, промышленной политики и т. д.

Впечатляющая широта и высокая интенсивность исследований во многом объясняются тем, что в США проблемы безопасности, теории государственной и военной стратегии, экономического обеспечения военного строительства развивали не генералы и военные специалисты силовых структур, а в основном гражданские специалисты, в том числе ученые-естественники и ученые-гуманитарии. Исследования военного и военно-

экономического характера осуществляют сотни различных организаций: государственные органы, частные корпорации, профессиональные ассоциации, университеты, научно-исследовательские центры, занимающиеся исследованиями в самых различных областях социально-гуманитарных, естественных, технических наук. Трудом таких теоретиков, как Б. Броди, Дж. Кеннан, Г. Киссинджер, Г. Кистяковский, Р. Шеллинг, и многих других родилась теория, в соответствии с которой качественно новые виды вооружения, в первую очередь ракетно-ядерное оружие, – это не просто более разрушительные средства войны, способные уничтожить весь мир, не оставив победителей, а новые инструменты большой политики. Усилиями названных и многих других ученых был сделан эпохальный вывод: новые, беспрецедентные по разрушительной силе виды вооружения надо использовать не для того, чтобы победить противника в войне, а для того, чтобы не допустить этой войны, точнее – не допустить таких действий предполагаемого противника, которые могут привести к войне.

В СССР к такому выводу пришли значительно позже, потому что здесь ни ученые-гуманитарии, ни ученые-естественники, ни военные и гражданские специалисты закрытых ведомств просто не могли свободно обсуждать подобные темы. Как уже отмечали известные специалисты [6, с. 82], административно-командные методы управления экономикой, сверхсекретность, отсутствие статистической информации о военной деятельности государства, чрезмерная идеологизация общественных наук, вынужденных восхвалять принятые КПСС решения, и другие причины объективно тормозили военно-экономические исследования, придавали им схоластический характер, препятствовали осмыслению новых явлений, связанных с появлением ракетно-ядерного оружия, «холодной войной» между двумя мировыми системами. Советская военно-экономическая наука значительно запаздывала в теоретическом обобщении новых процессов в развитии военной экономики ядерного века, кардинальных изменений в требованиях к экономическому обеспечению военного строительства, к укреплению военно-экономической и оборонной безопасности страны.

Тем не менее обострение конфронтации двух систем в условиях постоянных революций в военном деле, связанных с появлением и развитием ракетно-ядерного оружия, и необходимость обеспечения военной безопасности вынуждали отказываться от старых представлений. В 60–80-х гг. прошлого века в результате непростых дискуссий в среде экономистов высшей военной школы, в которых «немаловажное значение... имела переводная военно-экономическая литература» [о содержании дискуссий см.: 2, гл. 7, подразд. 7.2.1], в советской науке была разработана новая трактовка военной экономики. Она была отражена в ряде монографий, в том числе имеющих ограничительные грифы и поэтому сосредоточенных в закрытых ведомственных библиотеках [из числа доступных читателям обеспеченных библиотек могут быть названы: 80–87], многочисленных учебных пособиях военных вузов [88–90], справочных изданиях. Учебник военной экономики для военных академий и университетов, который впервые не имел ограничительного грифа и был официально утвержден в этом качестве, был издан только в 1999 г. [91].

В новой трактовке военная экономика рассматривалась не как состояние всей экономики в условиях войны и не просто как сумма отраслей народного хозяйства, производящих военную продукцию, а как совокупность объективных, перманентных экономических отношений, связанных с производством, распределением, обменом и потреблением продукции военного назначения, складывающихся в народном хозяйстве в целом, в обеспечивающем ВС секторе экономики, непосредственно в ВС.

Научно значимые военно-экономические исследования заметно активизировались в 80-х гг. Расширилась их тематика. Увеличилось количество книг, статей, диссертационных работ по этой проблематике. Начал расти вклад в науку гражданских ученых. Еще в 60-е гг. в некоторых академических институтах, в частности Институте мировой экономики и международных отношений, Институте США и Канады Академии наук, были созданы

отделы военно-стратегических исследований. Первоначально они комплектовались бывшими высокопоставленными военными и ветеранами разведки, но постепенно в них формировался и корпус гражданских экспертов по проблемам обороны и безопасности [92, с. 229–261].

Однако в целом развитие советской военно-экономической науки продолжало отставать от потребностей практики. В то время, как военно-экономические исследования в США и других западных странах решали главным образом практические вопросы повышения эффективности военной экономики, в СССР усилия ученых направлялись на формирование социалистической военной экономики как науки, разработку системы ее категорий и законов, создание учебников по предмету и рассмотрение вопросов, имеющих познавательное значение, но далеких от практики военно-экономической деятельности государства и функционирования военного хозяйства. Из-за засекречивания необходимой информации уделялось недостаточное внимание исследованию таких вопросов, как оценка реального уровня отвлечения ресурсов на оборонные цели, чрезмерная милитаризация экономики, отрицательные социально-экономические последствия гонки вооружений и обострение военно-экономического соперничества двух мировых систем.

После распада СССР в связи с резким сокращением военных расходов и начавшейся демилитаризацией экономики на первый план выдвинулись проблемы конверсии. За несколько лет было опубликовано множество статей, книг, защищены десятки кандидатских и докторских диссертаций. Но это не смогло предотвратить провал недостаточно продуманных и недофинансированных конверсионных планов. Постепенно внимание военно-экономической теории и практики постсоветских стран начало переключаться на проблемы реформирования распавшегося на множество неодинаковых частей когда-то единого военного производства и целостных военно-экономических отношений, на поиски новых форм взаимодействия. Все большего внимания требовали вопросы планирования и финансирования военных потребностей, осуществляемых военных реформ и т. д.

В последние двадцать лет военно-экономическая наука России и некоторых других стран постсоветского пространства вышла на качественно новый уровень понимания и анализа современных проблем экономического обеспечения военной, национальной, региональной и глобальной безопасности. Об этом свидетельствует анализ основных концептуальных стратегических документов ведущих в военно-политическом отношении стран, отражающих новые глобальные закономерности [93; 94]. В современных условиях обеспечивающая военную безопасность экономика военной сферы выступает как важная, но не единственная составная часть экономики национальной безопасности. Распределение ресурсов на обеспечение национальной безопасности осуществляется сейчас на основе иных, по сравнению с прошлым, приоритетов.

Показательна также и тематика, новая направленность отраженных в публикациях исследований [95–104]. В центр внимания постсоветской военно-экономической науки переместились вопросы обоснования военного бюджета, оптимизации оборонных расходов и их влияния на экономический рост, эффективности военного строительства, военно-экономического анализа и математического моделирования военно-экономических процессов, качества нормативной базы военно-экономической деятельности.

Специфичными и проблемными для всех постсоветских стран являются вопросы, связанные с вхождением военной сферы в систему рыночных отношений, структуры военной экономики суверенных государств, международных военно-экономических отношений.

Существует настоятельная необходимость дальнейшего развития военно-экономической науки, которое и в современных условиях сдерживается объективными и субъективными трудностями. По мнению ведущих специалистов даже такой мощной в экономическом отношении страны, как Россия, к их числу относятся: отсутствие у руководства финансово-экономического блока Министерства обороны права заказывать

договорные научно-исследовательские работы и многолетняя практика заказов таких работ гражданским организациям, не имеющим достаточного представления о специфике проблемы; отсутствие как в РАН, так и в силовых ведомствах, аппарате Военно-промышленной комиссии при правительстве специального НИИ военно-экономического профиля, изучающего военную экономику в целом; определенное свертывание системы военно-экономического образования в стране, о чем свидетельствует ликвидация Военного финансово-экономического университета и др. [105, с. 52; 106, с. 57]

Оценивая ситуацию в Беларуси, бывший начальник Генерального штаба ее Вооруженных Сил, ныне председатель Государственного военно-промышленного комитета С. П. Гурулев писал: «Исследования по военно-экономическому обоснованию и реализации планов развития продукции военного назначения невозможно проводить в отсутствие специализированной научной организации. В настоящее время в республике такой организации нет. Потенциально в этом направлении могут работать НИИ экономики НАН Беларуси, профильный НИИ Министерства экономики и НИИ Вооруженных Сил Республики Беларусь. ...Целесообразно рассмотреть вопрос о создании специализированного подразделения в НИИ Вооруженных Сил, занимающегося вопросами военной экономики и реализации Концепции военно-технической политики Республики Беларусь» [107, с. 122].

Вполне понятна забота военных специалистов о непосредственно практической оборонной направленности военно-экономической науки. Вместе с тем необходимо иметь в виду то, что последняя является также основой и одной из составных частей идеологии обеспечения военной, при более широком подходе – национальной безопасности, которой должны владеть все граждане страны [108]. В ее развитии и внедрении в общественное сознание должны участвовать и преподаватели высшей школы. С этой точки зрения большое значение приобретает издание в открытой печати доступной для использования в системе профессиональной подготовки и общего высшего образования учебной литературы по предмету [109; 110], а также включение в учебные планы образовательных учреждений дисциплин по проблемам национальной безопасности. В лучших высших учебных заведениях России это уже сделано.

Список литературы

1. Посошков, И. Т. Книга о скудости и богатстве и другие сочинения / И. Т. Посошков; ред. и коммент. Б. Б. Кафенгауза. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – С. 11–244.
2. Пожаров, А. И. Военная экономика России: история и теория: моногр. / А. И. Пожаров. – М.: ВФЭУ, 2005. – 418 с.
3. Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит. – М.: Наука, 1962. – 654 с.
4. Энгельс, Ф. Анти-Дюринг / Ф. Энгельс // К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. – изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1961. – Т. 20. – С. 5–338.
5. Маркс, К. Маркс – Энгельсу в Манчестер, 7 июля 1866 г. / К. Маркс // К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. – изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1963. – Т. 31. – С. 196–198.
6. Фарамазян, Р. А. Трансформация военной экономики: XX – начало XXI века / Р. А. Фарамазян, В. В. Борисов. – М.: Наука, 2006. – 341 с.
7. Аничков, В. М. Военное хозяйство. Сравнительное исследование положительных законодательств России, Франции, Пруссии, Австрии, Сардинии, Бельгии и Баварии / В. М. Аничков. – СПб.: Тип. Н. Деноткина, 1860. – VI, XVI, 613 с.
8. Аничков, В. М. О хозяйстве войск в военное время / В. М. Аничков. – СПб.: Тип. Штаба Отд. корп. внутр. стражи, 1863. – 125 с.
9. Астафьев, А. И. О современном военном искусстве: в 2 ч. / А. И. Астафьев. – СПб.: Тип. Э. Праца, 1856. – Ч. I. – 169 с.; 1861. – Ч. II. – 460 с.

10. Астафьев, А. И. Источники политической экономии и государственного хозяйства: в 2 кн. / А. И. Астафьев. – СПб.: Тип. Э. Праца, 1862. – Кн. 1. – 165 с.; 1863. – Кн. 2. – 106 с.
11. Гулевич, А. А. Война и народное хозяйство / А. А. Гулевич. – СПб.: Тип. Глав. упр. делов, 1898. – 188 с.
12. Гулевич, А. А. Сравнение экономического строя России и главнейших европейских государств с военной точки зрения: Сообщение в штабе войск гвардии и Петерб. воен. округа / А. А. Гулевич. – СПб.: Тип. Штаба войск Гвардии и Петерб. воен. окр., 1898. – 45 с.
13. Блюх, И. С. Будущая война в техническом, экономическом и политическом отношениях: в 5 т. / И. С. Блюх. – СПб.: Тип. И. Ефрона, 1898. – Т. I. – 609 с.; Т. II. – 854 с.; Т. III. – 555 с.; Т. IV. – 720 с.; Т. V. – 426 с.
14. Энджелл, Н. Великое заблуждение: Этюд об отношении военной мощи наций к их экономическому и социальному прогрессу / Н. Энджелл; пер. с англ. – Челябинск: Социум, 2009. – LIV, 355 с.
15. Струве, П. Б. Экономическая проблема «Великой России»: Заметки экономиста о войне и народном хозяйстве / П. Б. Струве // Великая Россия: сб. статей по военным и общественным вопросам: в 2 кн. – СПб.: Изд-во В. П. Рябушинского, 1911. – Кн. 2. – С. 143–154.
16. Боголепов, М. И. Война, финансы и народное хозяйство / М. И. Боголепов. – М.; Петроград: Тип. Минфина, 1914. – 58 с.
17. Макшеев, Ф. А. Военное хозяйство: Курс интендантской академии: в 3 ч. / Ф. А. Макшеев. – СПб. (Петроград): Тип. П. Усова, 1912–1915. – 1148 с.
18. Гобсон, Дж. Империализм. / Дж. Гобсон; пер. с англ. – М.: Наука и образование, 2010. – 287 с. (Сер. «Из наследия мировой политологии»).
19. Каутский, К. Как возникла мировая война / К. Каутский; пер. с нем. А. Пригожина под ред. С. Шерера; предисл. и вступ. ст. М. Покровского. – М.: Красная новь, 1924. – 230 с.
20. Гильфердинг, Р. Финансовый капитал. Новейшая фаза в развитии капитализма / Р. Гильфердинг; пер. с нем. – М.: Соцэкгиз, 1959. – 684 с.
21. Ленин, В. И. Империализм как высшая стадия капитализма / В. И. Ленин // Полн. собр. соч. – М.: Политиздат, 1980. – Т. 27. – С. 299–426.
22. Данилов, Н. А. Влияние великой мировой войны на экономическое положение России / Н. А. Данилов. – Петроград: Госиздат, 1922. – 108 с.
23. Дикс, А. Война и народное хозяйство: По опыту Германии в мировую войну 1914–1919 гг. / А. Дикс; пер. с нем. – М.: Госвоениздат, 1926. – 260 с.
24. Каценеленбаум, З. С. Война и финансово-экономическое положение России / З. С. Каценеленбаум. – М.: Типо-Литография Тов-ва Печатн. и Издат. Дела, 1917. – 79 с.
25. Кейнс, Дж. М. Экономические последствия Версальского мирного договора / Дж. М. Кейнс; пер. с англ.; предисл. к рус. изд. Ш. М. Дволайцкого. – М.: Госиздат, 1922. – XIV, [2], 137 с.
26. Прокопович, С. Н. Война и народное хозяйство / С. Н. Прокопович. – 2-е изд. – М.: Дело, 1918. – 240 с.
27. Clark, J. M. Studies in the Economics of Overhead Costs / J. M. Clark. – Chicago: Univ. of Chicago Press, 1923. – XIII, 502 p.
28. Clark J. M. The Costs of the World War to the American People / J. M. Clark. – New Haven, London: Yale Univ. Press, Humphrey Milford, Oxford Univ. Press, 1931. – 316 p.
29. Clark, J. M. Economics of Planning Public Works / J. M. Clark. – Washington: U.S. Government Printing Office, 1935. – 194 p.
30. Фрунзе, М. В. Избранные произведения / М. В. Фрунзе; предисл. М. А. Гареева. – М.: Воениздат, 1977. – 480 с.

31. Шаташников, Б. М. Мозг армии: в 3 кн. / Б. М. Шапошников. – М.; Л.: Госиздат, 1927–1929. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://militera.lib.ru/science/shaposhnikov1/index.html>.
32. Данилов, Н. А. Экономика и подготовка к войне. Очерки по истории подготовки к войне / Н. А. Данилов. – М.; Л.: Воениздат, 1926. – 195 с.
33. Каратыгин, П. Общие основы мобилизации промышленности для нужд войны / П. Каратыгин; со вступ. ст. М. В. Фрунзе. – М.: Воен. вестн., 1925. – 92 с.
34. Головин, Н. Военные усилия России в мировой войне / Н. Головин // Военная мысль в изгнании: Творчество русской военной эмиграции: Рос. воен. сб. – М.: Воен. ун-т: Русский путь, 1999. – С. 75–118.
35. Данилов, Ю. О подготовке государства к современной войне / Ю. Данилов // Военная мысль в изгнании: Творчество русской военной эмиграции: Рос. воен. сб. – М.: Воен. ун-т: Русский путь, 1999. – С. 283–288.
36. Тухачевский, М. Н. Избранные произведения: в 2 т. / М. Н. Тухачевский. – М.: Воениздат, 1964. – Т. 1 – 240 с.; Т. II. – 264 с.
37. Кантор, Ю. З. Война и мир Михаила Тухачевского / Ю. З. Кантор. – М.: Огонек: Время, 2005. – 576 с.
38. Соколов, Б. В. Михаил Тухачевский: жизнь и смерть «Красного маршала» / Б. В. Соколов. – Смоленск: Русич, 1999. – 512 с.
39. Свечин, А. А. Стратегия / А. А. Свечин. – М.: Госвоениздат, 1926; 2-е изд.: М.: Воен. вестн., 1927. – 396 с.
40. Keynes, J. M. How to Pay for the War: A Radical Plan for the Chancellor of the Exchequer / J. M. Keynes. – L.: Harcourt, Brace, 1940. – 88 p.
41. Clark, R. W. The Economic Effort of War / R. W. Clark. – L.: Harcourt, Brace, 1940. – 230 p.
42. Черчилль, У. С. Вторая мировая война: в 3 кн. / У. С. Черчилль; сокр. пер. с англ.; с предисл. д-ра филос. и д-ра ист. наук, проф. Д. А. Волкогонова; под ред. канд. ист. наук А. С. Орлова. – М.: Воениздат, 1991. – Кн. 1, т. I–II. – 592 с. – Кн. 2, т. III–IV. – 671 с. – Кн. 3, т. V–VI. – 702 с.
43. Economic Problems of War and its Aftermath / Ed. C. W. Wright. – Chicago: The Univ. of Chicago Press, 1942. – XI, 197 p.
44. Ogburn, W. F. American Society in Wartime / W. F. Ogburn. – Chicago: The Univ. of Chicago Press, 1943. – VII, 237 p.
45. Clark, J. M. Demobilization of Wartime Economic Controls / J. M. Clark. – New York: McGraw-Hill Book Company, 1944. – 219 p.
46. Леонтьев, В. В. Межотраслевой анализ военных расходов / В. В. Леонтьев // В. В. Леонтьев. Межотраслевая экономика / В. В. Леонтьев; пер. с англ. – М.: Экономика, 1997. – С. 236–333.
47. Вознесенский, Н. А. Военная экономика в период Отечественной войны / Н. А. Вознесенский. – М.: Госполитиздат, 1948. – 192 с.
48. История Великой Отечественной войны Советского Союза 1941–1945: в 6 т. – М.: Воениздат, 1960–1965. – Т. 1. – 600 с.; Т. 2. – 682 с.; Т. 3. – 652 с.; Т. 4. – 726 с.; Т. 5. – 652 с.; Т. 6. – 652 с.
49. История Второй мировой войны 1939–1945: в 12 т. – М.: Воениздат, 1973–1982. – Т. 1. – 362 с.; Т. 2. – 474 с.; Т. 3. – 498 с.; Т. 4. – 536 с.; Т. 5. – 512 с.; Т. 6. – 520 с.; Т. 7. – 522 с.; Т. 8. – 536 с.; Т. 9. – 574 с.; Т. 10. – 544 с.; Т. 11. – 496 с.; Т. 12. – 496 с.
50. Жуков, Г. К. Воспоминания и размышления / Г. К. Жуков. – М.: Олма-пресс, 2002. – 505 с.
51. Белов, П. А. Вопросы экономики в современной войне: моногр. / П. А. Белов. – М.: Воениздат, 1951. – 224 с.
52. Зверев, А. Г. Сталин и деньги / А. Г. Зверев. – М.: Алгоритм, 2012. – 272 с.

53. Кравченко, Г. С. Экономика СССР в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Г. С. Кравченко. – 2-е перераб. и доп. изд. – М.: Экономика, 1970. – 163 с.
54. Кустов, М. В. Цена Победы в рублях / М. В. Кустов. – М.: АСТ: Астрель: Полиграфиздат, 2011. – 320 с.
55. Тамарченко, М. Л. Советские финансы в период Великой Отечественной войны / М. Л. Тамарченко. – М.: Финансы, 1967. – 144 с.
56. Антипенко, Н. А. На главном направлении (Воспоминания заместителя командующего фронтом) / Н. А. Антипенко; предисл. Маршала Советского Союза Г. К. Жукова. – М.: Наука, 1967. – 348 с.
57. Атомный проект СССР: док. и материалы: в 3 т. / под общ. ред. Л. Д. Рябева. – Т. II. Атомная бомба. 1945–1954. – Кн. 1–5. / МФТИ. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ; М.: Физматлит, 1999–2005. – 802 + 976 с.
58. К итогам дискуссии о месте «теории военной экономики» в военной науке // Воен. мысль. – 1953. – № 1. – С. 18–27.
59. Knorr, K. E. The War Potential of Nations / K. E. Knorr. – Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1956. Рус. пер.: Кнопп К. Военный потенциал государств / пер. с англ. – М.: Воениздат, 1960. – 394 с.
60. Knorr, K. E. The Concept of Economic Potential for War / K. E. Knorr // World Politics. – 1957. – Vol. 10. – No. 1. – P. 49–62.
61. Rapoport, A. Lewis Fry Richardson's mathematical theory of war / A. Rapoport // J. of Conflict Resolution. – 1957. – No. 1 (March). – P. 249–299.
62. Richardson, L. F. Arms and Insecurity: A Mathematical Study of the Causes and Origins of War / L. F. Richardson; ed. by N. Rachevsky and E. Trucco. – Pittsburgh: Boxwood Press; Chicago: Quadrangle Books, 1960. – XXVI, 307 p.
63. Richardson, L. F. Statistics of deadly quarrels / L. F. Richardson. – Pacific Grove, CA: Boxwood Press, 1960. – XLVI, 373 p.
64. Busch, P. A. Mathematical models of arms races / P. A. Busch. In Bruce Russett (ed.) What price vigilance? – New Haven, Conn.: Yale Univ. Press, 1970. – 265 p.
65. Diehl, P. F. Arms races and escalation: a closer look / P. F. Diehl // J. of Peace Research. – Vol. 20. – 1983. – P. 205–212.
66. Hunt, J. C. R. Lewis Fry Richardson and His Contributions to Mathematic, Meteorology, and Models of Conflict / J. C. R. Hunt // Annual Rev. of Fluid Mechanics. – Vol. 30. – 1998. – XIII–XXXVI p.
67. Brito, D. L. A Dynamic Model of an Armaments Race / D. L. Brito // Intern. Economic Rev. – Vol. 13. – 1972. – P. 359–375.
68. Intriligator, M. D. Strategic Consideration in the Richardson Model of Arms Races / M. D. Intriligator // J. of Political Economy. – Vol. 83. – 1975. – P. 338–354.
69. Intriligator, M. D. Can Arms Races Lead to the Outbreak of War? / M. D. Intriligator, D. L. Brito // J. of Conflict Resolution. – Vol. 28. – 1984. – P. 63–84.
70. Peck, M. J. The Weapon Acquisition Process. An Economic Analysis / M. J. Peck, F. M. Scherer. – Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard Univ. Press, 1962. – XXXII, 736 p.
71. Scherer, F. M. The Weapon Acquisition Process. Economic Incentives / F. M. Scherer. – Boston: Division of Research, Harvard Business School, Harvard Univ. Press, 1964. – 580 p.
72. Hitch, Ch. J. The Economics of Defense in the Nuclear Age / Ch. J. Hitch, R. N. MacKean. – Cambridge: Harvard Univ. Press, 1963. Рус. пер.: Хитч Ч., Маккин Р. Военная экономика в ядерный век / пер. с англ. под ред. и с предисл. А. А. Корниенко и В. М. Кулакова. – М.: Воениздат, 1964. – 624 с.
73. Hitch, Ch. J. Decision-making for Defense / Ch. J. Hitch. – Berkeley; Los Angeles: Univ. of California Press, 1965. Рус. пер.: Хитч Ч. Дж. Руководство обороной. Основы принятия решений / пер. с англ. под ред. и с предисл. В. С. Казаковцева. – М.: Сов. радио, 1968. – 105 с.

74. Федорович, В. А. США: военная экономика (организация и управление) / В. А. Федорович, В. Б. Муравник, О. И. Бочкарев; под общ. ред. П. С. Золотарева и Е. А. Роговского. – М.: Междунар. отношения, 2013. – 612 с.
75. Benoit, E. Defense Spending and Economic Growth in Developing Countries / E. Benoit. – Boston: DC Heath & Company; Lexington: Lexington Books, 1973. – 283 p.
76. Deger, S. Military Expenditure, Spin-off and Economic Development / S. Deger, S. Sen // J. of Development Economics. – Vol. 13. – 1983. – P. 67–83.
77. Alexander, W. R. J. The Impact of Defense Spending on Economic Growth: A Multi-sectoral Approach to Defense Spending and Economic Growth with Evidence from Developed Economics / W. R. J. Alexander // Defense Economics. – Vol. 2. – 1990. – P. 39–55.
78. Stroup, M. D. Size of the Military Sector and Economic Growth: A Panel Data Analysis of Africa and Latin America / M. D. Stroup, J. C. Heckelman // J. of Applied Economics. – Vol. 4. – 2001. – P. 329–360.
79. Atesoglu, H. S. Defense Spending Promotes Aggregate Output in the United States: Evidence from Cointegration Analysis / H. S. Atesoglu // Defense and Peace Economics. – Vol. 13. – 2002. – P. 19–27.
80. Бартенев, С. А. Современная война и экономика / С. А. Бартенев. – М.: Воениздат, 1967. – 32 с.
81. Королев, В. Д. Экономическая подготовка страны к современной войне / В. Д. Королев. – М.: Воениздат, 1968. – 263 с.
82. Бартенев, С. А. Экономика – тыл и фронт современной войны / С. А. Бартенев. – М.: Воениздат, 1971. – 191 с.
83. Горшечников, И. Ф. Эффективность оборонных расходов / И. Ф. Горшечников. – М.: ВА им. М. В. Фрунзе, 1975. – 95 с.
84. Громов, Л. М. Военная экономика современного капитализма / Л. М. Громов, Р. А. Фарамазян. – М.: Воениздат, 1975. – 272 с.
85. Викулов, С. Ф. Военно-экономическая эффективность затрат на укрепление боевого потенциала и повышение боевой готовности войск / С. Ф. Викулов. – М.: ВФЭФ, 1986. – 379 с.
86. Жуков, Г. Л. Военно-экономический анализ и исследование операций / Г. Л. Жуков, С. Ф. Викулов. – М.: ВФЭФ, 1987. – 440 с.
87. Ермаков, С. М. Экономика Вооруженных Сил / С. М. Ермаков. – М.: Воениздат, 1989. – 266 с.
88. Аврамчук, Ф. П. Военная экономика. Законы и закономерности ее развития / Ф. П. Аврамчук. – М.: ВПА, 1976. – 71 с.
89. Военная экономика: краткий курс / под ред. П. В. Соколова. – М.: Воениздат, 1983. – 152 с.
90. Пожаров, А. И. Военная экономика: учеб. пособие / А. И. Пожаров, Ф. П. Аврамчук. – М.: ВФЭФ, 1984. – 174 с.
91. Военная экономика. Теория и актуальные проблемы: учеб. для воен. академий и ун-тов / Г. С. Олейник [и др.]; под ред. д-ра экон. наук, проф. А. И. Пожарова. – М.: Воениздат, 1999. – 320 с.
92. Гражданский контроль национальной политики безопасности: опыт стран СНГ: сб. / сост.: Р. Домисиевич, Ю. К. Назаркин. – М.: ФРПЦ, 2004. – 346 с.
93. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года: утв. Указом Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537 // Рос. газ. [Электронный ресурс]. – 12 мая 2009. – Режим доступа: <http://www.scrf.gov.ru/news/420.html>.
94. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь: утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 9 нояб. 2010 г. № 575 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mod.mil.by/konsep.html>.
95. Абросов, В. И. Контроль непротиворечивости, избыточности и полноты фонда нормативно-технических документов / В. И. Абросов, Е. Ю. Хрусталева // Стандарты и качество. – 1984. – № 11. – С. 22–24.

96. Батьковский, А. М. Метод оптимизации оборонных расходов в условиях жестких бюджетных ограничений / А. М. Батьковский, С. П. Коробов, Е. Ю. Хрусталеv // Экономика и мат. методы. – Т. 37. – 2001. – № 1. – С. 69–76.
97. Буренок, В. М. Механизмы управления производством продукции военного назначения / В. М. Буренок, Г. А. Лавринов, Е. Ю. Хрусталеv // ЦЭМИ РАН. – М.: Наука, 2006. – 303 с.
98. Викулов, С. Ф. Методы оценки военно-экономической эффективности военного строительства / С. Ф. Викулов, Е. Ю. Хрусталеv // Нац. интересы: приоритеты и безопасность. – 2010. – № 21. – С. 8–13.
99. Военный бюджет государства. Методы обоснования и анализа / под общ. ред. Г. С. Олейника. – М.: Воениздат, 2000. – 359 с.
100. Военно-экономический анализ в экономике военного строительства: современные проблемы и тенденции развития: моногр. / под ред. С. Ф. Викулова. – Ярославль: ЯФЭИ, 2007. – 215 с.
101. Макаренко, Д. И. Концептуальное моделирование военной безопасности государства / Д. И. Макаренко, Е. Ю. Хрусталеv. – М.: Наука, 2008. – 302, [1] с.
102. Лавринов, Г. А. О влиянии военных расходов на развитие экономики страны / Г. А. Лавринов // Воен. мысль. – 2007. – № 12. – С. 19–24.
103. Пожаров, А. И. Рынок и экономическое обеспечение обороны / А. И. Пожаров // Воен. мысль. – 1991. – № 6. – С. 61–70.
104. Хрусталеv, Е. Ю. Экономические проблемы военной безопасности / Е. Ю. Хрусталеv. – М.: Наука, 2005. – 426, [1] с.
105. Викулов, С. Ф. Экономическое обеспечение военного строительства: пути выхода из кризиса / С. Ф. Викулов // Вооружение и экономика. – 2009. – № 1. – С. 51–77.
106. Викулов, С. Ф. Военная экономика России: научная дисциплина и отрасль производства / С. Ф. Викулов, Е. Ю. Хрусталеv // Мировая экономика и междунар. отношения. – 2009. – № 7. – С. 56–63.
107. Гурулев, С. П. Перспективы развития оборонного сектора экономики. Взгляд в будущее / С. П. Гурулев // Проблемы упр. – 2010. – № 2. – С. 120–127.
108. Ольшевский, В. Г. Формирование идеологии национальной безопасности в системе образования: необходимость, состояние, проблемы / В. Г. Ольшевский // Проблемы и перспективы развития образования в России: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. С. С. Чернова. – Новосибирск: НГТУ, 2010. – С. 11–15.
109. Кузык, Б. Н. Экономика военной сферы: учеб. для вузов / Б. Н. Кузык. – М.: Знание, 2006. – 219 с.
110. Военная экономика: учеб. пособие / В. Г. Ольшевский [и др.]; под общ. ред. В. Г. Ольшевского. – Минск: ВА РБ, 2011. – 260 с.

*Сведения об авторе:

Ольшевский Валерий Георгиевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 11.06.2015 г.

2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ СКАНИРУЮЩИМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

УДК 621.9

Д. Г. Девойно, О. Г. Девойно, С. И. Жавнерко,
А. Б. Менжинский, А. П. Пилипчук *

Разработана математическая модель поверхностной закалки стальных деталей сканирующим лазерным излучением. В результате анализа установлено, что значительное влияние на распределение температуры оказывают параметры закона движения лазерного луча при сканировании.

The mathematical model of superficial training of steel details is developed by scanning laser radiation. As a result of the analysis it is established that considerable influence on temperature distribution is rendered by parametres of the law of movement of a laser beam at scanning.

Введение

Для военной автомобильной техники в настоящее время актуальны задачи увеличения долговечности автомобилей, повышение моторесурса двигателей, снижение массы машин на единицу мощности [1]. Одним из направлений является достижение наибольшей мощности и прочности при наименьшей массе конструкции, что достигается в результате повышения быстроходности, удельных давлений и других рабочих параметров машин. Применение традиционных конструкционных материалов и методов их обработки не обеспечивает решение поставленных задач. Для повышения боевых и технических характеристик автомобилей необходима разработка новых технических решений на основе применения новых материалов и инновационных технологий.

В настоящее время перспективным методом поверхностной обработки деталей является лазерная закалка. Лазерная обработка дает возможность создания высокой степени концентрации энергии на поверхности, позволяет обрабатывать конструкции любой сложности, изменять структуру поверхностного слоя, проводить сверхбыструю закалку малых (десятки микрометров по глубине) слоев, в том числе из жидкого состояния. При этом происходит изменение структуры (образование метастабильных структур, аморфизация, измельчение зерна) материалов, что позволяет повысить коррозионную стойкость и износостойкость покрытия. В отличие от традиционных технологий поверхностной обработки материалов, лазерная закалка обеспечивает термообработку без объемного разогрева деталей, что позволяет использовать такой вид упрочнения для деталей сложной формы, крупногабаритных и ряда других, упрочнение которых невозможно традиционными методами [2–4]. Лазерные технологии широко используются в машиностроительном комплексе РБ (МАЗ, МТЗ, МЗКТ), а также при ремонте деталей военной техники.

Одним из способов решения технологической задачи обеспечения требуемых свойств поверхности является применение устройств, преобразующие лазерный луч в пятно, имеющее требуемое распределение энергии. В качестве таких устройств широко применяются оптико-механические сканирующие системы (рисунок 1, а), многократно перемещающие лазерный луч сканирующим зеркалом 1 по зоне нагрева и создающие за время термического цикла закалки в среднем равномерный тепловой источник на поверхности образца 2. Одним из преимуществ термообработки со сканированием является

возможность получения широких равномерно упрочненных дорожек 3 (рисунок 1, б) при использовании обычных технологических лазеров непрерывного действия мощностью несколько киловатт [5].

Получение закаленных дорожек той же глубины и ширины без поперечного сканирования при использовании теплового источника круглой формы требует применения гораздо более мощных лазеров. Несмотря на то, что этот метод требует дополнительных расходов, использования более сложной оснастки, увеличивает число технологических параметров процесса, все это компенсируется преимуществами, полученными при использовании метода сканирования.

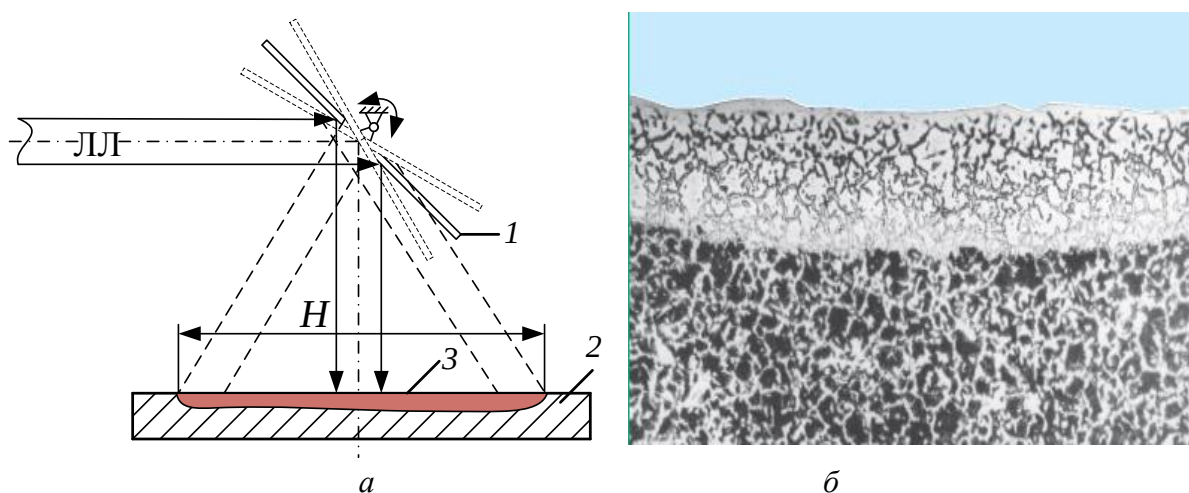


Рисунок 1. – Схема закалки сканирующим лазерным излучением (а) и поперечное сечение закаленной зоны после воздействия (б)

Постановка задачи

Разработка технологии закалки сканирующим лазерным лучом предусматривает определение технологических параметров, обеспечивающих формирование поверхностного слоя без подплавления поверхности с максимально равномерной глубиной упрочненного слоя. Данный подход позволяет значительно снизить шероховатость обработанной поверхности и применять процесс лазерной термообработки в качестве финишной операции для ответственных деталей [5, 6].

Для уменьшения затрат на исследования обосновано применение компьютерного моделирования процессов лазерной обработки. По сравнению с проведением обычных «натурных» экспериментов, компьютерное моделирование требует предварительных усилий для создания моделей в виде программного обеспечения. Однако известные методики расчета параметров такой обработки не всегда дают адекватные количественные оценки [7]. Отмеченные факторы определяют необходимость разработки математических моделей процесса лазерной закалки сканирующим лазерным лучом. Знание термических циклов нагрева и охлаждения позволяет прогнозировать ход структурных и фазовых превращений в веществе и конечный результат лазерной термической обработки. Естественно, что в основе этого рассмотрения наряду с металлофизическими закономерностями фазовых превращений лежит решение уравнения теплопроводности. Традиционный путь в этом направлении – решение прямой задачи теплопроводности, то есть уравнения теплопроводности с характерными для лазерного воздействия граничными условиями.

Цель представленной работы – анализ процесса закалки сканирующим лазерным излучением и разработка математической модели оценки теплового воздействия при поверхностной закалке сканирующим лазерным излучением.

Результаты исследования

Для анализа процесса закалки сканирующим лазерным излучением принято следующее упрощение: лазерный луч совершает возвратно-поступательное движение перпендикулярно оси дорожки со скоростью $\bar{V}_{ск}$, деталь перемещается поступательно с постоянной скоростью $\bar{V}_{дет} = a$. С учетом принятых допущений расчетная схема закалки сканирующим лазерным излучением представлена на рисунке 2.

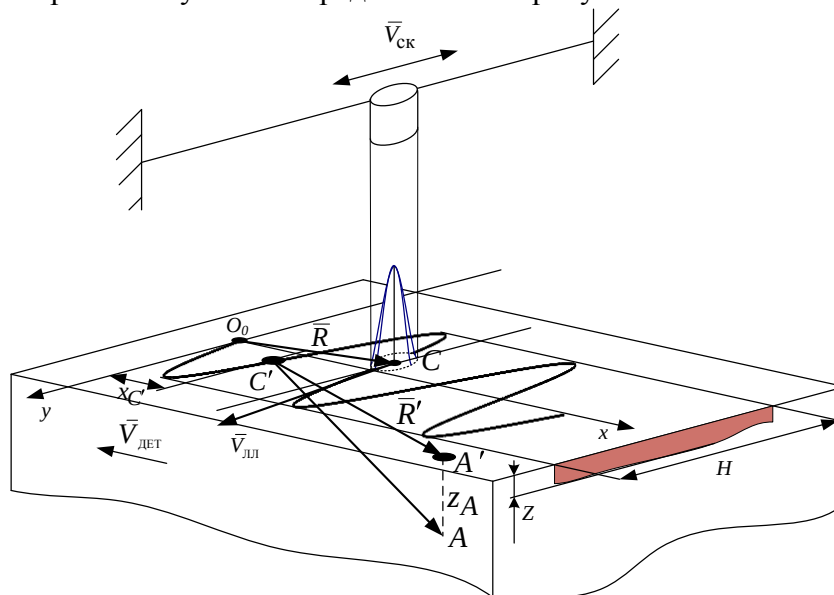


Рисунок 2. – Расчетная схема закалки сканирующим лазерным лучом

Учитывая, что в крайних точках $\pm H/2$ при изменении направления движения лазерного луча скорость $V_{ск} = 0$, для описания движения лазерного луча примем $V_{ск} = V_{max} \cos \omega t$ (ω – частота сканирования) [8]. Тогда закон движения лазерного луча в параметрической форме может быть записан в виде:

$$Y(t) = \frac{V_{max}}{\omega} \sin \omega t; \quad (1)$$

$$X(t) = at. \quad (2)$$

При разработке математической модели использовано аналитическое решение задачи теплопроводности в линейной постановке при линейных граничных условиях в случае воздействия высококонцентрированного источника энергии, имеющего немонотонный характер распределения интенсивности, полученное академиком Н. Н. Рыкалиным. В работе [9] рассмотрен процесс распространения тепла при нагреве полубесконечного тела нормально-круговым источником, движущимся прямолинейно. Для данного источника поверхностная плотность поглощенной мощности имеет вид [9]:

$$q(x, y) = q_0 \exp \left(-k \sqrt{x^2 + y^2} \right), \quad (3)$$

где q_0 – максимальное значение интенсивности;

k – параметр, определяющий ширину пучка (коэффициент сосредоточенности).

Нормально-круговой источник с эффективной мощностью q и с коэффициентом сосредоточенности k перемещается прямолинейно с постоянной скоростью $V_{лп}$ по поверхности полубесконечного тела, теплофизические свойства которого определяются коэффициентом температуропроводности a , не обменивающегося теплом с окружающей средой. Для вывода уравнения, описывающего процесс распространения теплоты при

движущемся непрерывно действующем источнике, использован принцип наложения. Согласно этому принципу проводится суммирование процессов распространения теплоты от действующих друг за другом мгновенных источников (3), располагаемых последовательно по линии перемещения подвижного источника. Для решения тепловой задачи с подвижным источником теплоты в качестве исходного рассматривается температурное поле от мгновенного источника теплоты с нормальным распределением плотности мощности на поверхности полубесконечного тела. Центр источника, совпадающий в начальный момент $t = 0$ с началом неподвижной координатной системы перемещается по оси абсцисс на поверхности тела со скоростью V (рисунок 2). Промежуток времени t действия непрерывного подвижного источника разобьем на элементы dt' . Тепло, введенное мгновенным нормально-круговым источником $dQ = qdt'$ с центром в точке C' , приложенным в момент t' на расстоянии OC' от точки O – начального положения центра источника, распространяясь по телу в течение $t'' = t - t'$, повысит к моменту t температуру точки A x, y, z на

$$dT_{R', z, t'} = \frac{2q_0 dt'}{c\gamma} \frac{\exp\left[-\frac{z^2}{4at''}\right]}{\sqrt{4\pi a t - t'}} \cdot \frac{\exp\left[-\frac{R'^2}{4a t_0 + t - t'}\right]}{4\pi a t_0 + t - t'}, \quad (4)$$

где $R'^2 = (C'A')^2$ – квадрат проекции $C'A'$ на плоскость расстояния точки A от центра мгновенного источника C' (рисунок 2).

По принципу наложения температура в момент t продолжающегося действия нормально-кругового подвижного источника равна сумме температур dT от всех элементарных источников $dQ(t')$, выделившихся за время от $t' = 0$ до $t' = t$ действия источника на всем пути O_0C его перемещения. В решении (4), описывающем процесс распространения тепла при обработке поверхности полубесконечного тела подвижным лазерным лучом, в явном виде присутствуют параметры самого источника: q_0 – максимальное значение интенсивности в центре лазерного луча и в виде постоянной времени $t_0 = \frac{1}{4ak}$ коэффициент сосредоточенности k . Разработанная методика получила широкое распространение при решении задач анализа процессов взаимодействия лазерного излучения с поверхностью стальных деталей.

Подставив (1) и (2) в выражение (4), после интегрирования получим для произвольного закона движения по поверхности:

$$T_{x, y, z, t} = \frac{Aq_0\sqrt{a}}{\lambda\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^t \frac{1}{\sqrt{t-\tau}} \frac{1}{1+4ka t-\tau} \exp\left\{\left(\frac{z^2}{4a t-\tau}\right) + \frac{k x-X\tau^2 + y-Y\tau^2}{1+4ka t-\tau}\right\} d\tau. \quad (5)$$

Выражение (5) описывает процесс нагрева полубесконечного тела при воздействии поверхностного нормально-кругового источника и является хорошим теоретическим приближением реального температурного поля, формируемого движущимся лазерным лучом, поскольку оно справедливо при любых значениях входящих в нее параметров и в соответствии с (3) учитывает неравномерность плотности мощности излучения по сечению лазерного луча. Однако входящий в нее интеграл не может быть выражен в простом аналитическом виде [10]. Проведенное в [11] точное вычисление этого интеграла привело к сложному выражению, совершенно непригодному для простых инженерных расчетов. Значение этого интеграла может быть определено численными методами, например с использованием распространенных математических пакетов, что повышает оперативность расчета.

Проанализировано влияние параметров лазерного излучения на температурное поле при поверхностной лазерной закатке на установке ВЛ-1.0 со сканированием луча по ширине H упрочняемой зоны. Параметры обработки: мощность лазерного луча $P = 1$ кВт, диаметр лазерного луча $d = 1$ мм, амплитуда колебаний $H=10$ мм. В результате расчета определено температурное поле $T(x, y, z, t)$ в детали, изготовленной из стали 45, возникающее при движении лазерного луча, имеющего гауссово распределение интенсивности. На рисунках 3–5 представлены температурные поля, соответствующие положению лазерного луча в различные моменты времени. На рисунке 6 представлены результаты расчета границы зоны закатки при лазерной сканирующей обработке при частоте сканирования 25 Гц (кривая 1) и 100 Гц (кривая 2). При постоянной мощности, фокусировке и скорости перемещения лазерного луча изменение частоты сканирования от 25 до 100 Гц приводит к 2-кратному увеличению глубины зоны закатки.

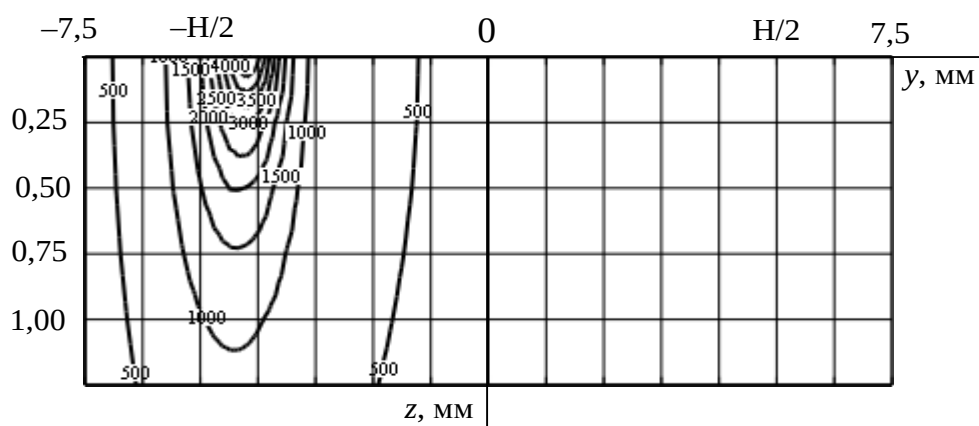


Рисунок 3. – Температурное поле в плоскости yOz при положении ЛЛ в точке $y = -H/2$

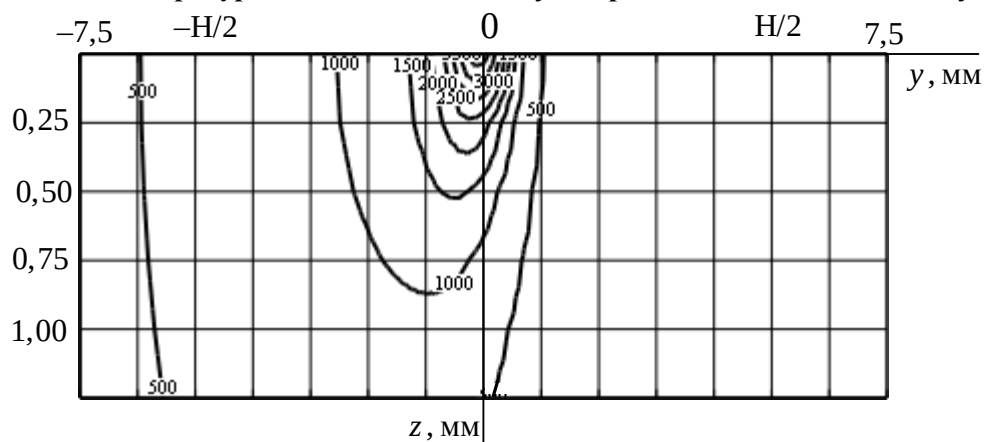


Рисунок 4. – Температурное поле в плоскости yOz при положении ЛЛ в точке $y = 0$

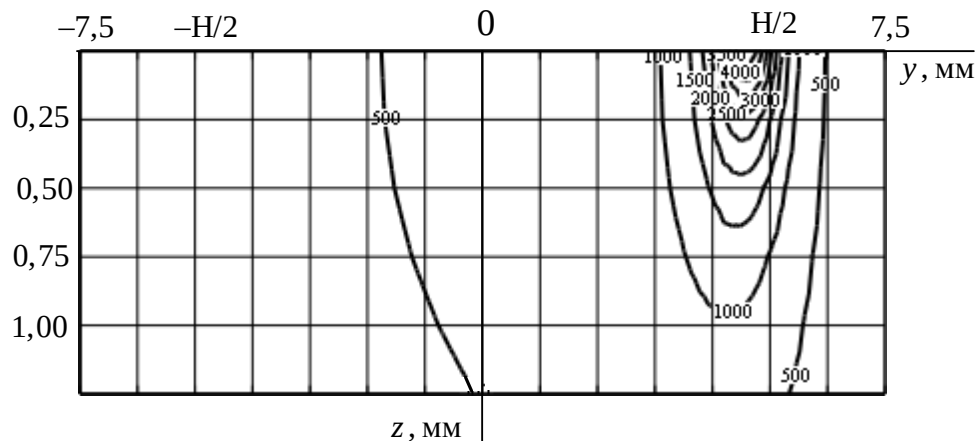


Рисунок 5. – Температурное поле в плоскости yOz при положении ЛЛ в точке $y = H/2$

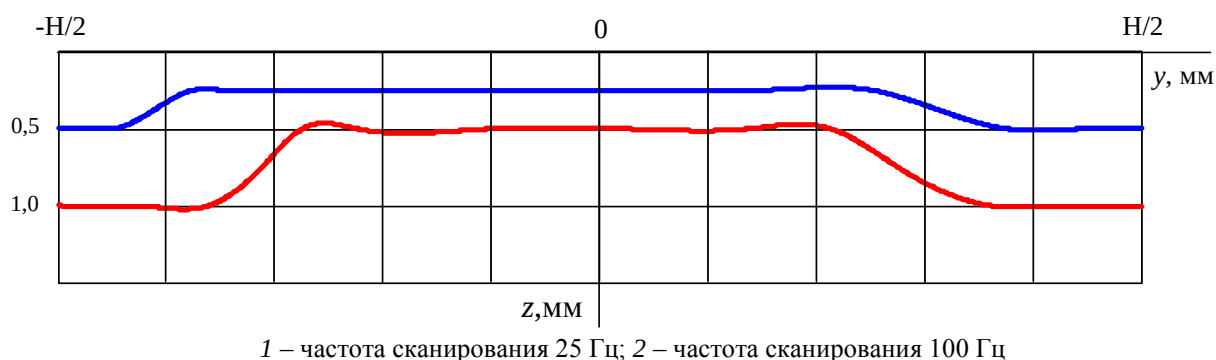


Рисунок 6. – Границы зон закалки в плоскости yOz

Для установления характера этой зависимости было проанализировано изменение плотности энергии излучения (удельной энергии W , Дж/см²) – комплексного энергетического параметра при упрочнении материалов непрерывным лазерным излучением (в пределах действия одного и того же механизма взаимодействия лазерного излучения с веществом [4]).

На рисунке 7 представлена обобщенная диаграмма классификации лазерных технологических процессов по плотности энергии [4, 12, 13]. Цифры на наклонных линиях обозначают плотность энергии излучения Q , Дж/м². Данная диаграмма позволяет определить критическое значение плотности энергии для обработки без плавления и с проплавлением поверхности. Выбор данного параметра обусловлен тем, что в ряде случаев после лазерной обработки происходит изменение геометрии поверхностного слоя в результате подплавления. На рисунке 8 представлен внешний вид упрочненной дорожки первичного вала, полученной при проведении лазерной закалки на установке постоянной мощности (1 кВт). Результаты металлографических исследований свидетельствуют о том, что упрочненная область имеет равномерную глубину по ширине H , за исключением граничных областей $H_{пр}$, где произошло проплавление металла. Данное обстоятельство определяет необходимость проведения операций финишной механической обработки, что повышает себестоимость упрочнения в целом.

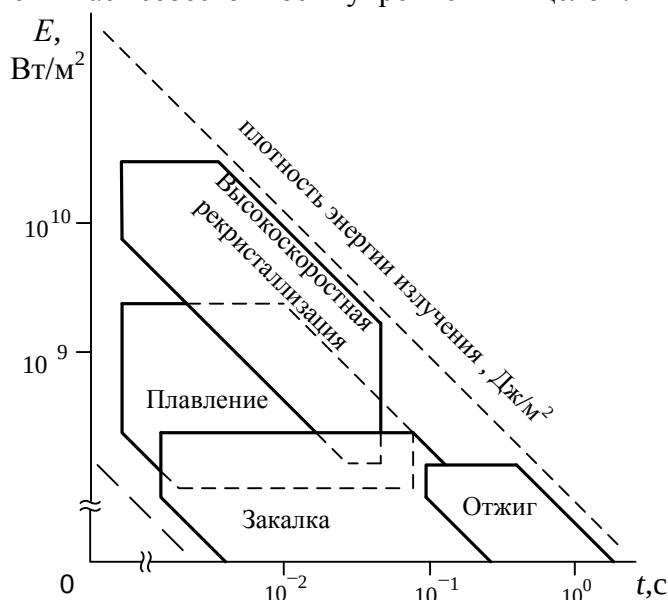


Рисунок 7. – Обобщенная диаграмма классификации лазерных технологических процессов по плотности энергии

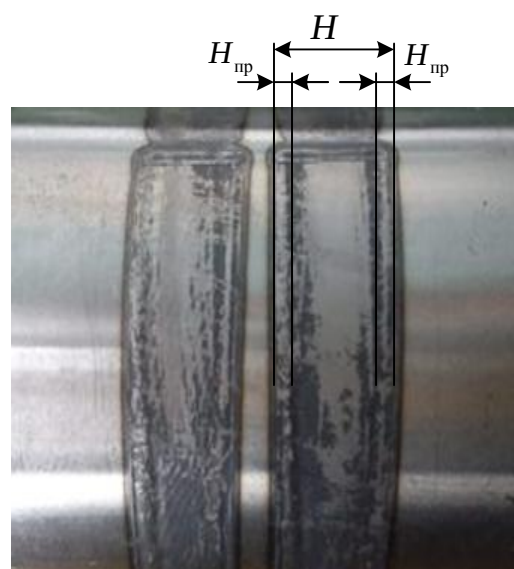


Рисунок 8. – Внешний вид упрочненной дорожки с проплавлением

Установлено, что для каждой группы сталей характерна определенная плотность энергий, при которых достигается максимальная твердость упрочненного слоя. Так, для углеродистых сталей эта область смещена в область пониженных плотностей энергии ($2 \cdot 10^3$ Дж/см²), для легированных и быстрорежущих сталей – в область повышенных плотностей энергии ($5 \cdot 10^3$ Дж/см²).

Согласно [4, 14] плотность энергии W , Дж/см², мощность P , Вт, диаметр лазерного луча d , см, и скорость перемещения $V_{\text{лп}}$ связаны обратно пропорциональной зависимостью:

$$W = \frac{P}{F} \tau = \frac{4P}{\pi d V_{\text{лп}}} . \quad (6)$$

На основании выражения (3) построено распределение плотности энергии по поверхности и график линий равного уровня для обработки с частотой 25 и 100 Гц (рисунки 9 и 10).

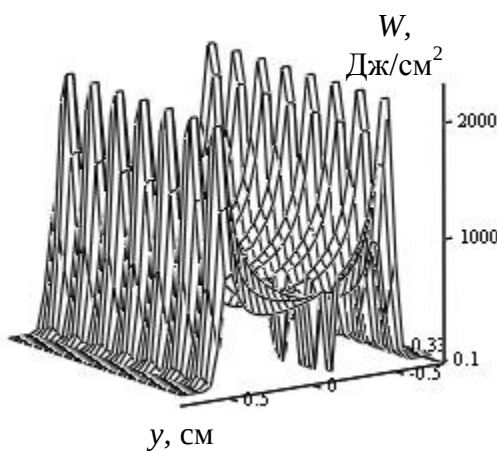


Рисунок 9. – Распределение плотности энергии при частоте сканирования 25 Гц

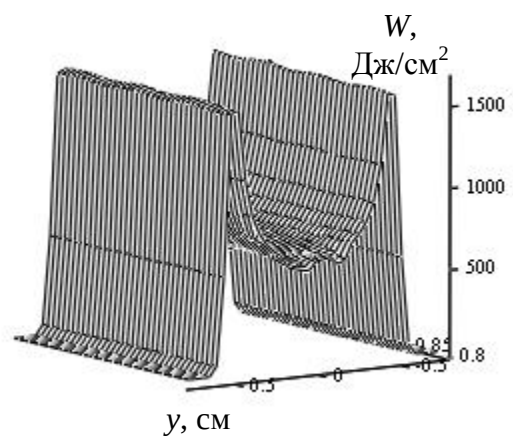


Рисунок 10. – Распределение плотности энергии при частоте сканирования 100 Гц

Влияние сканирования лазерного луча на результат обработки наглядно демонстрируется при сравнении формы распределения плотности энергии лазерного излучения на поверхности с внешним видом упрочненной дорожки. Сопоставление данных расчета (см. рисунки 3–6) и рельефа упрочненной дорожки (см. рисунок 8) позволяет сделать вывод, что границы участка с проплавлением поверхности соответствуют области максимальной плотности энергии, т. е. геометрическому месту точек, где скорость луча минимальна. С увеличением частоты сканирования плотность удельной энергии уменьшается, т. к. возрастает скорость перемещения лазерного луча.

Управление количеством удельной энергии, подводимой в зону обработки, можно осуществлять изменением скорости перемещения, уровня и распределением мощности лазерного излучения. Таким образом, при уменьшении скорости перемещения лазерного луча плотность мощности увеличивается и может достигнуть критических значений, достаточных для плавления поверхности. Результаты расчетов показывают, что в данной области плотность энергии лазерного излучения превышает значение $2 \cdot 10^3$ Дж/см², что достаточно для проплавления поверхности. Для повышения качества поверхности целесообразно обеспечить равномерное распределение плотности энергии на поверхности детали при лазерной закалке. Данная задача может быть решена изменением мощности лазерного луча при сканировании пропорционально скорости $V_{\text{ск}}$, а также в результате определения и реализации закона движения лазерного луча, обеспечивающего требуемое распределение плотности энергии.

Выводы

1. Разработана математическая модель оценки теплового воздействия при поверхностной закалке сканирующим лазерным излучением, отличающаяся тем, что закон движения ЛЛ представляется в параметрической форме, что позволяет исследовать зависимость распределения температуры от кинематических параметров сканирующей системы.

2. В результате анализа представленных результатов установлено, что значительное влияние на распределение температуры оказывают параметры закона движения ЛЛ при сканировании. Так, при постоянной мощности, фокусировке и скорости перемещения лазерного луча изменение частоты сканирования от 25 до 100 Гц приводит к 2-кратному увеличению глубины зоны закалки. Данный вывод позволяет рекомендовать разработанную модель для использования на машиностроительных предприятиях на этапе определения области изменения параметров лазерной закалки, обеспечивающих требуемое качество поверхности.

3. Определено направление дальнейшего исследования процесса лазерной обработки: определение закона движения лазерного луча и характера изменения мощности лазерного излучения при сканировании, обеспечивающих равномерное распределение плотности энергии на поверхности.

Список литературы

1. Направления повышения живучести военной автомобильной техники вооруженных сил Республики Беларусь: отчет о НИР / ВА РБ; рук. Цыганков В.Н. – Минск, 2014. – 96 с. – № 1831/13 сб.
2. Лазерное и электроэрозонное упрочнение материалов / В. С. Коваленко [и др.]. – М.: Наука, 1986. – 276 с.
3. Бирюков, В. Восстановление и упрочнение поверхностей лазерным излучением / В. Бирюков // Фотоника. – 2009. – № 3. – С. 14–16.
4. Парфенов, В. А. Лазерная микрообработка материалов: учеб. пособие. / В. А. Парфенов. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. – 59 с.
5. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / под ред. В. Я. Панченко. – М.: Физматлит, 2009. – 664 с.
6. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: справочник / Н. Н. Рыкалин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с., ил.
7. Журавлев, М. М. Теплофизическая модель закалки сканирующим лазерным пучком / М. М. Журавлев, А. В. Королев, М. К. Решетников // Вестн. СГТУ. – 2013. – № 4 (73) – С. 90–94.
8. Хитерер, М. Я. Синхронные электромашины возвратно-поступательного движения / М. Я. Хитерер, И. Е. Овчинников // – СПб.: КОРОНА-принт., 2013. – 368 с.
9. Рыкалин, Н. Н. Расчеты тепловых процессов при сварке / Н. Н. Рыкалин. – М.: ГНТИМЛ, 1951. – 298 с.
10. Манако, В. В. Методика оценки размеров зоны закалки при обработке движущимся лучом лазера / В. В. Манако, В. А. Путилин // Физика и химия обработки материалов. – 2010. – № 5. – С. 23–28.
11. Манако, В. В. Аналитическое решение задачи нагрева образца движущимся лучом лазера / В. В. Манако, В. А. Путилин // Вестн. СамГТУ. – 2009. – № 1(18). – С. 206–213. (Сер. физ.-мат. наук)
12. Менушенков, А. П. Физические основы лазерной технологии: учеб. пособие / А. П. Менушенков, В. Н. Неволин, В. Н. Петровский. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 212 с.

13. Анякин, И. И. Повышение производительности и качества лазерной обработки материалов / И. И. Анякин [и др.] // Автоматическая сварка. – 2001. – № 12. – С. 39–46.
14. Семенов, Я. С. Технология повышения износостойкости материалов, подверженных сколу при трении / Я. С. Семенов, М. П. Лебедев // Трение и износ. – 2006. – Т. 27. – № 3. – С. 309–312.

* Сведения об авторах:

Девойно Дмитрий Георгиевич,
Жавнерко Сергей Игоревич,
Менжинский Андрей Борисович,
Пилипчук Андрей Петрович,
УО «Военная академия Республики Беларусь»;
Девойно Олег Георгиевич,
УО «Белорусский национальный технический университет».
Статья поступила в редакцию 04.07.2015 г.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНОЙ СИСТЕМЫ

УДК 004.942

П. С. Макул, В. М. Берикбаев, И. Н. Комаров*

В статье рассматривается процесс разработки комплексной математической имитационной модели разведывательно-ударной системы. Описываются основные этапы работы модели, которые позволяют усовершенствовать существующие комплексы моделирования боевых действий.

The article discusses the development process complex mathematical simulation model of reconnaissance-strike system. It describes the basic steps of the model that improves existing systems simulation fighting.

В настоящее время в связи с увеличением сил и средств НАТО около границ Республики Беларусь одно из первостепенных значений принимает адекватная оценка возможностей средств по вскрытию и уничтожению нашей системы противовоздушной обороны (ПВО) и объектов обороны (ОО).

Численные оценки показателей эффективности применения средств воздушного нападения (СВН) вероятного противника по вскрытию и уничтожению объектов можно получить только с помощью математического моделирования [1].

По способу математического представления боевых действий модели делятся на два основных класса: аналитические и имитационные [2]. Применение аналитического моделирования позволяет разрабатывать модели в условиях высокой степени неопределенности, устанавливать причинно-следственные связи между параметрами системы для простых тактических ситуаций, в основном дуэльных. Однако увеличение числа участвующих в противоборстве средств, а также учет их дополнительных состояний приводит к усложнению математического описания системы (например, системы дифференциальных уравнений). Поэтому имитационное моделирование является более приемлемым для оценки масштабных противоборств. Следует отметить, что разработка точных математических имитационных моделей является, по сути, единственным практически реализуемым способом решения важной научной задачи – комплексной оценки эффективности потенциальных разведывательных и ударных возможностей вероятного противника.

В современных автоматизированных информационных системах, применяемых для осуществления комплексной автоматизации процессов управления войсками, широко используются комплексные математические имитационные модели (КМИМ) [3]. Для оценки эффективности потенциальных разведывательных и ударных возможностей вероятного противника, а также для выработки рекомендаций по наиболее рациональному противодействию им в настоящее время разрабатывается КМИМ разведывательно-ударной системы (РУС). Данная КМИМ может быть впоследствии внедрена в существующий комплекс моделирования боевых действий (КМБД).

Комплексная модель РУС наряду с имеющимися ударными средствами будет иметь в своем составе воздушные командные пункты (КП) типа E-3 AWACS и E-8C JSTARS, а также самолет-разведчик RC-135U/W. Модели данных КП будут осуществлять управление воздушной наступательной операцией (ВНО), наводить ударную авиацию противника на объекты удара, производить перераспределение СВН в соответствии с развитием текущей обстановки. Данная модель позволит устранить некоторые недостатки модели СВН существующего КМБД. Среди них можно отметить такие, как: строгая привязка эшелонов или отдельных СВН к траектории полета, прокладываемой оператором вручную [4], и отсутствие перераспределения объектов поражения между СВН в ходе нанесения удара, которые оказывают влияние на время подготовки сценария моделирования, а также на адекватность моделирования реальных процессов.

КМИМ РУС позволит проводить более полный анализ противоборства СВН и ПВО, наиболее приближенного к реальным военным конфликтам. Функционирование данной модели будет осуществляться на следующих этапах работы (рисунок 1):

предварительная воздушная радиотехническая и радиолокационная разведка театра военных действий (ТВД);

анализ и обработка разведывательных сведений, подготовка разведывательной информации для планирования ВНО;

осуществление ВНО при непосредственной координации воздушными КП действий СВН: целеуказание и наведение СВН противника на объекты удара; перераспределение СВН в соответствии с развитием текущей обстановки; контроль результатов поражения объектов противника.

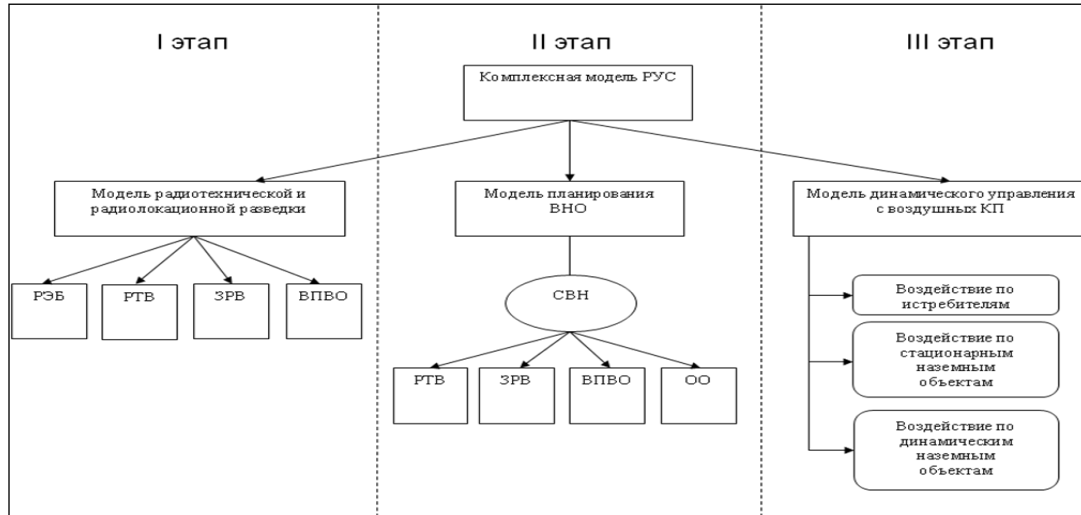


Рисунок 1. – Этапы работы модели РУС

Первым этапом разработки комплексной модели явилась модель радиотехнической и радиолокационной разведки противника. В рамках данной модели, которая предполагает совместную работу воздушных КП типа E-3 AWACS и E-8C JSTARS, а также самолета-разведчика RC-135U/W [5], пока реализовано ключевое звено этой «связки» – КП типа E-3, способный вести радиолокационную разведку ТВД путем применения бортовой радиолокационной станции (РЛС) AN/APY-2.

Для иллюстрации данного этапа работы модели можно привести пример моделирования произвольной обстановки.

Перед началом моделирования устанавливаются объекты удара, например в виде аэродрома и завода, а также группировка ПВО в составе двух радиотехнических подразделений (рисунок 2). На электронной карте местности (ЭКМ) устанавливается аэродром взлета и параметры зоны барражирования самолета E-3 AWACS: район, длина и ширина зоны барражирования, угол наклона зоны барражирования и время барражирования в зоне разведки в единицах модельного времени.

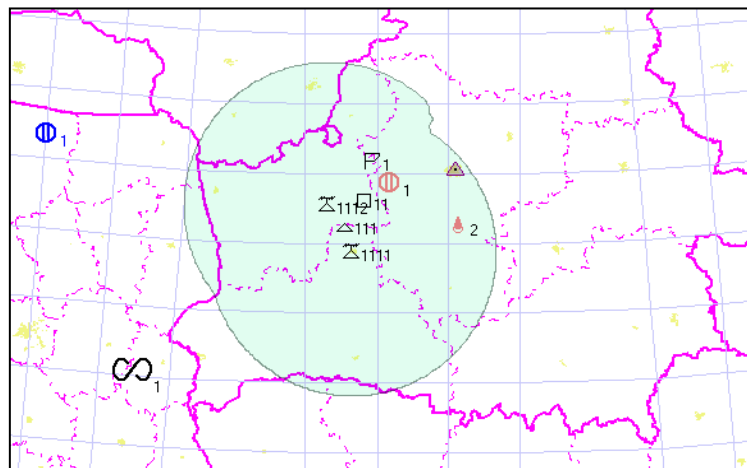


Рисунок 2. – Расстановка объектов моделирования

После начала моделирования самолет Е-3 AWACS начинает движение. При движении отображается зона обнаружения его РЛС и производится непосредственная разведка на пути к заданному району барражирования.

Прибыв в район барражирования, Е-3 AWACS начинает выполнять боевую задачу и непосредственно вести разведку ТВД. Все обнаруженные объекты высвечиваются на модельном имитаторе индикатора кругового обзора и отображаются в таблице обнаруженных объектов (рисунок 3), где отражены названия обнаруженных объектов и дальности до них.

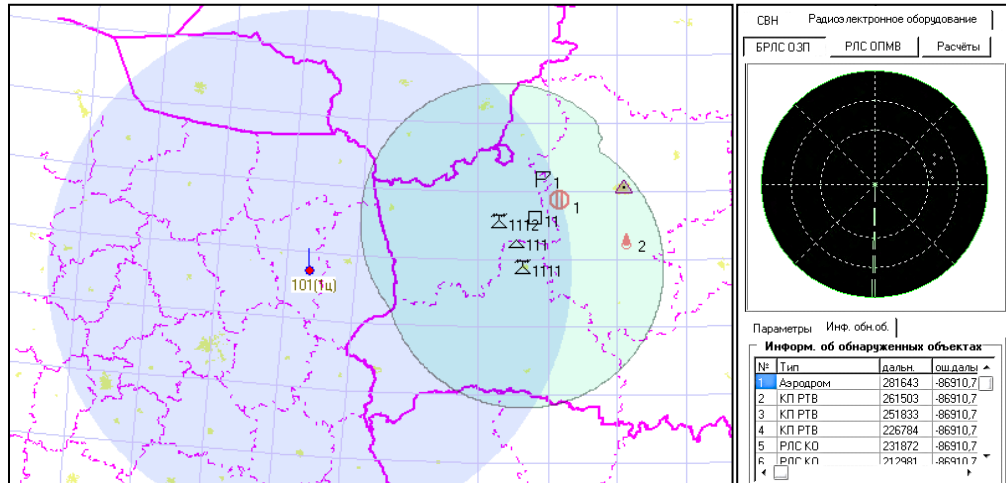


Рисунок 3. – Реализация сбора разведывательных сведений самолетом Е-3 AWACS

Дальность до обнаруженных объектов определяется по формуле [6]:

$$D_{\text{разв}} = \sqrt{\frac{P_{\text{РЛС}} G_n(\beta_p \varepsilon_p) G_{\text{пр}} \lambda^2 \gamma_p}{(4\pi)^2 \sigma^2(D, F)}},$$

где $P_{\text{РЛС}}$ – мощность излучения разведываемого объекта ПВО;

$G_n(\beta_p \varepsilon_p)$ – коэффициент усиления передающей антенны объекта ПВО в направлении AWACS;

$G_{\text{пр}}$ – коэффициент усиления приемной антенны AWACS;

λ – длина волны РЛС AWACS;

γ_p – коэффициент различия поляризаций антенн РЛС ПВО и РЛС AWACS;

$\sigma^2(D, F)$ – мощность порогового сигнала на входе разведывательного приемника AWACS, необходимая для разведки с заданными вероятностями правильного обнаружения (D) и ложной тревоги (F).

Таким образом, после первого этапа применения комплексной модели (этап радиотехнической и радиолокационной разведки) можно получить в реальном времени информацию о разведываемых объектах, включая тип объекта и его координаты.

Следующий шаг разработки модели – устранение привязки полета СВН к прокладываемой траектории. Как было сказано выше, одним из недостатков существующего КМБД является строгая привязка маршрутов движения СВН (как отдельных, так и тактических групп, эшелонов) к траектории полета, прокладываемой оператором на ЭКМ вручную [7] (рисунок 4). Для того чтобы задать траекторию полета самолета, необходимо последовательно выполнить целый ряд действий:

совместить указатель «мыши» с начальной точкой траектории на ЭКМ (аэродром противника) и нажать левую кнопку «мыши»;

переместить указатель «мыши» в точку изгиба траектории, если траектория имеет изгибы, либо в конечную точку маршрута, если траектория прямолинейная;

отжать левую клавишу «мыши» в конечной точке траектории после того, как на карте останется изогнутая линия синего цвета.

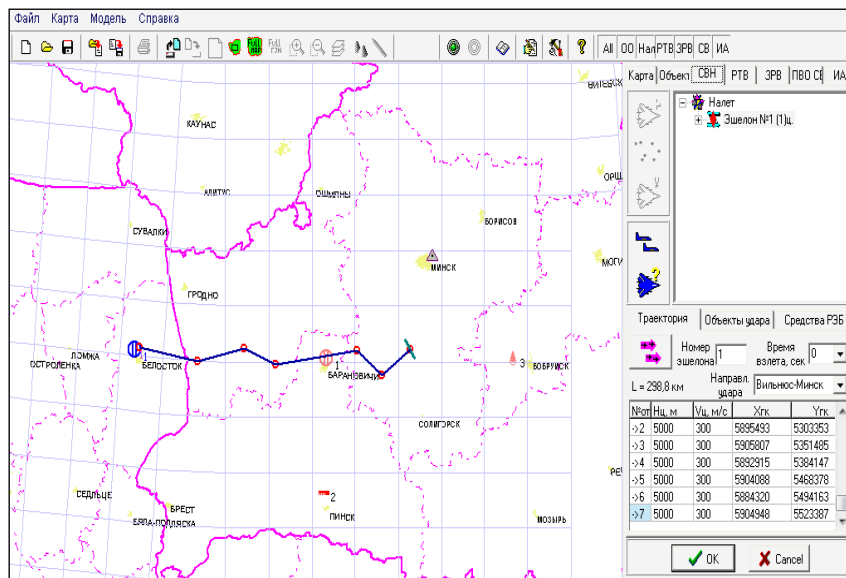


Рисунок 4. – Существующий вариант задания траектории СВН

Такой ход подготовки моделирования занимает у оператора много времени, так как в налете может участвовать не один десяток самолетов. В процессе реализации данной КМИМ удалось решить этот недостаток и уйти от привязки к траектории.

В качестве примера внедрения реализованных изменений приведен следующий вариант налета (рисунок 5). Для подготовки моделирования выставляется произвольное число аэродромов, например четыре. С каждого из них будут взлетать группы ударных СВН, которым заранее назначены конкретные объекты удара. Для назначения объектов удара нет необходимости прокладывать траекторию для каждого СВН, достаточно только указать, с какого аэродрома взлетать и какой объект удара необходимо уничтожить конкретному самолету.

После начала моделирования E-3 AWACS следует к указанному району барражирования, а все группы СВН разлетаются по назначенным им объектам удара (рисунок 6).

При подлете ударных групп СВН к объектам удара эти объекты высвечиваются на модельном имитаторе индикатора кругового обзора каждого из СВН (рисунок 7).

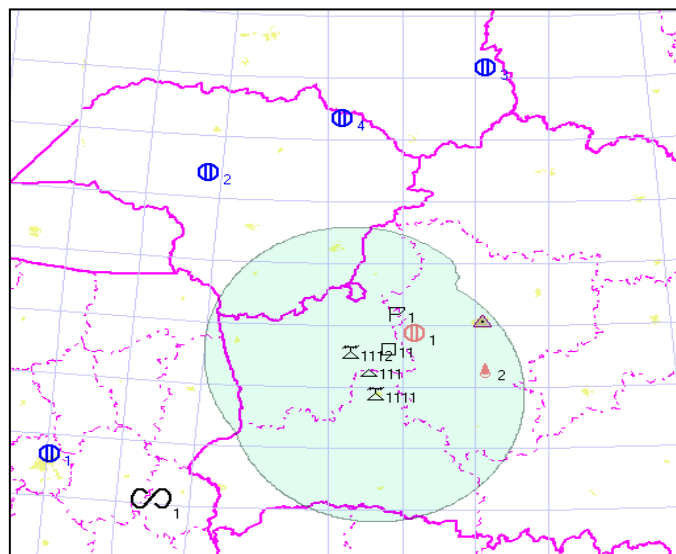


Рисунок 5. – Вариант налета СВН

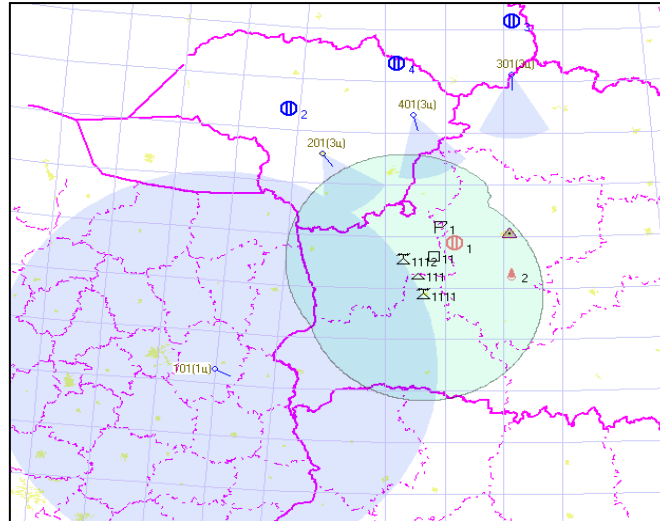


Рисунок 6. – Начало моделирования

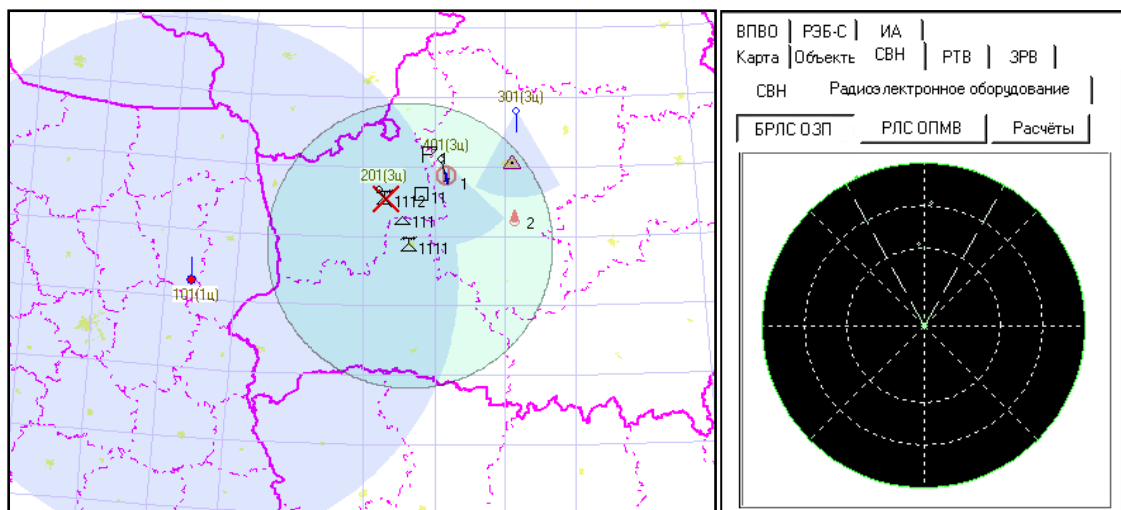


Рисунок 7. – Отображение объектов удара на модельном индикаторе СВН

По достижении СВН рубежа выполнения задачи производится уничтожение назначенных объектов удара и возвращение на аэродромы базирования групп СВН (рисунок 8).

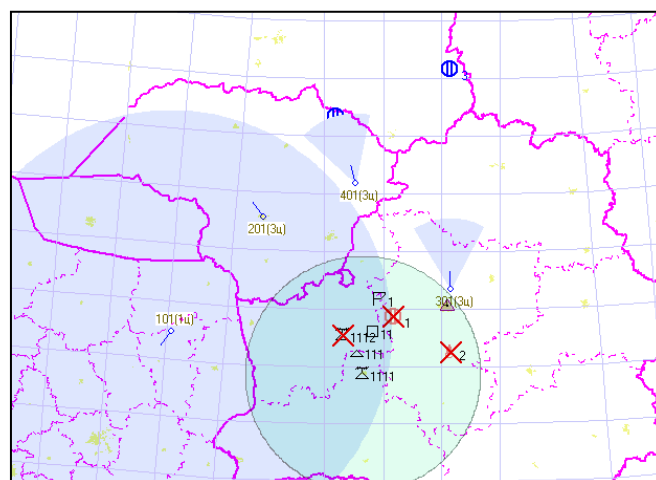


Рисунок 8. – Возвращение групп СВН на аэродромы базирования

Как видно из данного примера, все группы СВН удачно выполнили поставленные им задачи.

Следует отметить, что время на подготовку моделирования данного примера сократилось на 20 % благодаря автоматизации наведения СВН на конкретные объекты удара. Для более масштабных вариантов налетов сокращение времени на подготовку моделирования будет гораздо существеннее.

Все изменения, которые уже реализованы и еще будут реализованы в комплексной модели, представлены на рисунке 9. На данном рисунке выделены блоки модели СВН, которые будут преобразованы или добавлены в модель. Здесь реализованы блоки, выделенные горизонтальными линиями; вертикальной линией заштрихован блок «траектория полета», который подвергся преобразованиям, что позволило добиться существенного сокращения временных затрат на формирование налета. Наклонной линией показаны блоки, которые будут реализованы в модели РУС.

В дальнейшем будет реализована модель полноценного воздушного КП, который сможет по соответствующим алгоритмам в автоматическом режиме готовить варианты налета и в динамике руководить им, осуществлять перераспределение объектов удара между СВН. В совокупности это позволит моделируемым процессам стать намного ближе к реальным боевым действиям.

Следует отметить, что создаваемая модель будет использоваться в двухстороннем варианте. С ее помощью в дальнейшем можно оценить вклад аналогичных средств, таких, например, как авиационный комплекс радиолокационного дозора и наведения типа А-50 [8], взаимодействие с которым уже сейчас отрабатывается в ходе мероприятий оперативно-тактической подготовки Военно-воздушных сил и войск ПВО нашей страны.

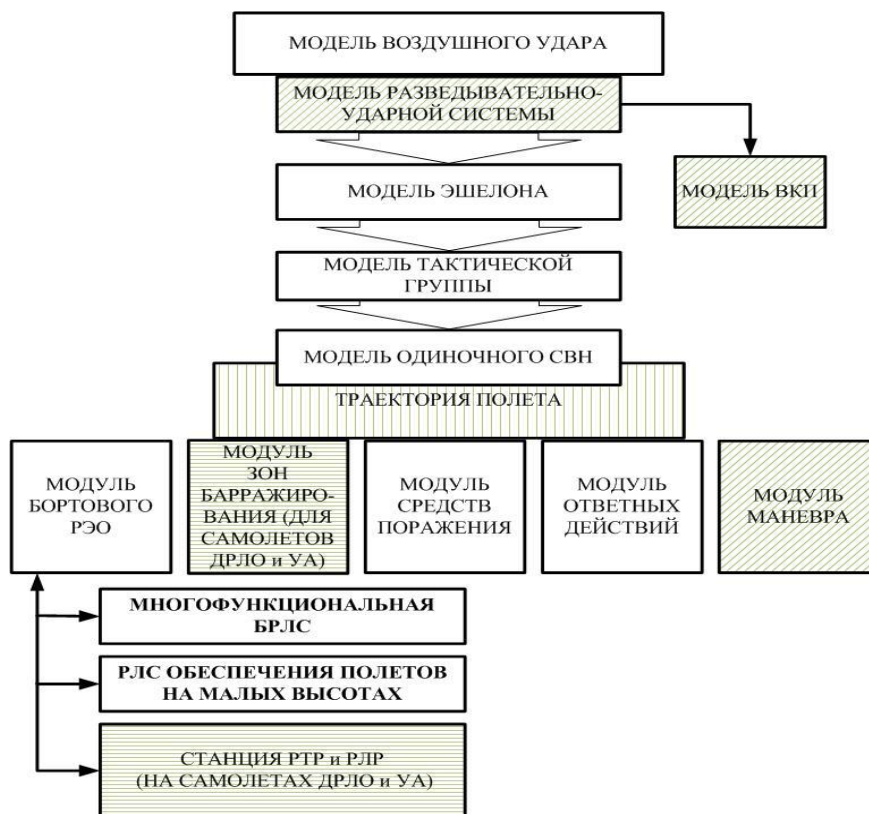


Рисунок 9. – Схема модели СВН

Таким образом, можно отметить, что за счет автоматизации процесса наведения СВН на объекты удара разрабатываемая КМИМ РУС будет способна существенно сократить время для подготовки моделирования масштабных ВНО. Следует подчеркнуть, что в этом случае за счет получения более детальной информации о возможностях противника по обнаружению и уничтожению ОО будет обеспечиваться повышение эффективности принимаемых командиром решений при построении системы ПВО.

Список литературы

1. Ягольников, С. Математическое моделирование как инструмент для обоснования перспектив развития ПВО / С. Ягольников, А. Каменев // Воздуш.-космич. оборона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://old.vko.ru/article.asp?pr_sign=archive. – Дата доступа: 30.06.2015.
2. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]; под общ. ред. П. В. Трусова. – М.: Логос, 2005. – 440 с.
3. Булойчик, В. М. Военно-прикладные вопросы математического моделирования. Основы теории математического моделирования боя и боевых действий / В. М. Булойчик. – Минск: ВАРБ, 2005. – 250 с.
4. Комплекс моделирования «Свислочь-1». Руководство оператора. – Минск, 2005. – 99 с.
5. Макул, П. С. Системный подход к построению математической модели разведывательно-ударной системы / П. С. Макул, В. М. Берикбаев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 3 (44). – С. 55–62.
6. Олейников, О. А. Основы радиолокации. Сигналы и помехи. Обнаружение. Обзор. Распознавание: учеб. пособие / О. А. Олейников, В. В. Латушкин, С. Н. Ярмолик. – Минск: ВА РБ, 2004. – 184 с.
7. Герцев, А. В. Разработка комплекса математических моделей и программ для компьютерного командно-штабного учения ВВС и войск ПВО: дис. ... канд. техн. наук: 20.02.12 / А. В. Герцев. – Минск: ВАРБ, 2006. – 160 с.
8. Верба, В. С. Обнаружение наземных объектов. Радиолокационные системы обнаружения и наведения воздушного базирования / В. С. Верба. – М.: Радиотехника, 2007. – 360 с.: ил.

*Сведения об авторах:

Макул Павел Сергеевич,

Берикбаев Владимир Мурзатаевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь»;

Комаров Иван Николаевич,

УО «Белорусский национальный технический университет».

Статья поступила в редакцию 04.08.2015 г.

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПЭВМ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ И НАУЧНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

УДК 355.23

Э. В. Степанян*

В статье рассматривается актуальный вопрос реализации автоматизированного подхода к планированию учебно-методической и научной работы преподавателя кафедры.

The article describes the implementation of the automated approach to planning teaching and research activities of a faculty member.

Одним из основных элементов организации деятельности является планирование как на уровне военного учебного заведения (ВУЗа), так и на уровне отдельного преподавателя.

Планирование учебно-методической и научной работы необходимо осуществлять комплексно, в формате «научно-методическая работа», не отрывая их друг от друга, в рамках Инструкции о порядке планирования и ведения учета труда профессорско-преподавательского состава ППС [4].

В целях рационального использования времени ППС для участия в решении актуальных научных задач, а также для создания новых учебников и учебных пособий, необходимо обеспечить правильное планирование работы каждого преподавателя на весь учебный год. Индивидуальный план должен стать основным документом, определяющим организацию его труда. План должен отображать, какую работу в текущем учебном году будет выполнять преподаватель в зависимости от предоставляемого ему бюджета времени на данные виды работ и выполняемых им должностных обязанностей.

К научно-методической работе относятся практически все виды деятельности ППС, которые направлены на повышение качества подготовки обучающихся, совершенствование образовательного процесса и его контроля, повышение квалификации преподавателей и их участие в научно-исследовательских работах педагогической направленности.

В ВУЗе научно-методическая работа ППС выполняется в соответствии с утвержденными планами методической и научной работы. Все структурные подразделения, связанные с выполнением научно-методической работы ППС, планируют каждый вид деятельности на своем уровне. Заявки на выполнение мероприятий научно-методической работы подаются в научно-методический совет учреждения высшего образования (УВО) для их включения в сводный план соответствующих видов деятельности на следующий учебный год.

Основой планирования научно-методической деятельности ППС служит методика оценки деятельности ППС и кафедр (Методика), действующая в Военной академии с 2006 года [3].

В соответствии с Методикой, основанной на рейтинговой оценке деятельности ППС, рейтинг преподавателя ввиду того, что его деятельность нельзя заранее регламентировать по видам деятельности, представляется двумя составляющими: рейтинг научно-педагогического потенциала (НПП) – $R_{m_{\xi}}^{\text{НПП}}$ и рейтинг реализации НПП – $R_{m_{\xi}}^{\text{РП}}$, и рассчитывается по формуле

$$R_{m_{\xi}}^{\text{РП}} = 0,55R_{m_{\xi}}^{\text{НПП}} + 0,45R_{m_{\xi}}^{\text{РП}} = 55B_{m_{\xi}}^{\text{НПП}} / B_{\text{мод}_{\xi}}^{\text{НПП}} + 45B_{m_{\xi}}^{\text{РП}} / B_{\text{мод}_{\xi}}^{\text{РП}}, \quad (1)$$

где $B_m^{\text{НПП}}$ – индивидуальный балл, соответствующий НПП m -го преподавателя;

$B_{\text{мод}_{\xi}}^{\text{НПП}}$ – балл, соответствующий модели НПП преподавателя ξ -й категории;

$B_m^{\text{РП}}$ – индивидуальный балл, соответствующий реализации НПП m -го преподавателя;

$B_{\text{мод}_{\xi}}^{\text{РП}}$ – балл, соответствующий модели реализации НПП преподавателя ξ й категории.

Значение индивидуального балла $B_m^{\text{НПП}}$, соответствующего НПП m -го преподавателя, определяется как сумма произведений (приведенных в Методике) локальных показателей $p_1 - p_7$ на соответствующие им веса α_i и рассчитывается по формуле

$$B_m^{\text{НПП}} = \sum_i^{1-7} p_i \alpha_i. \quad (2)$$

Величина индивидуального балла $B_m^{\text{РП}}$, соответствующего реализации НПП m -го преподавателя, определяется как сумма произведений (приведенных в Методике) локальных показателей $p_8 - p_{32}$ и рассчитывается по формуле

$$B_m^{\text{РП}} = \sum_i^{8-32} p_i \alpha_i. \quad (3)$$

Модели НПП для соответствующих категорий ППС характеризуются баллом – $B_{\text{мод } \xi}^{\text{НПП}}$, который, например, для категории «профессор» определяется по следующему выражению:

$$B_{\text{мод } \text{ПФ}}^{\text{НПП}} = \sum_i^{2, 3, 5-7} p_{oi \text{ ПФ}} \alpha_i, \quad (4)$$

где $p_{oi \text{ ПФ}}$ – локальные показатели, описывающие модель НПП профессора.

Модель реализации НПП преподавателя ξ -й категории определяется баллом $B_{\text{мод } \xi}^{\text{РП}}$, который не является константой, а зависит от ряда параметров: о занимаемой должности; выполненной учебной нагрузки за учебный год; количества должностных ставок; количества дней проведенных полевых занятий вне ВА РБ за учебный год; участия в учениях; проведения занятий с иностранными военнослужащими; проведения занятий в малочисленных учебных группах по четырем и более, небольшим по объему, учебным дисциплинам; от занимаемой должности и, например, для категории «профессор» представляется следующим выражением:

$$B_{\text{мод } \text{ПФ}}^{\text{РП}} = \sum_i^{11, 12, 16, 17, 22-25} p_{oi \text{ ПФ}} \alpha_i + \left(\sum_i^{18-20, 28, 30, 32} p_{oi \text{ ПФ}} \alpha_i \right) \frac{700}{V_{\text{у.н}}(1 + 0,2\kappa_4 + 0,4\Pi_{\text{н.к}}) + 2V_{\text{п.з}} + 8\Pi_{\text{т.у}}} [\kappa_{\text{ст}} + \kappa_{\text{ст}}^{\text{шп}}(1 - 0,5\kappa_8)], \quad (5)$$

где 700 – количество часов средней учебной нагрузки, для которой определена модель деятельности ППС;

$V_{\text{у.н}}$ – выполненная преподавателем учебная нагрузка за учебный год;

κ_4 – преподаватель проводит занятия в малочисленных учебных группах по четырем и более небольшим по объему, учебным дисциплинам; совмещает должность преподавателя с должностью начальника службы по штату;

$\Pi_{\text{н.к}}$ – лицо занимает должность начальника кафедры;

$V_{\text{п.з}}$ – количество дней, проведенных полевых занятий преподавателем за учебный год вне ВА РБ;

$\Pi_{\text{т.у}}$ – участие преподавателя в учениях (количество дней);

$\kappa_{\text{ст}}$ – штатная ставка преподавателя на кафедре (1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5; 0,25);

$\kappa_{\text{ст}}^{\text{шп}}$ – количество ставок по штатному расписанию; совместителя на другой кафедре или ставка по основной должности педагогического работника, не относящейся к ППС;

κ_8 – преподаватель проводит занятия на факультете по подготовке иностранных военнослужащих.

Как мы видим, первая составляющая рейтинга в соответствии с Методикой определяется степенью соответствия НПП преподавателя занимаемой должности, не подлежит управлению, а определяется чисто кадровой политикой конкретного учреждения образования. Вторая составляющая рейтинга определяется моделью реализации НПП конкретного преподавателя соответствующей категории ППС, которая реализуется преподавателем путем планирования и осуществления своей деятельности.

Таким образом, если решать задачу от обратного, при наличии балла реализации модели НПП довольно несложно спланировать научно-методическую деятельность преподавателя на очередной учебный год. Результат планирования ($РПл$), применительно к Методике, определяется разностью индивидуального балла реализации НПП и балла модели реализации НПП m -го преподавателя по формуле

$$РПл_{\text{ПФ}} = B_m^{\text{РП}} - B_{\text{мод } \xi}^{\text{РП}}. \quad (6)$$

Таблица 1 – Автоматизированное планирование научно-методической работы

Дата	Визуальное (для ГП не заполняется)	Ф.И.О.	Постоянная составляющая модели реализации НПП для категории ППС: профессор – 57,2; доцент – 52,7; старший преподаватель – 32,9; преподаватель – 23,0	Вариативная составляющая модели реализации НПП для категории ППС: профессор – 26,5; доцент – 18,6; старший преподаватель – 16,6; преподаватель – 14,6	Балл, соответствующий модели реализации НПП для данного преподавателя	Количество ставок по штату	Количество ставок по штатному расписанию; совместителя на другой кафедре или по основной должности педагогического работника, не относящейся к ППС	Планируется проведение занятий с иностранными военнослужащими	Лицо проводит занятия в малочисленных учебных группах по 4-м и более небольшим по объему учебным дисциплинам; является преподавателем - начальником службы	Планируемые полевые занятия вне БА РБ	Планируемое участие в учебных, командировках, связанных с выполнением научной работы	Лицо занимает должность начальника (завед.) кафедры	Лицо занимает должность заместителя начальника кафедры	Лицо занимает должность начальника цикла
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Параметр оценки	Категория ППС Балл модели	Категория ППС Балл модели	Категория ППС Расчетный балл			Да – 1, нет – 0	Да -1 (нач. сл. - 4), нет - 0	Кол-во дней	Кол-во дней	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0
01.09.15		Сидоров А.Г.	профессор	профессор	профессор	1	0					1		
			57,2	26,5	83,30							8,00	0,00	0,00
Лицо является председателем ПМК	Наличие почетного международного научно-педагогического звания (заслуженный и тренер, судья международной категории – для кафедры)	Наличие почетного республиканского научно-педагогического звания (заслуженный специалист ВС, почетное ученое звание РАЕН, заслуженный тренер, судья республиканской категории – для кафедры ФП)	Наличие почетного научно-педагогического звания УВО	Членство в экспертном совете БАК	Членство в специализированных советах по защите диссертаций	Членство в военно-научных и научно-технических (научных) советах	Членство в ученом совете	Членство в редколлегиях	Членство в УМО по специальности	Членство в научно-методическом совете УВО	Членство в СМК (аудитор, уполномоченный) и других коллегиях	Планируемое качество проведения занятий (10-бал. система)	Расчетная норма годовой учебной нагрузки ППС	Запланированная учебная нагрузка на учебный год
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Кол-во	Кол-во	Да – 1, нет – 0	Кол-во	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Балл	Часы	Часы
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00	1	1	0,00	9,00	720	720
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	9,00		1,00
Планируемое соответствие УМК по преподаваемой уч. дисциплине НПА: полное соответствие - 30; незначительные отклонения - 21; изначительные - 15; несоответствует, или незарегистрирован - 0 (В случае нескольких дисциплин – средний)	Участие в издании курсов лекций с грифом УМО, за прошедшие 2 года. Сумма долей по i-м изданиям на одного участующего	Планируемое участие в издании курсов лекций с грифом УМО. Сумма долей по i-м изданиям на одного участующего	Планируемое участие в разработке новых образовательных технологий (инновационных методов преподавания). Сумма долей по i-м разработкам на одного участующего	Планируемое участие в разработке новых образовательных технологий (инновационных методов преподавания). Сумма долей по i-м разработкам на одного участующего	Участие в издании учебно-методических пособий (пособий, практикумов), за прошедшие 2 года. Сумма долей по i-м изданиям на одного участующего	Планируемое участие в издании учебно-методических пособий (пособий, практикумов). Сумма долей по i-м изданиям на одного участующего	Планируемое участие в разработке и издании заданий и методических рекомендаций по их выполнению для самостоятельного изучения обучающимися отдельных тем, методических указаний к л.р., ПЗ, КП, ДП. Сумма по i-м изданиям долей на одного участвующего	Планируемое участие в разработке учебных программ по знанию вводимым учебными дисциплинами. Сумма по i-м программам долей на одного участующего	Планируемое участие в разработке курсов лекций по знанию вводимым учебными дисциплинами. Сумма по i-м курсам лекций долей на одного участвующего	Планируемое участие в разработке курсов практических занятий по знанию вводимым учебными дисциплинами. Сумма по i-м курсам ПЗ долей на одного участвующего	Планируемое участие в разработке курсов практических занятий по знанию вводимым учебными дисциплинами. Сумма по i-м курсам ПЗ долей на одного участвующего			
31	32	33	34	35	36	37	38							
Балл (30, 21, 15, 0)	Десятичная дробь			Десятичная дробь		Десятичная дробь		Десятичная дробь		Десятичная дробь		Десятичная дробь	Десятичная дробь	
21				0,5		0,2		0,5		0,5		1	1	
4,20	0,00			4,30		2,34		0,00		3,00		4,00	4,00	

Количество составленных эскизов докторантов (соискателей), научное консультирование которых осуществляется данным преподавателем (подготовка ЗМС – для кафедр ФП).	Планируемое количество эскизов докторантов (соискателей), научное консультирование которых осуществляется данным преподавателем (подготовка ЗМС – для кафедр ФП).	Количество составленных эскизов адъюнктов и соискателей (подготовка МСМК – для кафедр ФП), руководителем которых является данный преподаватель, за последние 2 года	Планируемое количество эскизов адъюнктов и соискателей (подготовка МСМК – для кафедр ФП), руководителем которых является данный преподаватель, за последние 2 года	Количество составленных эскизов магистрантов (подготовка МС – для кафедр ФП), руководителем которых является данный преподаватель, за последние 2 года	Планируемое количество эскизов магистрантов (подготовка МС – для кафедр ФП), руководителем которых является данный преподаватель, за последние 2 года	Планируемое научное консультирование соискателей ученой степени "Кандидат наук"	Планируемое научное руководство соискателями ученой степени "Кандидат наук"	Планируемое научное руководство магистрантами	Планируемое количество НИОКР (рес. Программы - ГП, задания - З, инновационные - И), научное руководство (отвественный исполнитель), которым будет осуществляться преподаватель	Планируемое количество НИОКР (рес. Программы - ГП, задания - З, инновационные - И), в которых преподаватель примет участие и которые исполнены	Планируемые научно-научные сотрудничества (международным - МП, государственным программам - ГП), в которых преподаватель примет участие	Изданные монографии за последние 6 лет. Сумма усл. печатных листов по i-ым изданиям количества на данного преподавателя, или соавтора					
39		40		41		42	43	44	45	45а	45б	46	46а	46б	47	47а	48
Кол-во		Кол-во		Кол-во		Кол-во	Кол-во	Кол-во	Кол-во ГП	Кол-во З	Кол-во И	Кол-во ГП	Кол-во З	Кол-во И	Кол-во МП	Кол-во ГП	Достиченная
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	7,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Планируемое издание монографий. Сумма усл. печатных листов по i-ым изданиям количества на данного соавтора	Изданные учебники за последние 6 лет. Сумма усл. печатных листов по i-ым изданиям количества на данного преподавателя, или соавтора	Планируемое издание учебников. Сумма усл. печатных листов по i-ым изданиям количества на данного соавтора	Изданные учебники пособий за последние 4 года. Сумма усл. печатных листов по i-ым изданиям количества на данного соавтора	Планируемое издание учебных пособий. Сумма усл. печатных листов по i-ым изданиям количества на данного соавтора	Планируемые статьи в зарубежных изданиях и издания включенных в перечни ВАК. Сумма долей по i-ым статьям на одного соавтора	Планируемые статьи в отеческих изданиях. Сумма долей по i-ым статьям на одного соавтора	Планируемые доклады на международных конференциях. Сумма долей по i-ым докладам на одного соавтора	Планируемые доклады на республиканских конференциях. Сумма долей по i-ым докладам на одного соавтора	Планируемые доклады на международных конференциях. Сумма долей по i-ым докладам на одного соавтора	Планируемое количество наград (дипломы, грамоты) 1, 2, 3-ей степени преподавателем и обучающимися по изобретениям, олимпиадам и конкурсам международного масштаба (для кафедр ФП и факультета ВР - соросовским)	Планируемое количество наград (дипломы, грамоты) 1, 2, 3-ей степени преподавателем и обучающимися по изобретениям, олимпиадам и конкурсам республиканского масштаба (для кафедр ФП и факультета ВР - соросовским)						Планируемое количество научных трудов ВНО (факультетам ВНО)
50		51		52	53	54	55	56	57		58						59
Дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Кол-во	Кол-во						Да – 1, нет – 0
3	2		1,4		0,5	1	1	1	0,00	0,00	0,00						1
5,94	3,40	0,00	2,10	0,00	3,00	0,00	1,00	1,50	0,00	0,00	0,00						3,10
Планируемое количество наград (дипломы, грамоты) 1, 2, 3-ей степени преподавателем и обучающимися по изобретениям, олимпиадам и конкурсам международного масштаба (для кафедр ФП и факультета ВР - соросовским)	Планируемое количество дипломов и грамот преподавателей и обучающихся по изобретениям, олимпиадам и конкурсам республиканского и международного масштабов (для кафедр ФП и факультета ВР - соросовским)	Планируемая разработка изобретений. Сумма по i-ым изобретениям долей на одного соавтора	Планируемая разработка полезных моделей. Сумма по i-ым полезным моделям долей на одного соавтора	Планируемая разработка рационализаторских предложений. Сумма долей по i-ым рационализаторским предложениям на одного соавтора	Планируемые публикации научных статей (МПА /успешнее документов/, учебники, уч. пособия). Сумма долей по i-ым публикациям на одного соавтора	Планируемые публикации научных работ. Сумма долей по i-ым публикациям на одного соавтора	Планируемые публикации научных работ. Сумма долей по i-ым публикациям на одного соавтора	Планируемые публикации научных работ. Сумма долей по i-ым публикациям на одного соавтора	Планируемые публикации научных работ. Сумма долей по i-ым публикациям на одного соавтора	Планируемое количество подготовленных диссертаций. Сумма долей по i-ым диссертациям на одного соавтора	Планируемое количество подготовленных диссертаций. Сумма долей по i-ым диссертациям на одного соавтора	Планируемое участие в олимпиадах и конкурсах, научных работах, которыми преподаватель участвует	Планируемое участие в олимпиадах и конкурсах, научных работах, которыми преподаватель участвует	Планируемое участие в олимпиадах и конкурсах, научных работах, которыми преподаватель участвует	Планируемое участие в олимпиадах и конкурсах, научных работах, которыми преподаватель участвует	Планируемое участие в олимпиадах и конкурсах, научных работах, которыми преподаватель участвует	Результат планирования учебно-методической и научной работы
59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
Кол-во	Кол-во	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Достиченная дробь	Кол-во	Кол-во	Кол-во	Кол-во	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0	Да – 1, нет – 0
0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00	2,25	1,07	1,07	0,00	0,00	0,00	32,70

На примере категории «Профессор» результат планирования рассчитывается с использованием выражения

$$РПл_{\text{ПФ}} = \sum_i^{11-32} p_i \alpha_i - \sum_i^{11,12,16,17,22-25} p_{oi \text{ ПФ}} \alpha_i - \left(\sum_i^{18-20,28,30,32} p_{oi \text{ ПФ}} \alpha_i \right) \frac{700}{V_{y.n} (1 + 0,2\kappa_4 + 0,4\Pi_{n.k}) + 2V_{п.з} + 8\Pi_{т.у}} [\kappa_{ст} + \kappa_{ст}^{шп} (1 - 0,5\kappa_8)], \quad (7)$$

или, раскрывая модель реализации НПП в соответствии с Методикой, получим

$$РПл_{\text{ПФ}} = \sum_i^{11-32} p_i \alpha_i - 57,2 - 26,5 \frac{700}{V_{y.n} (1 + 0,2\kappa_4 + 0,4\Pi_{n.k}) + 2V_{п.з} + 8\Pi_{т.у}} [\kappa_{ст} + \kappa_{ст}^{шп} (1 - 0,5\kappa_8)]. \quad (8)$$

Аналогично для категорий «Доцент», «Старший преподаватель», «Преподаватель» получим

$$РПл_{\text{ДЦ}} = \sum_i^{11-32} p_i \alpha_i - 52,7 - 18,6 \frac{700}{V_{y.n} (1 + 0,2\kappa_4 + 0,4\Pi_{n.k}) + 2V_{п.з} + 8\Pi_{т.у}} [\kappa_{ст} + \kappa_{ст}^{шп} (1 - 0,5\kappa_8)], \quad (9)$$

$$РПл_{\text{СП}} = \sum_i^{11-32} p_i \alpha_i - 32,9 - 16,6 \frac{700}{V_{y.n} (1 + 0,2\kappa_4 + 0,4\Pi_{n.k}) + 2V_{п.з} + 8\Pi_{т.у}} [\kappa_{ст} + \kappa_{ст}^{шп} (1 - 0,5\kappa_8)], \quad (10)$$

$$РПл_{\text{ПР}} = \sum_i^{11-32} p_i \alpha_i - 23,0 - 14,6 \frac{700}{V_{y.n} (1 + 0,2\kappa_4 + 0,4\Pi_{n.k}) + 2V_{п.з} + 8\Pi_{т.у}} [\kappa_{ст} + \kappa_{ст}^{шп} (1 - 0,5\kappa_8)]. \quad (11)$$

На основе формул (7)–(11) разработана методика автоматизированного планирования на ПЭВМ научно-методической работы ППС в формате таблиц Microsoft Excel (см. таблица).

Задача преподавателя состоит в том, чтобы заполнить информационную строку в строгом соответствии с наименованиями граф. При этом допускается форматирование столбцов в случае необходимости внесения пояснительных записей о прошедшей и планируемой деятельности преподавателя. В крайней графе отображается результат планирования учебно-методической и научной работы: если он равен нулю, то деятельность, спланированная на очередной учебный год, соответствует модели реализации НПП; больше нуля – превышает; меньше нуля – занижена на количество баллов.

Практическая значимость предлагаемой методики автоматизированного планирования состоит в том, что она позволяет обеспечить систематизированное хранение и оперативную корректировку информации, используемой при планировании деятельности преподавателя кафедры.

Разработанная методика автоматизированного планирования позволяет:

реализовать автоматизированное планирование с учетом моделируемой деятельности преподавателя на очередной учебный год или период времени;

сократить время планирования, оптимизировать распределение бюджета времени между учебно-методической и научной работой;

решать задачу постепенного приближения планируемой деятельности преподавателя к объему работ с учетом должностных обязанностей;

проводить сравнительный анализ распределения рассматриваемых видов работ между преподавателями кафедры как по объему, так и по качественной составляющей.

Список литературы

1. Об образовании: Кодекс Республики Беларусь, 13 января 2011 г., № 243–3: в ред. Законов Респ. Беларусь от 13.12.2011 г. № 325–3, от 26.05.2012 г. № 376–3.
2. Майер, В. В. Учебно-методическая работа в вузе: учеб. пособие / В. В. Майер, В. В. Мелихов. – Тюмень, 1996. – 246 с.
3. Об утверждении Положения о рейтинговой оценке труда профессорско-преподавательского состава и кафедр учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь»: приказ начальника акад., 14 марта 2008 г., № 202.
4. Инструкция о порядке планирования и ведения учета труда ППС в военных учебных заведениях и на военных кафедрах учреждений высшего образования: постановление М-ва обороны Респ. Беларусь, 9 июня 2008 г., № 50.

5. Совершенствование методики рейтинговой оценки деятельности ППС и кафедр и ее использование при премировании преподавательского состава из числа гражданского персонала Военной академии: отчет о НИР (заключ.) / Воен. акад. Респ. Беларусь; рук. темы Ю. А. Семашко. – Минск, 2013. – 207 с. – № 78/08-13.

6. Разработка методики рейтинговой оценки деятельности факультетов в учреждении образования "Военная академия Республики Беларусь": отчет о НИР (заключ.) / Воен. акад. Респ. Беларусь; рук. темы В. М. Белько. – Минск, 2008. – 95 с. – № 1338/08.

7. Положение о содержании и организации методической работы в ГОУ «СПбГПУ» / сост.: Д. Г. Арсеньев [и др.]. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 45 с.

8. Преподаватель вуза: технологии и организация деятельности: учеб. пособие / под ред. д-ра экон. наук, проф. С. Д. Резника. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 389 с.

9. Рубанова, Н. С. Квалификация методиста и ее роль в профессиональной деятельности преподавателя Вестник МГОУ. Серия Педагогика. Москва, МГОУ, 2009, выпуск 2. – С. 15–21.

10. Соловова, Н. В. Система методической работы в вузе: повышение методической культуры преподавателя / Н. В. Соловова // Вестн. Самар. гос. ун-та. Гуманит. сер. – 2007. – № 5/1. – С. 166–173.

*Сведения об авторе:

Степанян Эдуард Вахтангович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 07.05.2015 г.

УЧЕТ ТАКТИЧЕСКОЙ ВАЖНОСТИ В АЛГОРИТМЕ ОТБОРА ЦЕЛЕЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

УДК 004.942

В. И. Ярмалкевич, В. М. Берикбаев*

В статье рассматриваются вопросы учета тактической важности средств воздушного нападения при моделировании боевого применения многоканальных зенитных ракетных комплексов (ЗРК) и разработка алгоритма отбора целей для первоочередного обстрела.

The author goes over the problem of accounting of air attack means tactical importance during the simulation of the combat application of the surface-to-air missile system with multiple launch stations. The algorithm design of the target selection for the first-priority fire is described in the article.

В настоящее время средства воздушного нападения (СВН) занимают ведущее место в структуре вооруженных сил многих иностранных государств, растет их удельный вес, они являются основными элементами доставки к цели высокоточного оружия (ВТО). Знание боевых свойств и принципов применения СВН является основой понимания возможных действий воздушного противника в различных условиях боевой обстановки и его объективной оценки.

Одновременно с развитием СВН совершенствуются и ЗРК. Современные ЗРК создаются многоканальными, с малым временем реакции. Такие ЗРК разрабатываются мобильными для отражения массированных ударов с малых и предельно малых высот, с большим боезапасом, возможностями применения сравнительно недорогих зенитных управляемых ракет (ЗУР) на малых дальностях в условиях мощного радиоэлектронного подавления [1, 2].

Для оценки эффективности противовоздушной обороны (ПВО), основу которой составляют многоканальные ЗРК, широкое применение получили методы математического моделирования.

Аналитическая оценка эффективности ведения боевых действий подразделений, вооруженных различными ЗРК (как одноканальными, так и многоканальными), рассмотрена в ряде трудов. Однако количество таких методик для ЗРК войсковой ПВО гораздо ниже, чем для объектовой. Ни одна из методик при расчете показателей боевой эффективности не учитывает такой показатель, как тактическая важность СВН. Оценка важности СВН проводилась лишь при реализации алгоритмов целераспределения (ЦР). Однако в большинстве таких алгоритмов важность СВН определялась только по величине подлетного времени. Лишь некоторые из алгоритмов ЦР при определении важности цели учитывали тип СВН. Следует отметить, что для ЗРК войсковой ПВО, стоящих на вооружении, автоматизированных алгоритмов ЦР на данный момент не реализовано. Для многоканального ЗРК «Тор-М2» показатель тактической важности СВН является одним из основных, необходимых для оценки эффективности его боевого применения за счет того, что данный ЗРК имеет большую степень автономности и способен выполнять боевую задачу всего одной боевой машиной (БМ). Это подразумевает необходимость учета тактической важности СВН при построении математических моделей боевого применения данного ЗРК.

Целью статьи является рассмотрение возможности повышения достоверности оценки показателей боевой эффективности многоканальных ЗРК за счет учета тактической

важности СВН, участвующих в налете. Алгоритм оценки тактической важности СВН уже реализован в станции обнаружения целей (СОЦ) ЗРК «Тор-М2» (путем ранжирования по степени важности). С помощью данного алгоритма осуществляется отбор N наиболее важных целей из M обнаруженных [3].

Осуществление учета показателя тактической важности СВН при оценке показателей боевой эффективности многоканальных ЗРК затрудняется недоступностью «оригинального» алгоритма ранжирования, реализованного в СОЦ. Одним из путей решения данной проблемы является воссоздание базового алгоритма отбора наиболее важных целей из числа обнаруженных СОЦ. Для этого может быть использована известная формула расчета тактической важности СВН, представленная в [4], а также учтены признаки важности СВН, описанные в [3].

Согласно [4] тактическая важность СВН зависит главным образом от характера задач, решаемых ими в ударе, возможной степени воздействия средств их поражения по обороняемому объекту и элементам боевого порядка войск ПВО, влияния данной цели на выполнение боевой задачи нарядом СВН. Формула расчета тактической важности СВН имеет следующий вид:

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^l \frac{C_j^i}{C_{\max}^i} q_i}{\left(\sum_{i=1}^l \frac{C_j^i}{C_{\max}^i} q_i \right)_{j \min}} K_{Tj}, \quad (1)$$

где l – общее число i -х признаков, по которым оценивают важность СВН;

C_j^i – значение i -го признака;

q_i – вес i -го признака $\left(\sum_{i=1}^l q_i = 1 \right)$;

$C_{\max}^i$ – максимально возможное значение i -го признака;

K_{Tj} – коэффициент, учитывающий другие факторы тактической значимости j -й цели в ударе.

Значение показателя i -го признака будем рассчитывать по следующей формуле:

$$C_j^i = \frac{Q_{\text{расч}}}{Q_j^i}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{расч}}$ – количество параметров данного признака, соответствующее конкретному СВН;

Q_j^i – общее число параметров данного признака.

Рассмотрим порядок расчета тактической важности применительно к ЗРК «Тор-М2». Согласно [3] тактическая важность СВН оценивается по следующим признакам каждый из которых содержит ряд параметров:

состав – групповые (цель из состава налета может состоять из нескольких СВН);

тип – носители ВТО, крылатые ракеты (КР), элементы ВТО;

высота полета – цели, летящие на малых и предельно малых высотах с использованием маскирующих свойств местности;

направление и скорости полета – цели, курс которых проходит через группировку прикрываемых войск, объектов или боевой порядок батареи, летящие с минимальным курсовым параметром и имеющие наименьшее подлетное время;

способ противодействия стрельбе – цели, применяющие авиационные средства поражения, постановщики радиопомех (пассивных, активных), а также цели, летящие под их прикрытием.

Дополнительно следует учитывать, что цель, назначенная для уничтожения с командного пункта (КП), обстреливается в первую очередь. Исходя из этого для ЗРК «Тор-М2» каждую из целей необходимо оценивать по l признакам ($l = 5$). Для каждого признака значение величины C_j^i рассчитывается следующим образом. Допустим, что рассматривается такой признак тактической важности СВН, как *направление и скорость полета*. Данный признак учитывает четыре возможных параметра. При этом если цель соответствует трем из них, то C_j^i принимает значение 0,75. Соответственно, для этого же признака, значение $C_{\max}^i = 1$. Если каждый из имеющихся признаков считать равнозначным, то $q_i = 0,2$ ($i = \overline{1,5}$). Параметр $K_{Tj} = 1$ при целеуказании с КП. В остальных случаях для расчета C_j будем принимать $K_{Tj} = 0,5$. Значения C_j^i для СВН с минимальной тактической важностью подставляются в знаменатель, который используется в качестве нормировки.

Таким образом, имея значения C_j каждой из целей, можно осуществить отбор наиболее приоритетных из них для первоочередного обстрела, однако в связи с тем, что боезапас ЗУР на БМ ограничен, для дальнейшего отбора целей необходимо учесть количество ракет, назначаемых для поражения той или иной цели. Количество ракет для обстрела цели различается в зависимости от характера и типа цели. Этот важный параметр необходимо учитывать для определения количества целей с наибольшими значениями тактической важности, которые может обстрелять одна БМ. В основном на цель назначается две ракеты. По одной ракете назначается лишь в случаях, когда СВН представляет собой вертолет, малоразмерный беспилотный летательный аппарат или одиночную маневрирующую цель.

Учитывая возможность расчета тактической важности СВН и ограничения боезапаса ЗУР на БМ, предлагаемый алгоритм отбора СВН для первоочередного обстрела можно представить в следующем виде (рисунок). Прежде всего осуществляется расчет тактической важности всех (M) СВН налета, подробно описанный выше. Далее формируется предварительный массив отобранных целей (МОЦ) из $N_{\max}$ СВН с наибольшими значениями C_j . Если в налете принимает участие меньшее количество целей ($M < N_{\max}$), то они все попадают в МОЦ (заполнение массива осуществляется в порядке убывания C_j). Определяется количество ракет (N_p), необходимых для обстрела каждой из отобранных целей. Затем формируется конечный МОЦ из числа отобранных (участвующих в налете) с наибольшими значениями C_j , количество СВН в котором равно количеству возможных стрельб ($N_{\text{стр}}$).

Для проверки работоспособности алгоритма проводились предварительные расчеты с использованием пакета MS Excel, были приняты следующие исходные данные. В зоне обнаружения одной БМ ЗРК «ТОР-М2» находится двенадцать целей ($M = 12$). Параметры каждой из гипотетических целей заданы. Значение $N_{\max} = 8$, так как этим количеством ограничен боезапас ракет одной БМ. Рассматривается случай автономной работы БМ (без управления с КП), из расчета исключается коэффициент K_{Tj} . Расчеты проведены для случая равнозначности весовых коэффициентов, то есть $q_i = 0,2$ ($i = \overline{1,5}$).

С помощью разработанного алгоритма определены наиболее приоритетные для обстрела цели, а также то количество СВН из состава налета, которое способна обстрелять одна БМ.

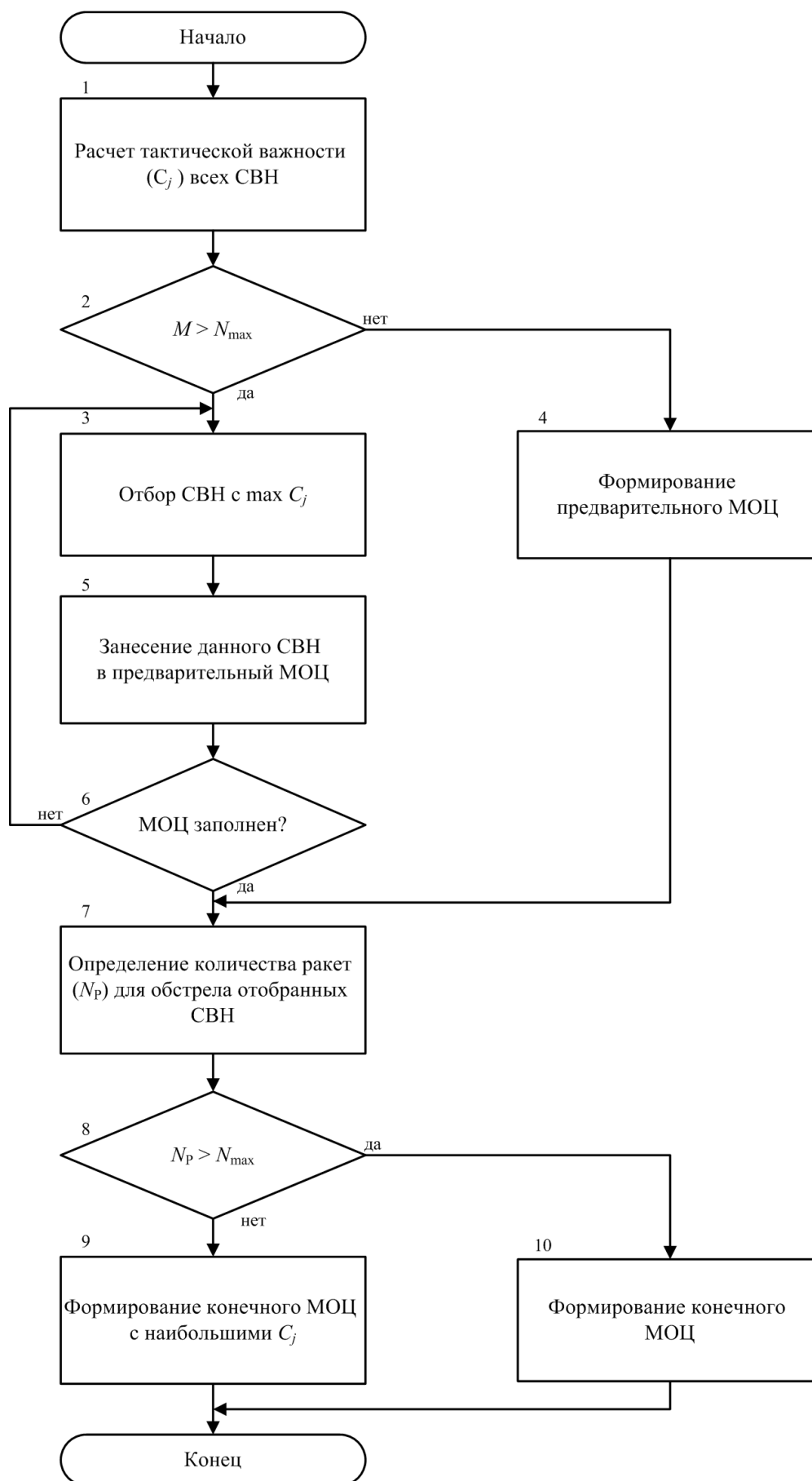


Рисунок. – Блок-схема алгоритма отбора СВН для первоочередного обстрела

В таблице 1 приведены числовые значения рассчитанной величины C_j^i ($C^1 - C^5$) для каждой цели, а также итоговые значения показателя тактической важности (C_j).

Таблица 1. – Числовые показатели значений C_j^i и C_j

№ цели	C^1	C^2	C^3	C^4	C^5	C_j
1	0	0,33	1	0,5	0,33	1,27
2	1	0,67	0,5	0,75	0,67	2,14
3	1	0,33	1	1	0,33	2,09
4	0	0,33	0,5	0,5	0,33	1,00
5	1	0,67	1	1	0,33	2,37
6	0	0,33	1	1	0,33	1,55
7	0	0,33	0,5	1	0,33	1,27
8	0	0,33	0,5	1	0,67	1,46
9	0	0,33	1	0,5	0,33	1,27
10	1	0,67	0	0,5	0,67	1,73
11	1	0,33	0	1	0,67	1,73
12	0	0,33	0	1	0,33	1,00

Поясним порядок расчета C_j^i для варианта гипотетического налета из двенадцати разнотипных целей. В нашем примере первая цель представляла собой одиночную КР, летящую на предельно малой высоте с использованием маскирующих свойств местности, направление полета проходит через прикрываемый объект и имеет минимальный курсовой параметр. Цель прикрыта активными помехами. Числовые показатели значений C_j^i рассчитываются по формуле (2) и заносятся в первую строку таблицы. Для остальных целей данного налета алгоритм заполнения таблицы аналогичен. Затем по формуле (1) проводится расчет показателя тактической важности (столбец C_j).

Далее, в соответствии с алгоритмом, отбираются восемь целей с максимальными значениями C_j . Для нашего примера это цели с номерами 5, 2, 3, 10, 11, 6, 8 и 1. Установлено, что для обстрела каждой из отобранных целей необходимо использовать очередь из двух ракет. Таким образом, с учетом количества назначаемых на цель ракет алгоритм окончательно предложит обстреливать цели с номерами 5, 2, 3, 10.

Были проведены дополнительные расчеты для анализа влияния значений весовых коэффициентов q_i . Значения q_i для разных признаков варьировались в пределах от 0,1 до 0,3 с шагом 0,05. Проведенные расчеты показали, что для заданного количества признаков важности ($l = 5$) СВН данные коэффициенты незначительно влияют на очередность обстрела (лишь в одном из случаев изменился предлагаемый порядок обстрела, отбирались цели с номерами 5, 2, 10, 3). Однако, как видно, номера целей, предлагаемых для первоочередного обстрела, остались неизменными.

Дальнейшее развитие алгоритма целесообразно проводить для случаев централизованного управления боевыми действиями ЗРК «Тор-М2» с КП (когда строятся обобщенные зоны для батареи и дивизиона). Кроме того, данный алгоритм может быть использован и для моделирования боевых действий других многоканальных ЗРК.

Таким образом, предлагаемый алгоритм при его внедрении в методики оценки показателей боевой эффективности многоканальных ЗРК позволит повысить достоверность оценки эффективности боевого применения ЗРК «Тор-М2» за счет учета тактической важности СВН, соотношения количества ракет на БМ к необходимому количеству ракет для обстрела каждой цели. Следует отметить, что для работы предлагаемого алгоритма необходимо более детально описывать параметры каждой из целей, участвующих в налете. Хотя такое описание несколько увеличит время подготовки исходных данных по налету, но в целом обеспечится более адекватное моделирование всего процесса боевых действий.

Внедрение предлагаемого алгоритма имеет смысл не только в составе аналитических методик расчета показателей боевой эффективности многоканальных ЗРК, но

и в имитационных моделях различных ЗРК, например в составе модели зенитных ракетных войск системы моделирования боевых действий «Свислочь».

Список литературы

1. Шунков, В. Н. Армия современной России / В. Н. Шунков. – Минск: Харвест, 2012. – 304 с.: ил.
2. Энциклопедия XXI век. Оружие и технологии России. – Т. IX. Противовоздушная и противоракетная оборона. – М.: Оружие и технологии, 2004. – 750 с.
3. Правила стрельбы и управления огнем, боевая работа на зенитном ракетном комплексе 9К331МК. – Минск: Командование ВВС и войск ПВО, 2013. – 212 с.
4. Неупокоев, В. Ф. Противовоздушный бой / В. Ф. Неупокоев. – М.: Воениздат, 1989. – 262 с.

*Сведения об авторах:

Ярмалкевич Василий Иосифович,
Берикбаев Владимир Мурзатаевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 15.07.2015 г.

3. ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

СИНТЕЗ КВАЗИОПТИМАЛЬНОГО КОНТУРА УПРАВЛЕНИЯ САМОНАВОДЯЩЕЙСЯ РАКЕТЫ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ О ПАРАМЕТРАХ ДВИЖЕНИЯ ЦЕЛИ

УДК 623.465.7

А. А. Бабченко, С. А. Шабан, А. М. Еромин,
О. В. Сидорович, А. Н. Мороз*

В статье рассматривается решение задачи синтеза квазиоптимального контура управления самонаводящейся ракетой на основе метода аналитического конструирования по критерию Летова – Калмана. Обоснован критерий оптимизации с учетом особенностей систем самонаведения.

The problem solution of the optimal contour synthesis of the guided missile's command and control is considered in the article. The synthesis is based on the usage of the analytical design method in compliance with the Letov – Kalman's criterion. The design factor is validated with the self-guided systems features taken into account.

Постановка задачи

В общем случае пространственное движение ракеты как объекта управления характеризуется сложной системой нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами [1]. Кинематическая схема относительного движения ракеты и воздушной цели для вертикальной плоскости представлена на рисунке 1, где $\vec{D}(t)$ – вектор относительной дальности «ракета – цель»; $\vec{V}_p, \vec{V}_c$ – векторы скорости ракеты и цели соответственно; φ – угол наклона линии «ракета – цель» относительно некоторой неподвижной системы координат.

Полагая, что сближение ракеты с целью происходит в вертикальной плоскости и углы между векторами скоростей цели и ракеты и линией визирования «ракета – цель» малы, справедливо линеаризованное уравнение кинематики [1]:

$$D(t)\ddot{\varphi} + 2\dot{D}\dot{\varphi} = W_{cn}(t) - W_{pn}(t), \quad (1)$$

где $W_{cn}(t), W_{pn}(t)$ – нормальное ускорение цели и ракеты соответственно.

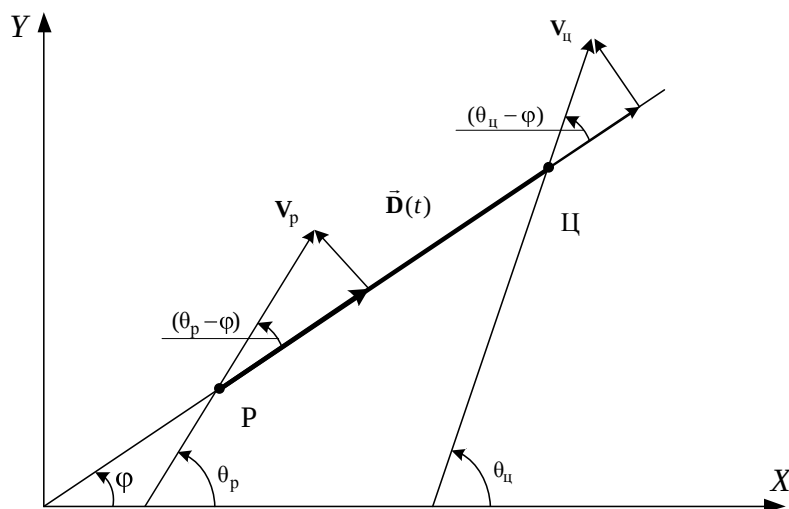


Рисунок 1. – Кинематическая схема относительного движения ракеты и цели в вертикальной плоскости

При постоянном значении $\dot{D}$ соотношение (1) можно преобразовать к виду

$$W_{\text{ин}}(t) - W_{\text{пр}}(t) = \frac{d^2}{dt^2}(D(t)\varphi).$$

Будем полагать, что $W_{\text{ин}}(t)$ является случайной функцией времени и описывается стохастическим дифференциальным уравнением [2]:

$$\frac{dW_{\text{ин}}(t)}{dt} = -\frac{1}{T_0}W_{\text{ин}}(t) + \frac{1}{T_0}\xi(t), \quad W_{\text{ин}}(t_0) = W_{\text{ин}0},$$

где $\xi(t)$ – белый шум с корреляционной функцией $R_\xi(t, t') = N_\xi \cdot \delta(t - t')$ и спектральной плотностью мощности $N_\xi = 2 \cdot T_0 \cdot \sigma_{\text{вц}}^2$;

$\sigma_{\text{вц}}$ – среднеквадратическое отклонение нормального ускорения цели, характеризующее интенсивность ускорения;

T_0 – постоянная времени маневрирования [3].

В качестве промаха принята величина, определяемая соотношением [1]:

$$\Pi(t) = D(t) \cdot \varphi. \quad (2)$$

Обозначив $x_1 = \Pi$, $x_2 = \dot{\Pi}$, $x_3 = W_{\text{ин}}$, $U = W_{\text{пр}}$, представим динамику контура самонаведения, в котором управлением является нормальное ускорение ракеты, в пространстве состояний в следующем виде:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2(t), & x_1(t_0) = x_{10}; \\ \dot{x}_2(t) = x_3(t) - U(t), & x_2(t_0) = x_{20}; \\ \dot{x}_3(t) = -\frac{1}{T_0}x_3(t) + \frac{1}{T_0}\xi(t), & x_3(t_0) = x_{30}. \end{cases} \quad (3)$$

В векторно-матричной форме:

$$\dot{\mathbf{X}}(t) = \mathbf{F}\mathbf{X}(t) + \mathbf{G}\mathbf{U}(t) + \mathbf{J}\mathbf{o}(t), \quad \mathbf{X}(t_0) = \mathbf{X}_0, \quad (4)$$

где

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{T_0} \end{bmatrix}; \mathbf{X}(t) = \begin{bmatrix} \Pi(t) \\ \dot{\Pi}(t) \\ W_{\text{ин}}(t) \end{bmatrix}; \mathbf{J} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{T_0} \end{bmatrix}; \mathbf{G} = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}; \mathbf{U}(t) = W_{\text{пр}}(t);$$

$\xi(t)$ – белый гауссовский шум с характеристиками $M \xi(t) = 0$, $M[\xi(t)\xi^T(t)] = N_\xi \delta(t - \tau)$.

Учитывая соотношение (2), модель наблюдения можно представить таким образом:

$$\mathbf{z}(t) = \mathbf{C}(t) \cdot \mathbf{X}(t) + \bar{\eta}(t), \quad (5)$$

где $\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \frac{1}{D(t)} & 0 & 0 \end{bmatrix}$ – матрица состава измерений;

$\eta(t)$ – шум измерения – белый гауссовский шум с нулевым математическим ожиданием и корреляционной функцией, определяемой выражением

$$R(t_1, t_2) = (R_1 + \frac{R_2}{D(t)^2}) \delta(t_1 - t_2).$$

Выбор критерия – важнейший шаг в постановке и решении технической задачи управления. Целесообразно рассмотреть алгоритм управления самонаводящейся ракетой, оптимальный по критерию «точность». При этом желательно минимизировать потери на управление, так как интенсивное маневрирование ракеты может привести к потере цели. В соответствии с этим в минимизируемый функционал должны входить две составляющие вектора состояния, одна из которых характеризует потери на управление, а вторая – точность наведения ракеты на цель.

Минимизируемый функционал при методе аналитического конструирования систем автоматического управления по критерию Летова – Калмана задается в следующем виде [4]:

$$I(\mathbf{X}(t), \mathbf{U}(t), t_0, t_k) = M \left\{ \mathbf{X}^T(t_k) \mathbf{S}_k \mathbf{X}(t_k) + \int_{t_0}^{t_k} \mathbf{U}^T(t) \mathbf{A} \mathbf{X}(t) + \mathbf{U}^T(t) \mathbf{B} \mathbf{U}(t) dt \right\}, \quad (6)$$

где M – символ математического ожидания;

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ – матрица штрафа на текущую точность;}$$

$$\mathbf{S}_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ – матрица штрафа на точность в момент окончания управления;}$$

$\mathbf{X}(t_k)$ – значение вектора фазовых координат в момент окончания управления;

$$\mathbf{B} = b = \frac{\Pi_{\text{доп}}^2}{W_{\text{расп}}^2} \text{ – коэффициент штрафа на управление,}$$

$\Pi_{\text{доп}}^2$ – допустимая дисперсия промаха;

$W_{\text{расп}}$ – располагаемое нормальное ускорение ракеты.

Первое слагаемое в (6) представляет собой сумму взвешенных дисперсий промаха и характеризует точность системы самонаведения в конечный момент времени. Второе слагаемое представляет собой сумму взвешенных дисперсий текущего промаха и характеризует текущую точность. Третье слагаемое представляет собой взвешенную энергию, затрачиваемую на управление, и характеризует экономичность системы самонаведения.

Для контура самонаведения, описываемого системой дифференциальных уравнений (3), при наличии измерений (5) необходимо найти сигнал управления $\mathbf{U}(t)$, обеспечивающий минимум функционала качества (6).

Синтез контура управления самонаводящейся ракеты

Для квадратичного критерия и линейного объекта управления в [3] доказана теорема разделения, согласно которой оптимальный регулятор представляет собой последовательное соединение оптимального линейного фильтра для оценки состояния и детерминированного оптимального регулятора. Следовательно, задачи фильтрации и управления можно решать отдельно.

Используя известные методы синтеза, можно найти управление $\mathbf{U}(t)$, минимизирующее (6), путем совместного решения системы дифференциальных уравнений, состоящей из (4) и уравнения Эйлера – Лагранжа [3, 4]:

$$\frac{\partial H(\mathbf{X}(t), \mathbf{W}_p(t), t)}{\partial \mathbf{W}_p(t)} = b\mathbf{W}_p(t) + \lambda^T(t) \mathbf{G} = 0, \quad (7)$$

где $H(\mathbf{X}(t), \mathbf{W}_p(t), t) = \frac{b}{2} \mathbf{W}_p^2(t) + \lambda^T(t) \mathbf{F}\mathbf{X}(t) + \mathbf{G}\mathbf{W}_p(t) + \mathbf{J}\xi(t)$ – гамильтониан;

$\lambda(t)$ – вектор неопределенных множителей Лагранжа.

Тогда из (7) уравнение для управления примет вид

$$\mathbf{W}_p(t) = -\frac{1}{b} \mathbf{G}^T \lambda(t).$$

Вектор неопределенных множителей Лагранжа определяется выражением

$$\dot{\lambda}(t) = -\frac{\partial H(\mathbf{X}(t), \mathbf{W}_p(t), t)}{\partial \mathbf{X}(t)} = -\mathbf{A} - \mathbf{F}^T \lambda(t) \quad (8)$$

с граничным условием

$$\lambda(t_k) = \frac{\partial \mathbf{X}^T(t_k) \mathbf{S}_k \mathbf{X}(t_k)}{\partial \mathbf{X}(t_k)} = \mathbf{S}_k \mathbf{X}(t_k). \quad (9)$$

Поскольку задача является линейной, то необходимо искать решение для $\bar{\lambda}(t)$ в виде линейной формы [5]:

$$\lambda(t) = \mathbf{S}(t) \cdot \hat{\mathbf{X}}(t), \quad (10)$$

где $\mathbf{S}(t)$ – матрица 3×3 , подлежащая определению.

Таким образом, управление оказывается связанным с условным математическим ожиданием вектора состояния:

$$\mathbf{W}_p(t) = -\frac{1}{b} \mathbf{G}^T \mathbf{S}(t) \cdot \hat{\mathbf{X}}(t). \quad (11)$$

После подстановки уравнений (4) и (10) в (8) и применения операции условного математического ожидания получим, что матрица $\mathbf{S}(t)$ должна удовлетворять матричному линейному уравнению Риккати:

$$\dot{\mathbf{S}}(t) = -\mathbf{S}(t) \cdot \mathbf{F} - \mathbf{F}^T \cdot \mathbf{S}(t) - \mathbf{A}. \quad (12)$$

Граничное условие для матрицы $\mathbf{S}(t)$ находится путем сравнения (9) и (10) при $t = t_k$, откуда следует, что

$$\mathbf{S}(t_k) = \mathbf{S}_k. \quad (13)$$

При синтезе контура управления самонаводящейся ракеты основное значение имеет промах в момент пролета цели и в качестве конечного момента времени следует рассматривать величину $-\frac{D_0}{\dot{D}}$ [4].

Для решения уравнения (12) можно применить различные способы аналитического или численного интегрирования на цифровой вычислительной машине. Трудность состоит в том, что необходимо удовлетворить конечному условию (13). Вследствие этого интегрирование (12) удобно вести в обратном времени [5]. Для этого требуется преобразовать (12), введя обратное время по формуле $\tau = t_k - t$. После замены переменной интегрирования уравнение (12) преобразуется в уравнение Риккати для матрицы $S^*(\tau) = S(t_k - t)$:

$$\dot{S}^*(\tau) = A + S^*(\tau) \cdot F + F^T \cdot S^*(\tau) \quad (14)$$

с граничным условием $S(0) = S_k$.

Решение уравнения (14) может быть получено заранее и использоваться в управлении в прямом времени, однако существует трудность в определении конечного времени. Следует отметить, что коэффициенты матрицы $S(t)$ изменяются по достаточно сложному закону лишь на конечном участке управления, когда $t \approx t_k$. Учитывая тот факт, что прекращение функционирования системы самонаведения происходит за некоторое время до точки встречи, можно пренебречь переходными процессами в конечный момент времени и использовать для управления установившиеся значения этих коэффициентов, полученные при решении в обратном времени.

Для полного определения квазиоптимального управления необходимо получить оценку условного математического ожидания $\hat{X}(t)$ вектора состояния контура управления [6]. Для решения этой части задачи использована теория линейной фильтрации измерений (5), так как уравнения, описывающие динамику системы управления, линейные. Естественно предположить, что текущая оценка $\hat{X}(t)$ будет определяться ее предыдущими значениями и результатами измерений $z(t)$. При этом уравнение для оценки вектора состояния можно представить в виде [2]:

$$\dot{\hat{X}}(t) = F\hat{X}(t) + GU(t) + T(t)z(t), \quad \hat{X}(t_0) = \hat{X}_0. \quad (15)$$

Матрицу $T(t)$ необходимо выбрать из условия обеспечения минимума дисперсии $P(t)$ ошибки оценки [6]. Дифференциальное матричное уравнение для ковариационной матрицы ошибок оценивания имеет вид [3]:

$$\dot{P}(t) = F - T(t)C(t) \quad P(t) + T(t)N_\eta T^T(t) + JN_\xi J^T + P(t) \quad F^T - C^T(t)T^T(t)$$

$$\text{с начальным условием } P(t_0) = P_0 = \begin{bmatrix} p_{110} & 0 & 0 \\ 0 & p_{220} & 0 \\ 0 & 0 & p_{330} \end{bmatrix}.$$

Априорная ковариационная матрица ошибок оценивания является диагональной. Значения диагональных элементов соответствуют дисперсиям ошибок оценивания в начальный момент времени.

Для определения матрицы $\mathbf{T}(t)$, обеспечивающей минимум дисперсии ошибки оценки, составим гамильтониан:

$$\mathbf{H}(t) = \mathbf{P}(t) + \Lambda^T \left[\mathbf{F} - \mathbf{T}(t) \mathbf{C}(t) \mathbf{P}(t) + \mathbf{T}(t) N_\eta \mathbf{T}^T(t) + \mathbf{J} N_\xi \mathbf{J}^T + \right. \\ \left. + \mathbf{P}(t) \left(\mathbf{C}^T(t) - \mathbf{C}^T(t) \mathbf{T}^T(t) \right) \right],$$

где Λ – вектор неопределенных множителей Лагранжа.

Оптимальное значение матрицы $\mathbf{T}(t)$ получим из условия

$$\frac{\partial \mathbf{H}(t)}{\partial \mathbf{T}(t)} = \Lambda^T \left[-\mathbf{C}(t) \mathbf{P}(t) + 2 N_\eta \mathbf{T}^T(t) - \mathbf{P}(t) \mathbf{C}^T(t) \right] = 0. \quad (16)$$

При симметричности ковариационной матрицы ошибок оценивания $\mathbf{P}(t)$, считая $\Lambda \neq 0$, из (16) можно найти:

$$\mathbf{T}(t) = \mathbf{P}(t) \mathbf{C}^T(t) N_\eta^{-1} = D(t) N_\eta^{-1} \begin{bmatrix} p_{11}(t) & p_{12}(t) & p_{13}(t) \end{bmatrix}^T. \quad (17)$$

С учетом (17) уравнение для ковариационной матрицы ошибок оценивания $\mathbf{P}(t)$ примет вид

$$\dot{\mathbf{P}}(t) = \mathbf{F} \mathbf{P}(t) + \mathbf{P}(t) \mathbf{F}^T + \mathbf{J} N_\xi \mathbf{J}^T - \mathbf{P}(t) \mathbf{C}^T(t) N_\eta^{-1} \mathbf{C}(t) \mathbf{P}(t)$$

с начальным условием $\mathbf{P}(t_0) = \mathbf{P}_0$ или в скалярном виде

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{p}_{11}(t) = 2 \cdot p_{12}(t) - \frac{p_{11}^2(t)}{D^2(t) N_\eta}, \quad p_{11}(t_0) = p_{110}; \\ \dot{p}_{12}(t) = p_{13}(t) + p_{22}(t) - \frac{p_{11}(t) \cdot p_{12}(t)}{D^2(t) N_\eta}, \quad p_{12}(t_0) = 0; \\ \dot{p}_{13}(t) = p_{23}(t) - \frac{p_{13}(t)}{T_0} - \frac{p_{11}(t) \cdot p_{13}(t)}{D^2(t) N_\eta}, \quad p_{13}(t_0) = 0; \\ \dot{p}_{22}(t) = 2 \cdot p_{23}(t) - \frac{p_{12}^2(t)}{D^2(t) N_\eta}, \quad p_{22}(t_0) = p_{220}; \\ \dot{p}_{23}(t) = p_{33}(t) - \frac{p_{23}(t)}{T_0} - \frac{p_{13}(t) \cdot p_{12}(t)}{D^2(t) N_\eta}, \quad p_{23}(t_0) = 0; \\ \dot{p}_{33}(t) = \frac{N_\xi}{T_0^2} - \frac{2 \cdot p_{33}(t)}{T_0} - \frac{p_{13}^2(t)}{D^2(t) N_\eta}, \quad p_{33}(t_0) = p_{330}; \\ p_{21}(t) = p_{12}(t); p_{31}(t) = p_{13}(t); p_{32}(t) = p_{23}(t). \end{array} \right. \quad (18)$$

Входящие в уравнение (17) компоненты ковариационной матрицы ошибок оценивания $p_{11}(t)$, $p_{12}(t)$, $p_{13}(t)$ определяются путем интегрирования уравнений (18). Таким образом, матричным уравнениям для нормального ускорения ракеты (11), оценок промаха, скорости изменения промаха, нормального ускорения цели (15) с учетом (17), решения уравнений (14) и (18) соответствует система скалярных уравнений

$$\begin{cases} W_p(t) = \frac{1}{b} s_{21}\hat{x}_1(t) + s_{22}\hat{x}_2(t) + s_{23}\hat{x}_3(t) ; \\ \dot{\hat{x}}_1(t) = \hat{x}_2(t) + \frac{p_{11}(t)}{N_\eta D(t)} (z(t) - \frac{\hat{x}_1(t)}{D(t)}), & \hat{x}_1(t_0) = \hat{x}_{10}; \\ \dot{\hat{x}}_2(t) = \hat{x}_3(t) - W_p(t) + \frac{p_{21}(t)}{N_\eta D(t)} (z(t) - \frac{\hat{x}_1(t)}{D(t)}), & \hat{x}_2(t_0) = \hat{x}_{20}; \\ \dot{\hat{x}}_3(t) = -\frac{1}{T} \hat{x}_3(t) + \frac{p_{31}(t)}{N_\eta D(t)} (z(t) - \frac{\hat{x}_1(t)}{D(t)}), & \hat{x}_3(t_0) = \hat{x}_{30}. \end{cases} \quad (19)$$

Структурная схема квазиоптимального устройства выработки команд контура управления самонаводящейся ракеты, составленная на основании уравнений (19), представлена на рисунке 2.

Получить аналитические выражения для промаха и нормального ускорения цели сложно из-за существенной нестационарности системы в районе точки встречи, обусловленной наличием переменного коэффициента $1/D(t)$. Поэтому проведено численное моделирование при следующих значениях параметров:

$$D_0 = 30\,000 \text{ м}; \dot{D} = 1500 \text{ м/с}; \Pi_{\text{доп}} = 25 \text{ м}; W_{\text{расп}} = 80 \text{ м/с}^2; N_\eta = 10^{-5} \text{ рад}^2/\text{с};$$

$$N_\xi = 31\,420 \text{ м}^2/\text{с}^3; T = 10 \text{ с}; D(t) = D_0 - |\dot{D}| \cdot t.$$

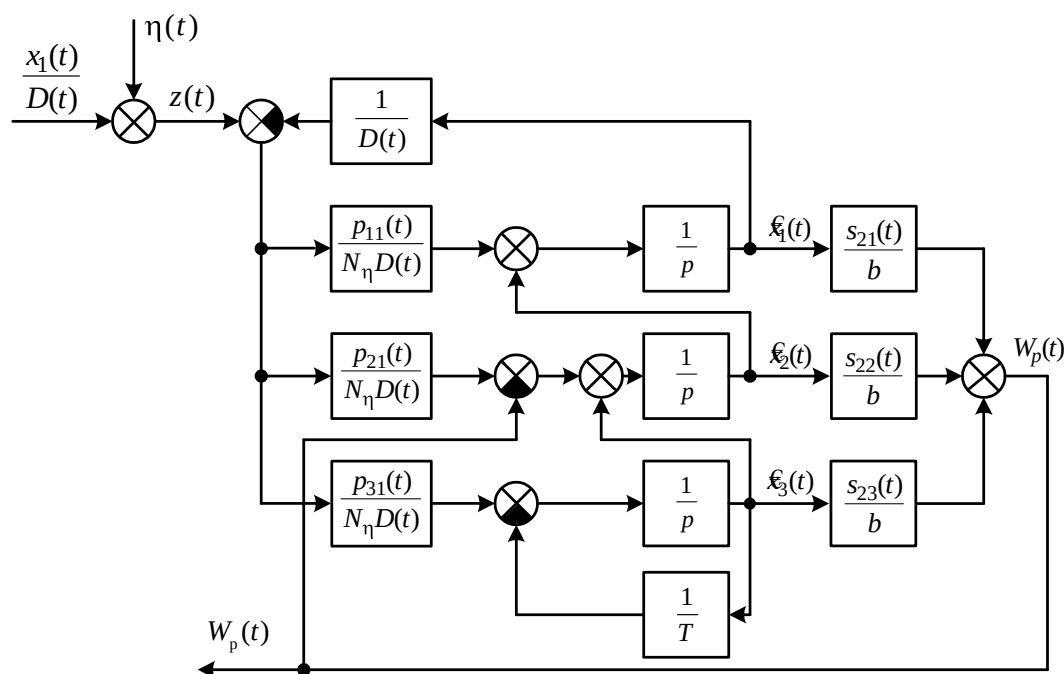


Рисунок 2. – Структурная схема квазиоптимального устройства выработки команд контура управления самонаводящейся ракеты

На рисунке 3 представлен характер изменения нормальных ускорений ракеты и цели, на рисунке 4 – характер изменения промаха и оценки промаха.

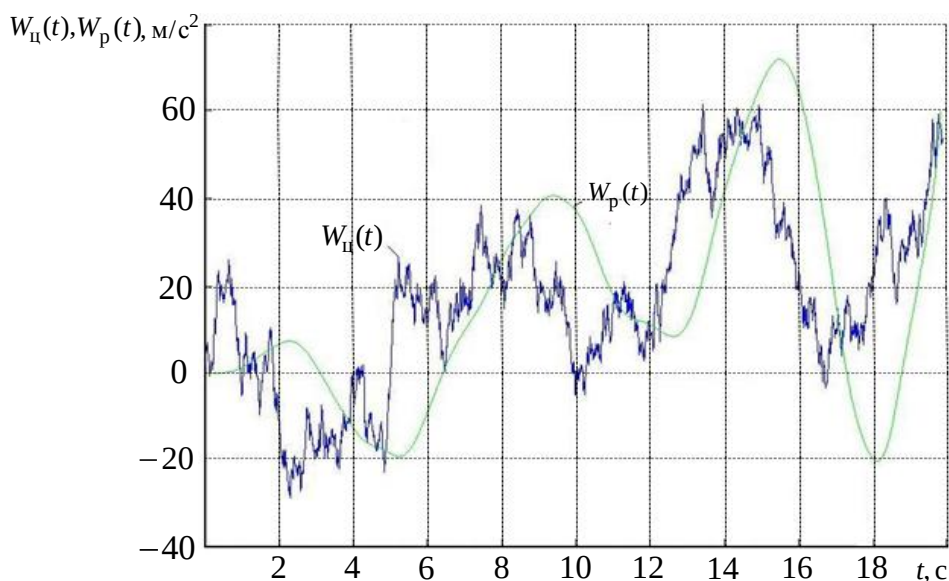


Рисунок 3. – Осциллограммы изменения $W_p(t)$ и $W_u(t)$

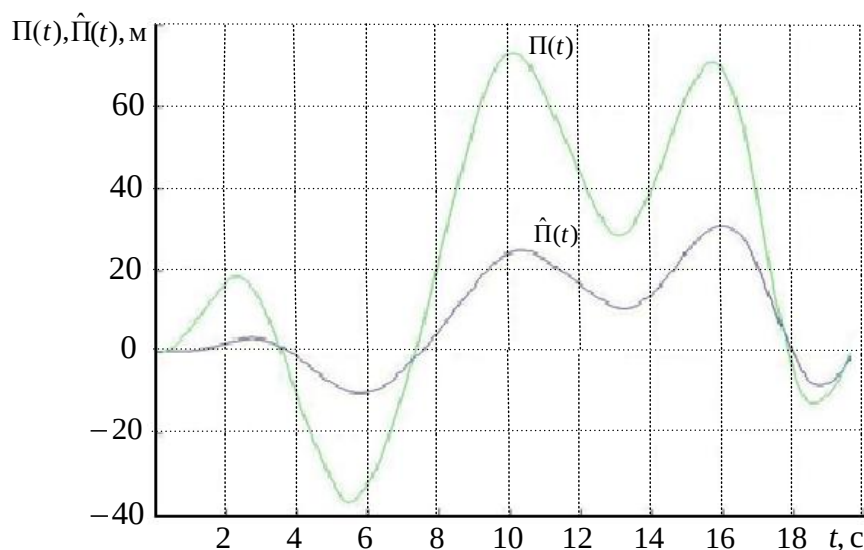


Рисунок 4. – Осциллограммы изменения $\Pi(t)$ и $\hat{\Pi}(t)$

Заключение

В статье рассмотрен один из подходов к решению задачи синтеза квазиоптимального контура управления самонаводящейся ракеты на основе метода аналитического конструирования по критерию Летова – Калмана. Отличительная особенность проведенного синтеза – учет в минимизируемом функционале кроме промаха в конечный момент времени слагаемого, характеризующего текущий промах. Это позволило получить установившееся решение для матрицы связи вектора фазовых координат с вектором неопределенных множителей Лагранжа и использовать его для управления.

Список литературы

1. Высокоточные системы самонаведения: расчет и проектирование. Вычислительный эксперимент / К. А. Пупков [и др]; под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 512 с.
2. Кун, А. А. Основы построения систем управления ракетами: в 3 ч. Ч. 3. Комбинированные системы управления. Боевое снаряжение ракет. Синтез систем управления / А. А. Кун, В. Ф. Лукьянов, С. А. Шабан; под ред. А. А. Куна. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Изд. акад., 2001. – 89 с.
3. Канащенко, А. И. Авиационные системы радиоуправления: в 3 т. Т. 1. Принципы построения систем радиоуправления. Основы синтеза и анализа / под ред. А. И. Канащенко, В. И. Меркулова. – М.: Радиотехника, 2003. – 192 с.
4. Красовский, А. А. Системы автоматического управления полетом и их аналитическое конструирование / А. А. Красовский. – М.: Наука, 1973. – 558 с.
5. Казаков, И. Е. Методы оптимизации стохастических систем / И. Е. Казаков. – М.: Наука, 1975. – 432 с.
6. Казаков, И. Е. Статистическая теория систем управления в пространстве состояний / И. Е. Казаков. – М.: Наука, 1975. – 432 с.

* Сведения об авторах:

Бабченко Александр Александрович,
Шабан Сергей Александрович,
Еромин Александр Михайлович,
Сидорович Олег Викторович,
Мороз Андрей Николаевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 22.06.2015 г.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ОРГАНИЗАЦИИ БОЕВОЙ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

УДК 621.397.1

А. Р. Бекиш, С. В. Кругликов*

В статье представлен научно-методический аппарат, основанный на построении системы целей и показателей, модели процессов и организационной структуры, позволяющий провести комплексное проектирование и оценку организации боевой работы в системах управления военного назначения.

The article deals with scientific and methodological guidance based on the construction of a balanced scorecard, business processes model and organization structure, allowing to conduct a comprehensive projecting and evaluation combat section activities organization in control systems of military destination.

Условия вооруженного противоборства постоянно сужают жесткие временные и информационные рамки цикла управления, вынуждая лиц, принимающих решения, и подчиненные им боевые расчеты работать под воздействием стресса на пике темповой и эмоциональной напряженности при высокой моральной ответственности за выполнение стоящей перед ними боевой задачи, что требует предельно четкой организации боевой работы с использованием самых современных средств автоматизации [2, 3]. Для выработки и оценки наиболее эффективного варианта организации боевой работы в системах управления военного назначения (СУ) целесообразно комплексное применение адаптированных для этого CASE-технологий (компьютерные системы поддержки проектирования сложных систем и методология их применения) и многоподходного имитационного моделирования [1, 4], что позволит преодолеть постоянно возрастающую сложность проектирования и оценки процессов управления, протекающих как в уже автоматизированных, так и в еще неавтоматизированных существующих и перспективных СУ.

Система управления создается для организации деятельности управленческого аппарата по переводу определенных объектов управления из исходного состояния в целевое. Исходя из этого, предлагается выделить основные элементы СУ, представленные на рисунке 1. Целевое состояние объектов управления задает сбалансированная система целей и показателей (ССЦП), деятельность по приведению объектов управления в требуемое состояние описывается с помощью модели процессов. Исполнители этой деятельности определяются организационной структурой.

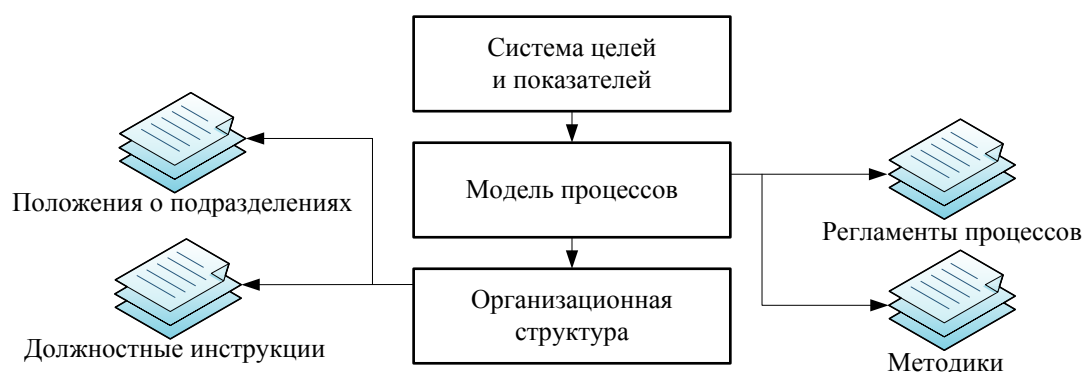


Рисунок 1. – Основные этапы разработки модели системы управления

Необходимо отметить, что при проектировании СУ должна быть соблюдена указанная на рисунке 1 соподчиненность цели, процесса деятельности и организационной структуры. Таким образом, в ходе проектирования необходимо ответить не на вопрос: «Что делает то

или иное подразделение или должностное лицо?», а на вопрос: «Что должно делаться для достижения той или иной цели и кем?».

Исходя из состава элементов СУ и их логической взаимосвязи, последовательность ее проектирования выглядит следующим образом:

1. Формулирование наивысшей цели в иерархии целей СУ.
2. Разработка стратегии ее достижения.
3. Формирование верхнего уровня системы целей и показателей.
4. Определение объектов управления.
5. Разработка модели процессов, формирование нижнего уровня системы целей и показателей.
6. Проектирование организационной структуры.
7. Формирование регламентирующей и методической документации.
8. Автоматизация СУ (при необходимости).

Существующие CASE-средства позволяют автоматизировать выполнение 3, 5–8 этапов по проектированию СУ [7, 9]. При совершенствовании СУ, модель которой уже разработана, речь может идти о ее реинжиниринге (перепроектировании) с последующей корректировкой требуемых элементов в соответствии с указанной последовательностью шагов.

Задачей СУ является перевод объектов управления из исходного состояния в конечное, необходимое для получения заданных результатов деятельности и достижения целей организации. Следует отметить, что на ранних фазах развития СУ управление некоторыми объектами не имеет большого значения, такие объекты могут не рассматриваться для упрощения проектирования СУ, но нельзя утверждать, что они в принципе отсутствуют. Система управления организации, в свою очередь, также является объектом управления, но для СУ более высокого уровня. Организация должна определять цели, проектировать процессы и организационную структуру на регулярной основе, переводя СУ из состояния «неэффективная» в состояние «эффективная».

В качестве инструмента для описания управленческой деятельности используется процессный подход к анализу и синтезу деятельности СУ, основанный на выделении составляющих эту деятельность процессов [10]. Применяемые в управлении техники и методики являются способами организации управленческих процессов. Рекомендуется сразу встраивать необходимые техники и методики в модель процессов. При разработке модели процессов СУ за основу могут быть взяты существующие модели процессов.

Разработанные элементы СУ необходимо зафиксировать в регламентирующей документации для обеспечения необходимого уровня формализации. Полученные документы используются как рабочая документация сотрудников, а также для оценки СУ. Выделяются три основных вида регламентирующей документации: регламенты процессов, положения о подразделениях, должностные инструкции. Дополнительно к перечисленным видам документации могут разрабатываться методики, формализующие алгоритмы и правила выполнения отдельных работ. Они используются в тех случаях, когда заранее известно, что при выполнении определенного вида работы руководствуются одними и теми же правилами. Методики позволяют сделать наиболее критичные и важные работы человеконезависимыми – при смене должностного лица работа будет выполняться одинаково. Также имеется возможность формирования необходимой документации в виде пользовательских отчетов требуемой формы и содержания.

Предлагаемый подход может быть использован в проекте по автоматизации СУ – в части разработки технического задания на автоматизацию и формирования руководств и инструкций лицам боевого расчета.

1. Разработка сбалансированной системы целей и показателей

Внедрение процессного подхода – это не только детальное описание и реорганизация процессов. Даже если организации удастся добиться их разовых улучшений, то со временем

эффективность опять начнет снижаться. Процессы нужно корректировать постоянно для поддержания необходимого уровня эффективности. Сделать это без адекватной решаемым задачам ССЦП для управления процессами практически невозможно [5].

При отсутствии методологии при проектировании СУ могут иметь место случаи [11], когда в СУ процессы верхнего уровня выделяются формально, а затем также некорректно (без учета реальных цепочек создания ценности, анализа материальных и информационных потоков, стратегических целей организации) конкретизируются с определением показателей для всех детальных процессов. Вследствие этого построенная система оказывается фрагментарной (в ней отсутствует ряд важнейших показателей, необходимых для управления), часть показателей являются противоречивыми (достижение одного из них исключает достижение другого), показатели не ориентированы на достижение стратегических целей организации, на ее общую результативность и эффективность.

Каждый показатель должен использоваться для принятия управленческого решения, поэтому целесообразно снижать их количество в системе показателей организации. Важно разработать ССЦП с учетом сквозных процессов СУ. Если вертикальную иерархию показателей строить без учета таких процессов, то полученная система будет отражать структурное деление СУ организации и ориентироваться на оценку деятельности функциональных подразделений. В такой системе будет отсутствовать синергия, чего не происходит, если при разработке системы показателей учитываются сквозные процессы.

При разработке ССЦП целесообразно выделить четыре основополагающие перспективы, которыми необходимо управлять: боевая задача (каких показателей эффективности боевого управления необходимо достичь, чтобы боевая задача считалась выполненной), противник (как необходимо воздействовать на противника, чтобы достигнуть требуемых показателей боевой эффективности), организация боевой работы (как организовать боевую работу, чтобы обеспечить максимально эффективное воздействие на противника), организационно-техническое обеспечение деятельности (какие должностные лица, технологии, ресурсы, информация нам необходимы, чтобы обеспечить эффективность ключевых процессов). Каждая из данных перспектив связана со стратегией и отвечает за определенные стороны деятельности организации.

Базовые принципы формирования ССЦП: разумная достаточность – ограниченный набор максимально информативных показателей; согласованность – последовательная детализация и формирование дерева взаимосвязанных целей показателей, отражающих реальные причинно-следственные связи; обратная связь – постоянный анализ информативности и корректировка структуры и состава целей и показателей; прозрачность – стратегические цели должны быть известны и понятны всем должностным лицам организации в части касающейся, за каждым должностным лицом (подразделением) закрепляются соответствующие цели, которые соотносятся со стратегией СУ и позволяют оценить влияние деятельности конкретного должностного лица (подразделения) на ее эффективность; командная работа и делегирование полномочий и ответственности; визуализация карты ССЦП с основными показателями. В условиях динамично меняющейся обстановки при изменении одного показателя следует оперативно корректировать и остальные, если это необходимо, для чего нужно максимально упростить и по возможности автоматизировать ССЦП.

Основные этапы разработки и внедрения ССЦП

1. Определение основных перспектив СУ. В большинстве случаев достаточно четырех предложенных перспектив: боевая задача, противник, организация боевой работы, организационно-техническое обеспечение деятельности.

2. Разработка стратегической карты целей и показателей по перспективам. В каждой перспективе должна быть как минимум одна цель. Цели должны быть понятными, реально измеряемыми и конкретными.

3. Разработка показателей. Показатели должны быть: значимыми (непосредственно связанными боевой задачей и стратегией СУ); ценными (измеряющими самые важные для

СУ процессы, результаты); сбалансированными (показатели должны соотноситься с другими в карте ССЦП); связанными (привязанными к объекту управления (контроля) и должностному лицу, которое несет ответственность за него); простыми (с пониманием сущности и порядка расчета показателей); актуальными (откорректированными с учетом изменений в СУ); измеримыми (с возможностью сравнить с аналогичными показателями других СУ); важными (только стратегически самыми важными).

4. Разработка плановых значений для показателей. Целесообразно сразу разделить показатели и их значения, так как показатели могут оставаться неизменными в течение долгого периода, а плановые значения подвергаются постоянной корректировке. Плановые значения должны быть прогрессивными и реально достижимыми.

5. Разработка мероприятий по достижению плановых значений.

6. Декомпозиция карты на подразделения. Необходимо все цели, показатели, плановые значения и мероприятия закрепить за конкретными должностными лицами, подразделениями.

7. Внедрение ССЦП в систему оценки деятельности и мотивации. Система материальной и нематериальной мотивации должна быть тесно связана со степенью ответственности и реальными полномочиями каждого сотрудника.

2. Разработка модели процессов управления

Постоянное совершенствование организации деятельности в СУ требует разработки новых технологий и приемов ведения работы, повышения качества конечных результатов деятельности и внедрения новых, более эффективных методов управления, на основе процессного подхода.

Процесс – это логичный, последовательный, взаимосвязанный набор мероприятий, который потребляет ресурсы организации, создает ценность и выдает результат. Среди основных причин, побуждающих оптимизировать процессы в СУ, можно выделить необходимость снижения затрат или длительности цикла управления требованиями, предъявляемые высшим органом управления и государством, внутриорганизационные противоречия и др.

Моделирование процессов – это метод, позволяющий дать оценку текущей деятельности в СУ по отношению к требованиям, предъявляемым к его функционированию, управлению, эффективности, конечным результатам деятельности и степени выполнения задач по предназначению [9].

Моделирование процессов затрагивает многие аспекты деятельности в СУ: изменение организационной структуры, оптимизацию функций подразделений и сотрудников, перераспределение прав и обязанностей руководителей, изменение внутренних нормативных документов и технологии проведения операций, новые требования к автоматизации выполняемых процессов и т. д.

Целью моделирования процессов является систематизация знаний о СУ и ее процессах в наглядной графической форме, более удобной для аналитической обработки полученной информации. Модель должна отражать структуру процессов управления, детали их выполнения и последовательность преобразования информационных и материальных потоков.

Главное достоинство идеи анализа и оценки процессов управления посредством создания и исследования его модели – ее универсальность. Во-первых, моделирование процессов – это ответ практически на все вопросы, касающиеся совершенствования деятельности в СУ и повышения ее эффективности. Во-вторых, руководитель или руководство, внедрившие у себя конкретную методологию, будут иметь информацию, которая позволит самостоятельно совершенствовать СУ и прогнозировать ее развитие в перспективе.

Моделирование процессов структурное и детальное [6]. Структурное моделирование процессов организации может выполняться в нотации IDEF0

с инструментарием Business Studio, BPwin или на языке UML с использованием инструментария Rational Rose. Детальное моделирование более удобно выполнять на языке UML.

На этапе структурного моделирования должны быть отражены:

структура процессов, отражающая их иерархию от более общих групп к частным процессам;

документы и иные сущности, используемые при описании моделируемых процессов;

существующая организационная структура;

диаграммы взаимодействия для конечных процессов, отражающие последовательность создания и перемещения документов (данных, материалов, ресурсов и т. п.) между действующими должностными лицами.

Детальное моделирование процессов, как правило, выполняется в той же модели. Оно должно отображать требуемую детализацию и обеспечивать однозначное представление о деятельности в СУ. Детальная модель процесса состоит:

из набора прецедентов, отражающих возможные варианты выполнения процессов («как есть»);

диаграммы действий, детально описывающей последовательность выполнения процессов;

диаграммы взаимодействия, отражающей схемы документооборота.

Подготовленная модель должна быть согласована с архитекторами и ведущими программистами, которые подтверждают, что структура процессов понятна. В случае, если после построения моделей согласование не было достигнуто, в модель должны быть внесены необходимые уточнения и коррективы. Данный процесс (согласование, внесение коррективов и уточнений) должен повторяться до момента полного подтверждения, что модель понятна и однозначно представляет детали процессов.

Под методологией (нотацией) создания модели (описания) процесса понимается совокупность способов, с помощью которых объекты реального мира и связи между ними представляются в виде модели [8]. Методология моделирования процессов включает три основные составляющие: теоретическую базу, описание шагов, необходимых для получения заданного результата, и рекомендации по использованию ее как отдельно, так и в составе группы методик. Моделирование процессов можно выполнять с применением различных подходов, методологий, нотаций и инструментальных средств в зависимости от требований к модели в каждом конкретном случае. Такие требования определяются процессом создания системы автоматизации в целом, в рамках которого проводится моделирование предметной области. Этот процесс определяет, каким образом будет строиться, уточняться и использоваться модель.

Процесс создания (совершенствования) СУ часто оказывается итеративным, т. е. модель должна допускать последовательные уточнения, а также должна быть устойчивой к изменениям предметной области. Другими словами, она должна быть организована таким образом, чтобы при изменениях предметной области изменялся только некоторый минимально необходимый набор элементов модели. Более того, модель сама должна быть инструментом реорганизации процессов в рамках создания системы автоматизации.

Выбор методологий моделирования процессов должен базироваться на понимании их возможностей и недостатков, а также целей использования создаваемых моделей процессов. С учетом целей описания процессов определяют требования к их детализации, что, в свою очередь, оказывает прямое влияние на трудозатраты, сроки и стоимость работ по моделированию.

Если целью формализации процессов является последующая автоматизация, то необходимо строить модели в нотациях и средствах моделирования, рекомендуемых для тех систем, которые планируется внедрять. У многих крупных разработчиков ИТ-решений в линейке продуктов есть соответствующие средства для моделирования процессов, в свою очередь, многие независимые разработчики средств моделирования обеспечивают средства

конвертации моделей в форматы для использования внешними информационными системами. Учет этих моментов на раннем этапе позволит на выходе достичь лучшего понимания описанных процессов участниками будущего проекта автоматизации и сэкономить время на перерисовке одних и тех же процессов в разных нотациях и средствах моделирования. Если целью является серьезная оптимизация процессов, то описывать их лучше сразу в системе, обеспечивающей возможности анализа, симуляции и оптимизации процессов. В качестве примера такой недорогой (относительно зарубежных аналогов) системы можно привести российскую разработку **Business Studio**.

В практике аналитического моделирования принято говорить о сквозных процессах, «пронизывающих» всю СУ, пересекающих границы нескольких структурных подразделений. Такие процессы, на первый, взгляд кажутся монолитными, но на деле они оказываются фрагментированными, т. е. распадаются на сеть взаимодействующих подпроцессов. И этому есть несколько причин. Во-первых, часто требуется выделить повторно используемые компоненты для упрощения разработки и сопровождения всей системы. Во-вторых, модель процесса, которая не уместится на одном стандартном листе, кажется управленцам малопонятной и сложной для анализа, поэтому аналитики объединяют операции в группы, формируя подпроцессы. Но поскольку критерии синтеза подпроцессов отсутствуют, аналитику трудно понять, по какому принципу надо объединять операции в модули, которые выносятся на верхний уровень.

Сквозные процессы на практике могут разделиться на сеть взаимодействующих подпроцессов, что может вызвать ошибки при проектировании архитектуры, усложняющие анализ работы организации и затрудняющие управление процессами.

В настоящее время нет данных о методиках проектирования архитектуры процесса, и, как следствие, аналитики либо изображают сквозные процессы как монолитные и не выделяют подпроцессов, либо наоборот, неоправданно дробят их на модули, которые не могут быть использованы повторно. Однако плохо структурированный процесс часто скрывает важное, показывая второстепенное. Правильно спроектированная архитектура помогает сократить число рассматриваемых процессов и улучшает управляемость ими. В случае создания исполняемой модели процесса ошибка при проектировании его архитектуры сделает работу невозможной.

Ответы на вопросы о критериях декомпозиции сквозного процесса на подпроцессы и механизмах связывания подпроцессов в цепочку помогут аналитику правильно проектировать архитектуру процесса, сделав его работу менее субъективной, превратив ее в инженерную деятельность. Часто сквозные процессы делят на модули, исполняемые целиком внутри организационных единиц компании, – их называют процессами подразделения. Такой способ локализации процесса в рамках одного структурного подразделения свойственен функциональному подходу к управлению и может противоречить основной цели моделирования – переходу к процессному управлению.

Чтобы сделать схему процесса читаемой и понятной, предлагается создавать иерархическую модель, где верхний уровень дает самое общее представление о ходе исполнения процесса, а все детали исполнения «спрятаны» на нижних уровнях. Однако невыясненным остается вопрос, как построить иерархию процесса, раскрывая его сверху вниз [12].

В качестве критерия разделения сквозного процесса на цепочку взаимодействующих подпроцессов ряд авторов советуют анализировать выходы одного этапа процесса и входы следующего. Действительно, если вход и выход соотносятся как 1:1, то процесс можно рассматривать как монолитный, но если соотношение имеет вид 1: M или M :1, то это свидетельствует о разделении процесса на подпроцессы. Однако на сегодняшний день нет общепринятого правила, как именно необходимо делить сквозной процесс на подпроцессы, и при отсутствии системного подхода аналитики полагаются на интуицию, а не на методологию и, как следствие, многие модели содержат ошибки.

Поскольку процесс оперирует одним или несколькими информационными объектами, для деления сквозного процесса на подпроцессы необходимо их выделить. Один из них будем называть основным, если он является ключевым для данного процесса, связывает вход и выход процесса, а также может содержать либо ссылаться на другие информационные сущности. Если объект является ключевым для процесса, то это означает, что он фиксирует результат исполнения очередной операции, отдельного этапа или всего процесса целиком и передает его на вход следующей операции, этапа или процесса. Тем самым он связывает выходы и входы. Вспомогательными будем называть остальные информационные объекты, которые фиксируют изменения данных, но не результат выполнения операций.

Объект управления играет роль переменной состояния, определяющей статус всей системы в данный момент времени, – его движение будем трактовать как поток управления, где прибытие определяет начало исполнения соответствующей операции. Будем выделять совокупность смежных работ, ссылающихся на один и тот же документ или информационную сущность, которую можно трактовать как объект управления. Таким образом, мы разобьем сквозной процесс на фрагменты, каждый со своим объектом управления.

Одно иницирующее стартовое событие процесса должно создавать один отклик на его выходе. Будем иметь в виду, что каждый результат на выходе процесса должен быть индивидуально идентифицируем, чтобы можно было посчитать количество объектов, обработанных за определенный интервал времени. Если предположить, что одно входное воздействие может сгенерировать несколько выходных, то следует допустить, что их число может оказаться неисчислимо большим и результат не сможет быть подсчитан. Конечно, можно представить процесс, который на одно входное воздействие будет генерировать выходной сигнал с определенной периодичностью, однако это не входит в задачу моделирования процесса – скорее, программирования конечного автомата.

Ограничимся рассмотрением процессов, генерирующих только один выход на каждое входное воздействие. Если аналитик сталкивается с ситуацией, когда один вход генерирует несколько выходов, то он может с уверенностью считать, что при исполнении меняется объект управления, а один процесс порождает несколько подпроцессов, которые в сумме создают необходимое число выходов.

Для выявления фрагментации процесса аналитик должен следить за основным информационным объектом – его смена свидетельствует о разделении сквозного процесса на подпроцессы. Чтобы обнаружить фрагментацию процесса, аналитик должен внимательно следить за основным информационным объектом, через который передаются результаты между этапами, – смена основного информационного объекта является сигналом о возможной фрагментации. Затем аналитик должен проанализировать отдельные потоки управления. Перегруппировка потоков обязательно приводит к фрагментации, процесс разделяется на цепочку взаимодействующих подпроцессов. Таким образом, смена объекта управления есть необходимое условие разделения процессов, а перегруппировка – достаточное условие. Следовательно, выделение объектов управления и анализ связей между ними помогают разделить процесс на подпроцессы и правильно организовать их взаимодействие.

Сквозной процесс разделен на подпроцессы с ориентировкой на смену объекта управления, однако получившиеся в результате подпроцессы могут оказаться достаточно большими и может возникнуть потребность в их повторной декомпозиции на более мелкие фрагменты. Будем считать, что у процесса есть только один объект управления. Рассмотрим алгоритм разбиения, выделив основные этапы жизненного цикла объекта управления.

Декомпозиция процесса по этапам жизненного цикла объекта управления позволяет расположить этапы исполнения в естественном порядке следования. Они связаны безусловными переходами и образуют основной сценарий исполнения процесса, который не предполагает показывать альтернативные маршруты и варианты ветвления. Следующий шаг – уточнение модели: расширение – добавление в основной сценарий пропущенных

вариантов исполнения и углубление – детализация каждого из подпроцессов. Можно оформить каждый этап как подпроцесс, тогда основной сценарий будет изображаться цепочкой подпроцессов, связанных безусловными переходами.

Часто имеют место ситуации, когда работы, образующие этап, выполняются в рамках структурного подразделения, и при этом одна операционная функция может быть представлена как подпроцесс, который описывает взаимодействие сотрудников, выполняющих эту операцию. Он включает выбор исполнителя, возложение поручения, координацию работы и т. д.

Далее необходимо изобразить организационное взаимодействие сотрудников внутри подразделения. Это нужно для координации и управления операционной подсистемой и заключается в воздействии на других людей в целях организации их совместной деятельности. На схеме процесса очень важно детально отобразить организационные функции участников – от четкости их исполнения зависит качество результата и показатели его достижения. Данный тип взаимодействия подвержен частым изменениям – например, вновь пришедший начальник по-своему организует работу подчиненных. Набор организационных функций фиксирован, при реорганизации они не исчезают, но могут перераспределяться между участниками. Например, вначале руководитель вручную распределял задачи между сотрудниками, а после внедрения информационной системы диспетчеризация осуществляется автоматически. Таким образом, автоматизация не изменяет набора функций, но может передавать их исполнение информационной системе.

Если изображать организационное взаимодействие на схемах верхнего уровня, то любая реорганизация приведет к глобальному изменению моделей, поэтому будем моделировать организационное взаимодействие на схемах нижнего уровня, и тогда изменения окажутся локальными. Чтобы избежать использования на схеме процесса названия должностей или фамилий сотрудников, что привяжет модель к конкретной организации, целесообразно использовать абстрактные организационные роли участников процессов.

Предложенные критерии и метод последовательной декомпозиции процесса, предполагающий выделение объектов управления, рассмотрение этапов жизненного цикла каждого из объектов и выделение функций организационного взаимодействия участников, позволяют создать иерархическую модель, на верхнем уровне которой имеется самое общее представление о ходе процесса, а все детали «спрятаны» на нижних. Предлагаемые критерии объективны и измеряемы, что исключает субъективность при их применении. Полученная модель оказывается удобной для анализа разными категориями пользователей: управление видит суть процесса, изучая диаграммы верхнего уровня; эксперты предметной области смогут разобраться в подробностях, используя детализацию; разработчики найдут важные подробности на диаграммах нижнего уровня. Такая архитектура процесса максимально защищает модель от возможных модификаций, поскольку локализует изменения рамками соответствующего подпроцесса. Она помогает увидеть сходство разных процессов и свести их к единому сценарию, что улучшает управление. Подпроцессы нижнего уровня оказываются повторно используемыми, а модульная архитектура процесса – удобной при автоматизации процессов управления.

3. Моделирование организационной структуры

Одним из основных элементов совершенствования СУ наряду с разработкой системы целей и показателей, модели процессов управления является разработка эффективной организационной структуры. Организационное моделирование – процесс упорядочения организационно-структурных характеристик СУ для достижения или улучшения их адаптивности, результативности и эффективности. Решение о разработке новой организационной структуры (ОС) СУ принимается тогда, когда действующая структура уже неэффективна и ставится задача создания такой структуры управления, которая бы наиболее полно соответствовала целям и задачам системы. Вновь созданная ОС должна наилучшим

образом позволять системе взаимодействовать с внешней средой, продуктивно распределять и направлять усилия должностных лиц и, таким образом, удовлетворять требованиям государства и достигать своих целей с высокой эффективностью.

Специфика проблемы формирования ОС СУ состоит в том, что она не может быть формализована в виде задачи выбора наилучшего варианта ОС по четко сформулированным критериям оптимальности [13]. Эта проблема может быть решена на основе сочетания научных методов с субъективной деятельностью ответственных руководителей, специалистов и экспертов по выбору и оценке наилучших вариантов организационных решений. Процесс формирования ОС состоит из трех основных этапов.

Первый этап – анализ существующей ОС, в ходе которого устанавливается, насколько эта структура рациональна с точки зрения разработанных оценочных критериев, характеризующих ее эффективность. В результате анализа можно выявить «узкие» места в организации работы СУ. К ним могут быть отнесены большая звенность управления, параллелизм в работе, отставание в развитии организационной структуры от изменений, происходящих во внешней среде.

Второй этап – проектирование ОС на основе комплексного использования следующих основных методов:

метод аналогий предполагает определение возможностей и ограничений использования опыта проектирования ОС в аналогичных организациях;

экспертный метод базируется на изучении предложений экспертов, которые могут сами спроектировать варианты ОС либо оценить (провести экспертизу) структуры, разработанные другими проектировщиками;

структуризация целей предусматривает совмещение имеющейся системы целей и показателей СУ с разрабатываемой ОС. В этом случае ОС СУ строится на основе системного подхода, который проявляется в форме графических описаний данной структуры с качественным и количественным анализом и обоснованием вариантов ее построения и функционирования;

организационное моделирование представляет собой разработку формализованных математических, графических, программных и других отображений распределения полномочий и ответственности в организации, являющихся базой для построения, анализа и оценки различных вариантов организационных структур по взаимосвязи их переменных.

В процессе проектирования структуры управления организацией решаются, как правило, следующие задачи: определение типа структуры управления; уточнение состава и количества подразделений по уровням управления; численность командно-управленческого персонала; характер соподчиненности между звеньями организации; расчет затрат на содержание аппарата управления. В конечном счете для каждого структурного подразделения устанавливаются управленческие функции, потоки информации, взаимосвязи и документооборот, полномочия, ответственность и права подразделений и работников.

Вместе с тем при проектировании новой организационной структуры управления необходимо учитывать требования, предъявляемые к таким структурам, и принципы их построения.

Организационные структуры должны удовлетворять следующим требованиям:

оптимальности – структура управления признается оптимальной, если между звеньями и ступенями управления на всех уровнях устанавливаются рациональные связи при наименьшем числе ступеней управления;

оперативности – суть данного требования состоит в том, чтобы за период от принятия решения до его исполнения в управляемой системе не успели произойти необратимые отрицательные изменения, при которых реализация принятых решений уже не нужна;

надежности – структура аппарата управления должна гарантировать достоверность передачи информации, не допускать искажения управляющих команд и других передаваемых данных, обеспечивать бесперебойность связи в системе управления;

экономичности – задача состоит в том, чтобы нужный эффект от управления достигался при минимальных затратах на управленческий аппарат. Критерием этого может служить соотношение между затратами ресурсов и полезным результатом;

гибкости, т. е. способности изменяться в соответствии с изменениями внешней среды; *устойчивости* структуры управления, т. е. неизменности ее основных свойств при различных внешних воздействиях и целостности функционирования СУ и ее элементов.

Совершенство организационной структуры управления во многом зависит от того, насколько при ее разработке соблюдались принципы проектирования СУ. Основные из них можно сформулировать следующим образом:

целесообразное число звеньев управления и максимальное сокращение времени прохождения информации от высшего руководителя до непосредственного исполнителя;

четкое обособление составных частей организационной структуры (состава ее подразделений, потоков информации и пр.);

обеспечение способности к быстрой реакции на изменения в управляемой системе;

предоставление полномочий на решение вопросов тому подразделению, которое располагает наибольшей информацией по данному вопросу;

приспособление отдельных подразделений аппарата управления ко всей системе управления организацией в целом и к внешней среде в частности.

Следует иметь в виду, что в различных системах управления (с учетом специфики их работы) используются и другие принципы построения, наиболее полно отражающие особенности их функционирования.

Третий этап – оценка эффективности ОС и ее регламентация. Оценка эффективности ОС проводится в целях выбора наиболее рационального варианта структуры или способа ее совершенствования. Степень совершенства ОС проявляется в быстроедействии системы управления организацией и высоких конечных результатах ее работы. Оценка эффективности управления может быть произведена по степени реализации задач управления, надежности и организованности системы управления, скорости и оптимальности принимаемых управленческих решений. Отдельные параметры эффективности организационной структуры можно определить с использованием ряда коэффициентов. Регламентация ОС предусматривает разработку количественных характеристик аппарата управления и процедур управленческой деятельности.

Критерием эффективности мероприятий по совершенствованию ОС служит возможность более полного и стабильного достижения установленных целей или сокращения затрат на управление.

Таким образом, предложенный научно-методический аппарат создает основу для решения комплексной задачи анализа, оценки и совершенствования существующих и проектирования перспективных СУ с использованием CASE-технологий. Следующим этапом исследования модели СУ является многоподходное имитационное моделирование, которое позволит на основе комплексного использования таких современных подходов, как системная динамика, дискретно-событийное и мультиагентное моделирование, произвести оптимизационные эксперименты с разработанной с использованием CASE-технологий моделью в динамике, что позволит избежать возможных сложностей перед практическим внедрением разработанной модели организации боевой работы в реальную СУ. Разработанная и утвержденная соответствующими руководителями модель СУ также может быть использована: для системной регламентации деятельности, при которой при внесенных изменениях в работу СУ корректируется и ее модель, после чего производится оперативная рассылка необходимой документации путем ее экспорта из модели как в бумажном, так и в электронном варианте с размещением на информационном сетевом ресурсе организации (при его наличии); для ускорения вхождения в должность при подготовке и обучении новых сотрудников; в проекте по автоматизации СУ; для оперативного управления деятельностью организации и контроля за основными целевыми показателями в соответствии с уровнем доступа и др. В итоге вся работа по проектированию СУ сводится к выработке направлений

по ее совершенствованию, что относится к числу важнейших средств повышения эффективности решения задач управления в системе.

Список литературы

1. Бекиш, А. Р. Подход к моделированию индивидуальной и групповой операторской деятельности с использованием CASE-технологий / А. Р. Бекиш, С. В. Кругликов // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2012. – № 22. – С. 30–37.
2. Кругликов, С. В. Автоматизация процессов организационного управления силами и средствами: моногр. / С. В. Кругликов. – Минск: ВА РБ, 2007. – 229 с.
3. Кругликов, В. В. Адаптивное управление зенитным ракетным оружием: моногр. / В. В. Кругликов, С. В. Кругликов. – Минск: ВА РБ, 2013. – 388 с.
4. Кругликов, В. В. Теория организационного управления: моногр. / В. В. Кругликов, С. В. Кругликов. – Минск: ВА РБ, 2010. – 288 с.
5. Войнов, И. В. Моделирование экономических систем и процессов. Опыт построения ARIS-моделей: моногр. / И. В. Войнов, С. Г. Пудовкина, А. И. Телегин. – Челябинск: ЮУрГУ, 2002. – 392 с.
6. Волков, О. Стандарты и методологии моделирования бизнес-процессов / О. Волков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.connect.ru/article.asp?id=5710>. – Дата доступа: 14.04.2015.
7. Калянов, Г. Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов / Г. Н. Калянов. – М.: Финансы и статистика, 2006.
8. Менеджмент процессов: пер. с нем. / Й. Беккера [и др.]. – М.: Эксмо, 2007. – 384 с.
9. Пинаев, Д. Моделирование бизнес-процессов: доступно о сложном / Д. Пинаев, Д. Веретенников. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://old.e-xecutive.ru/publications/aspects/newfolder5845/article_5915. – Дата доступа: 16.04.2015.
10. Репин, В. В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. В. Репин, В. Г. Елиферов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 51 с.
11. Сооляттэ, А. Ю. Цепочка создания ценности – основа для построения сети бизнес-процессов компании / А. Ю. Сооляттэ, В. В. Репин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.finexpert.ru/view/tsepochka_sozdaniya_seti_biznes_protsestsoff_kompanii/295. – Дата доступа: 16.04.2015.
12. Федоров, И. Г. Системный подход к выявлению бизнес-процессов методом «сверху вниз» / И. Г. Федоров // Прикладная информатика. – 2012. – № 5 (41). – С. 5–13.
13. Чумаченко, Н. Г. Проектирование организационных структур управления производством / Н. Г. Чумаченко. – Киев: Навук. думка, 1979. – 260 с.

*Сведения об авторах:

Бекиш Александр Романович,
Кругликов Сергей Владимирович,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 03.06.2015 г.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОБОСНОВАНИЯ БОЕВЫХ ПОРЯДКОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТАКТИЧЕСКОЙ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ ОБОРОНЫ

УДК 623.764

О. В. Воронин, И. Г. Денисенко, С. В. Потетенко *

В статье предложен усовершенствованный научно-методический аппарат обоснования местоположения основных элементов боевого порядка – тактико-огневых подразделений и радиолокационной станции командного пункта формирования тактической противоракетной обороны крупного административно-промышленного центра, позволяющий максимально реализовать боевые возможности формирования.

In article the advanced scientifically-methodical device a substantiation site of basic elements of a fighting order – taktiko-fire divisions is offered and radar station command point formation of tactical antimissile defence large is administrative-industrial centre, allowing as much as possible to use fighting possibilities formation.

Опыт локальных войн и вооруженных конфликтов последних десятилетий (Афганистан, Ирак) свидетельствует о реализации странами НАТО концепций выполнения поставленных задач массовым применением беспилотных высокоточных средств поражения, в том числе оперативно-тактических и тактических баллистических ракет (ОТ и ТБР) в обычном снаряжении. Современные баллистические ракеты стали эффективным средством поражения избирательных точечных объектов, размещенных в границах административно-промышленного центра (АПЦ). Основными целями ударов ОТ и ТБР являлись объекты системы государственного и военного управления, промышленно-экономические предприятия, коммуникации и другие элементы системы жизнеобеспечения населения. Косвенными целями ударов этими средствами воздушного нападения является население, что подтверждается в настоящее время в Украине и Израиле [1]. Это предопределяет актуальную необходимость организации защиты наиболее крупных АПЦ нашего государства.

Мировой опыт и практика организации защиты объектов и войск, под которой, как правило, понимается тактическая противоракетная оборона (ПРО) от ударов противника ОТ и ТБР, показывают, что наиболее эффективная оборона от этих средств воздушного нападения может быть обеспечена на основе комплексного применения сил и средств видов и родов войск, включающих средства разведки (в том числе и космические), автоматические и автоматизированные системы управления, средства огневого поражения ОТ и ТБР в районах их базирования (уничтожения СПУ) и на траекториях полета [2]. Однако основу тактической ПРО объектов (государства) составляют универсальные зенитные ракетные (ЗРК) или специализированные противоракетные (ПРК) комплексы, способные поражать баллистические цели (БЦ) противника в полете [2, 3]. Зенитную ракетную воинскую часть, выполняющую задачу по защите объекта (объектов, войск) от ОТ и ТБР, будем считать *формированием тактической ПРО объектов (войск)*.

Анализ факторов и условий, влияющих на эффективность ведения боевых действий зенитными ракетными формированиями в условиях нанесения удара противником ОТ и ТБР, рассмотрен в предыдущих публикациях авторов [4, 5] и показывает, что одним из недостатков существующего научно-методического аппарата (НМА) обоснования вопросов организации тактической ПРО являются недостаточная полнота учета факторов и условий, наиболее существенно влияющих на целесообразное размещение тактико-огневых (ТОП) и радиолокационных подразделений в боевом порядке формирования тактической ПРО [6]. Для обоснования местоположения ТОП и радиолокационной станции (РЛС) командного пункта (КП) авторами усовершенствован научно-методический аппарат обоснования боевого порядка формирования тактической ПРО крупного АПЦ. Общий подход основан на определении рационального местоположения ТОП и РЛС КП исходя из возможных вариантов ракетного удара противника и боевой задачи, поставленной формированию.

Варианты ракетного удара противника ОТ и ТБР определяются по факту известности местоположения и количества позиций (позиционных районов) СПУ ракет:

при известном местоположении позиции (позиционного района) СПУ ОТ и ТБР противника;

при известном местоположении нескольких позиций (позиционных районов) СПУ ОТ и ТБР противника;

при неизвестном местоположении позиций (позиционных районов) СПУ ОТ и ТБР противника.

Варианты боевой задачи по защите АПЦ от ударов противника ОТ и ТБР зависят от состава сил и средств, выделенных на его оборону:

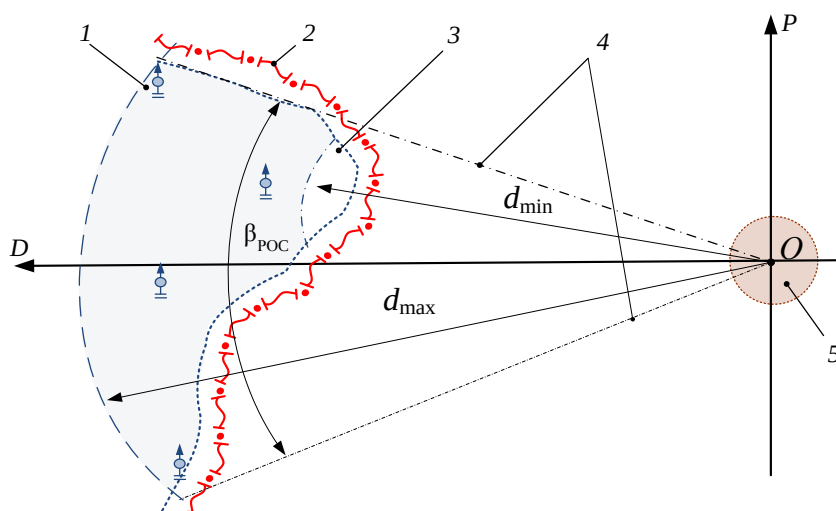
защита АПЦ от ударов противника ОТ и ТБР при организации круговой ПВО АПЦ своими силами и средствами;

защита АПЦ от ударов противника ОТ и ТБР в составе зенитной ракетной группировки ПВО или своими силами и средствами при организации обороны АПЦ преимущественно от ударов БЦ.

Для оценки позиционных районов СПУ ОТ и ТБР противника, объекта обороны, элементов боевого порядка формирования тактической ПРО и их взаимного размещения используется местная прямоугольная система координат. За начало координат этой системы принимаем центр приведенного объекта обороны. Ось OD направлена на район размещения СПУ ОТ и ТБР противника, ось OH направлена вертикально вверх, а ось OP – перпендикулярна оси OD .

При расположении СПУ ОТ и ТБР противника на нескольких позициях (позиционных районах) или при неизвестном местоположении СПУ ОТ и ТБР осью OD является биссектриса ракетопасного сектора (β_{POC}), предопределяемого усредненными радиусами позиций (позиционных районов) СПУ ОТ и ТБР и направлениями на их крайние позиции (районы) относительно центра объекта обороны.

При неизвестном местоположении СПУ ОТ и ТБР определяется *район вероятного размещения СПУ*, границы которого формируются минимальной ($d_{\min}$) и максимальной ($d_{\max}$) дальностями полета ОТ и ТБР и нормативным удалением СПУ от линии боевого соприкосновения. Граничными точками указанного района будут являться точки пересечения линий, соответствующих нормативному удалению СПУ от линии боевого соприкосновения (ЛБС) и радиусам, равным минимальной и максимальной дальностям полета ОТ и ТБР, проведенным от центра приведенного объекта обороны (рисунок 1).



1 – предполагаемый район размещения СПУ ОТ и ТБР; 2 – линия боевого соприкосновения,
3 – нормативное удаление СПУ ОТ и ТБР; 4 – границы ракетоопасного сектора;
5 – приведенный объект обороны

**Рисунок 1. – Формализованное представление района вероятного размещения СПУ ОТ и ТБР
(вариант)**

Минимальное удаление СПУ ОТ и ТБР от точки прицеливания определяется исходя из минимально возможного размещения СПУ, исключающего нанесение противостоящей

стороной огневого поражения СПУ, или по реализуемой дальности полета ОТ и ТБР при полете по минимально настильной (пологой) или максимально навесной (крутой) траектории:

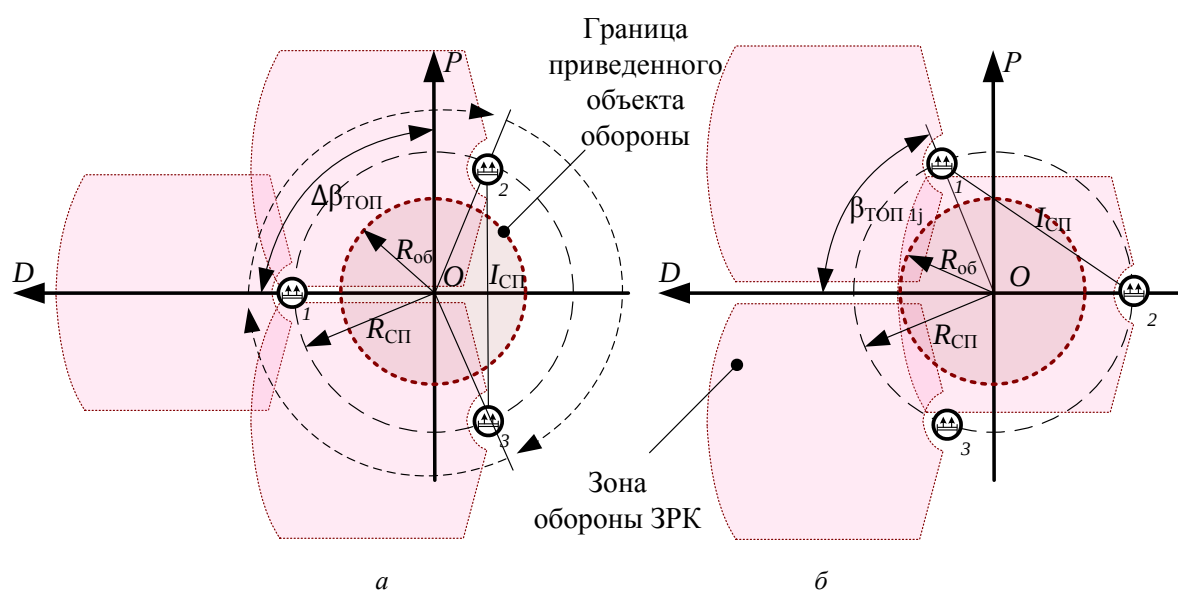
$$d_{\text{СПУ min}} = \begin{cases} d_{\text{СПУ}} + d_{\text{ЛБС}} & \text{при } d_{\text{СПУ}} + d_{\text{ЛБС}} > d_{\text{min}}; \\ d_{\text{min}} & \text{при } d_{\text{СПУ}} + d_{\text{ЛБС}} \leq d_{\text{min}}, \end{cases}$$

где $d_{\text{СПУ}}$ – нормативное удаление СПУ ОТ и ТБР от линии боевого соприкосновения;
 $d_{\text{ЛБС}}$ – удаление обороняемого объекта от ЛБС;
 d_{min} – минимальная дальность полета ОТ и ТБР.

Сущность подхода к выбору боевой позиции ТОП при известном местоположении СПУ ОТ и ТБР и организации круговой ПВО АПЦ (войск) силами и средствами формирования тактической ПРО заключается в следующем:

определяются удаления боевых позиций ТОП от центра ($R_{\text{СП}}$) приведенного объекта обороны при равных интервалах между ними ($I_{\text{СП}}$) из расчета нахождения первого ТОП перед объектом обороны на линии направления на позицию (позиционный район) СПУ ОТ и ТБР (рисунок 2, а);

при неизменном удалении боевых позиций ТОП от центра (границ) приведенного объекта обороны смещением позиции каждого ТОП выявляются направления на ТОП от центра объекта, при котором достигается максимальная степень прикрытия территории АПЦ (войск) от ударов ОТ и ТБР противника (рисунок 2, б);



а – расположение ТОП при нахождении первого ТОП перед объектом обороны на линии, характеризующей направление на позицию (позиционный район) СПУ ОТ и ТБР;
 б – расположение ТОП при максимальной степени прикрытия от ударов ОТ и ТБР противника

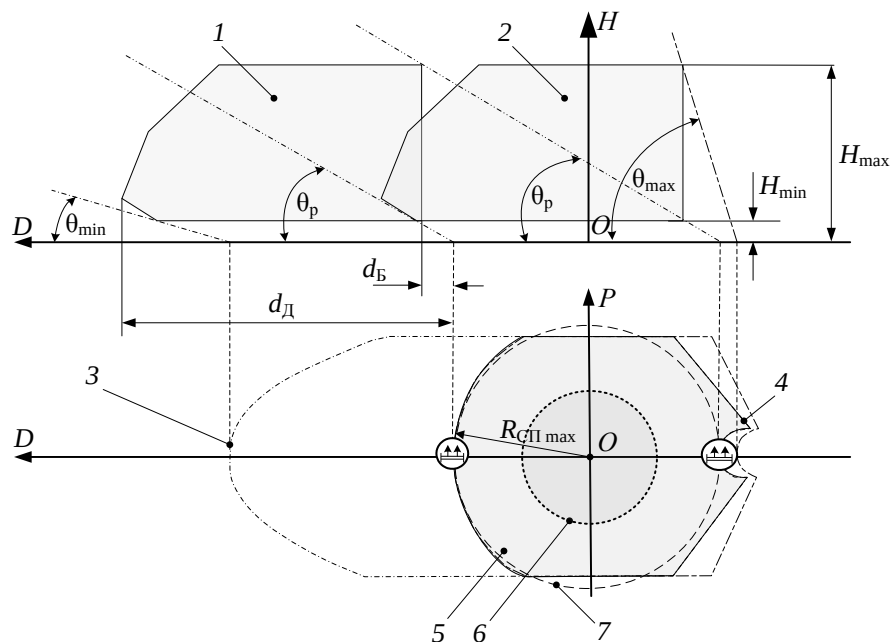
Рисунок 2. – Расположение ТОП формирования тактической ПРО при организации круговой ПВО АПЦ (вариант)

по минимальному и максимальному углам падения БЦ определяются границы зон обороны ЗРК и выявляется возможный диапазон углов падения БЦ относительно объекта обороны;

рассчитывается разграничительный угол (θ_p), делящий упомянутый диапазон на поддиапазоны углов падения баллистических целей, назначаемых для уничтожения соответствующими ТОП, размещаемыми перед и за объектом обороны, причем ТОП, располагаемым перед объектом обороны, назначаются для поражения средства воздушного

нападения, траектории полета которых лежат в поддиапазоне от минимального до разграничительного углов падения, а ТОП, располагаемым за объектом обороны, – цели, углы падения которых лежат в поддиапазоне от разграничительного до максимального;

определяется максимальное удаление ТОП ($R_{СП\max}$) от центра объекта обороны и уточняются полученные ранее параметры, характеризующие местоположение ТОП, с таким расчетом, чтобы обобщенная зона обороны ЗРК перекрывала размеры объекта обороны, а величина тыльной границы зоны обороны ЗРК, расположенных перед объектом обороны, равнялась величине передней границы зоны обороны ЗРК, расположенных за объектом обороны (рисунок 3).



1 – зона поражения ЗРК, расположенного перед объектом обороны; 2 – зона поражения ЗРК, расположенного за объектом обороны; 3 – зона обороны ЗРК, расположенного перед объектом обороны; 4 – зона обороны ЗРК, расположенного за объектом обороны; 5 – обобщенная зона обороны ЗРК; 6 – граница приведенного объекта обороны; 7 – максимальное удаление ТОП от центра объекта обороны

Рисунок 3. – Расположение двух ТОП при разграничении диапазона вероятных углов падения ОТ и ТБР противника, назначаемых для уничтожения ТОП формирования тактической ПРО крупного АПЦ

Параметры боевого порядка формирования позволяет определить известная методика [7]. При заданном (располагаемом) количестве ТОП и фиксированных значениях интервалов между ними ($I_{СП}$), установленных с учетом наиболее вероятных действиях противника, удаления боевых позиций ТОП от центра ($R_{СП\max}(I_{СП})$) приведенного объекта обороны рассчитаны по выражению

$$R_{СП\max}(I_{СП}) = \begin{cases} \frac{I_{СП}}{2 \sin \pi / N_{ЗРК\text{ Ф ТПРО}}} & \text{при } N_{ЗРК\text{ Ф ТПРО}} > 1 \text{ и } \frac{I_{СП}}{2 \sin \pi / N_{ЗРК\text{ Ф ТПРО}}} > R_{об}; \\ R_{об} & \text{при } N_{ЗРК\text{ Ф ТПРО}} = 1 \text{ и } \frac{I_{СП}}{2 \sin \pi / N_{ЗРК\text{ Ф ТПРО}}} \leq R_{об}, \end{cases}$$

где $N_{ЗРК\text{ Ф ТПРО}}$ – количество выделенных (назначенных) ЗРК определенного типа в формировании тактической ПРО для осуществления обороны АПЦ от ударов ОТ и ТБР противника;

$R_{об}$ – радиус приведенного объекта обороны.

Относительно местоположения каждой позиции ТОП, центра приведенного объекта обороны и оси OD определяются соответствующие углы ($\beta_{ТОП\ k}$) в диапазоне от рассчитанного

местоположения до местоположения следующей позиции с шагом, достаточным для тактических расчетов (к примеру, в 1 град):

$$\beta_{\text{ТОП } ks} = \Delta\beta_{\text{ТОП}}(k-1)s,$$

где $\beta_{\text{ТОП } ks}$ – угол, образуемый осью OD , центром приведенного объекта обороны и направлением на центр позиции k -го ТОП при s смещении позиции;

$\Delta\beta_{\text{ТОП}}$ – угол между соседними ТОП и центром приведенного объекта обороны, рассчитываемый как

$$\Delta\beta_{\text{ТОП}} = \frac{2\pi}{N_{\text{ЗРК ФТПРО}}}.$$

Координаты центра позиции k -го ТОП при ее s смещении определяются как:

$$d_{\text{ТОП } ks} = R_{\text{СП}} \cos \beta_{\text{ТОП } ks};$$

$$p_{\text{ТОП } ks} = R_{\text{СП}} \sin \beta_{\text{ТОП } ks}.$$

Степень прикрытия формированием тактической ПРО АПЦ от ударов ОТ и ТБР противника ($K_{\text{пр } s}$) для каждого варианта расположения ТОП при s смещении их позиций определяется по выражению

$$K_{\text{пр } s}(d_{\text{ТОП } ks}, p_{\text{ТОП } ks}) = \frac{S_{\text{пр } s}(d_{\text{ТОП } ks}, p_{\text{ТОП } ks})}{S_{\text{об}}},$$

где $S_{\text{пр } s}$ – площадь обобщенной прикрываемой территории приведенного объекта обороны всеми ТОП формирования при s смещении позиции каждого ТОП;

$S_{\text{об}}$ – площадь приведенного объекта обороны.

Оптимальным размещением ТОП является такое их расположение, при котором степень прикрытия формированием тактической ПРО АПЦ от ударов ОТ и ТБР принимает максимальное значение ($K_{\text{пр опт}}(d_{\text{ТОП}}, p_{\text{ТОП}})$), т. е. при

$$K_{\text{пр опт}}(d_{\text{ТОП}}, p_{\text{ТОП}}) = \max K_{\text{пр } s}(d_{\text{ТОП } ks}, p_{\text{ТОП } ks}).$$

Разграничительный угол (θ_p), который делит на поддиапазоны углы падения БЦ, назначаемых каждому ТОП, определяется по выражению

$$\theta_p = \text{argctg} \left(\frac{H_{\text{max}} + H_{\text{min}}}{d_d + d_6} \right),$$

где H_{max} – максимальная высота зоны поражения ЗРК при стрельбе по БЦ;

H_{min} – минимальная высота зоны поражения ЗРК при стрельбе по БЦ;

d_d – горизонтальная дальность дальней границы зоны поражения ЗРК при стрельбе по БЦ;

d_6 – горизонтальная дальность ближней границы зоны поражения ЗРК при стрельбе по БЦ.

Максимальное удаление озрдн (зрбатр) ($R_{\text{СП max}}(\theta_p)$) от центра объекта обороны, при котором возможно поражение БЦ при разграничении углов падения ОТ и ТБР на поддиапазоны, вычисляется как:

$$R_{\text{СП max}}(\theta_p) = \frac{d_d - H_{\min} \text{ctg} \theta_p}{2},$$

или

$$R_{\text{СП max}}(\theta_p) = \frac{H_{\max} \text{ctg} \theta_p - d_6}{2}.$$

Удаления боевых позиций ТОП уточняются по выражению:

$$R_{\text{СП}} = \begin{cases} R_{\text{СП max}}(\theta_p) \text{ при } N_{\text{ЗРК Ф ТПРО}} > 1 \text{ и } R_{\text{СП max}}(\theta_p) \leq R_{\text{СП max}}(I_{\text{СП}}); \\ R_{\text{СП max}}(I_{\text{СП}}) \text{ при } N_{\text{ЗРК Ф ТПРО}} > 1 \text{ и } R_{\text{СП max}}(\theta_p) > R_{\text{СП max}}(I_{\text{СП}}). \end{cases}$$

Исследование, проведенное авторами в [4, 5], позволило сформулировать новые подходы к определению местоположения ТОП и РЛС КП для обороны крупного АПЦ при известном местонахождении СПУ ОТ и ТБР и организации защиты АПЦ (войск) от ударов противника ОТ и ТБР в составе зенитной ракетной группировки ПВО или своими силами и средствами при организации обороны АПЦ преимущественно от ударов БЦ.

Сущность подхода к определению местоположения ТОП формирования заключается в выявлении территории, при размещении в границах которой ТОП сможет осуществить обстрел БЦ с требуемой степенью прикрытия объекта обороны. Данную территорию будем считать *районом рекомендуемого размещения ТОП* [4].

Принцип формирования района рекомендуемого размещения ТОП и вариант расположения двух ТОП в его границах представлен на рисунке 4.

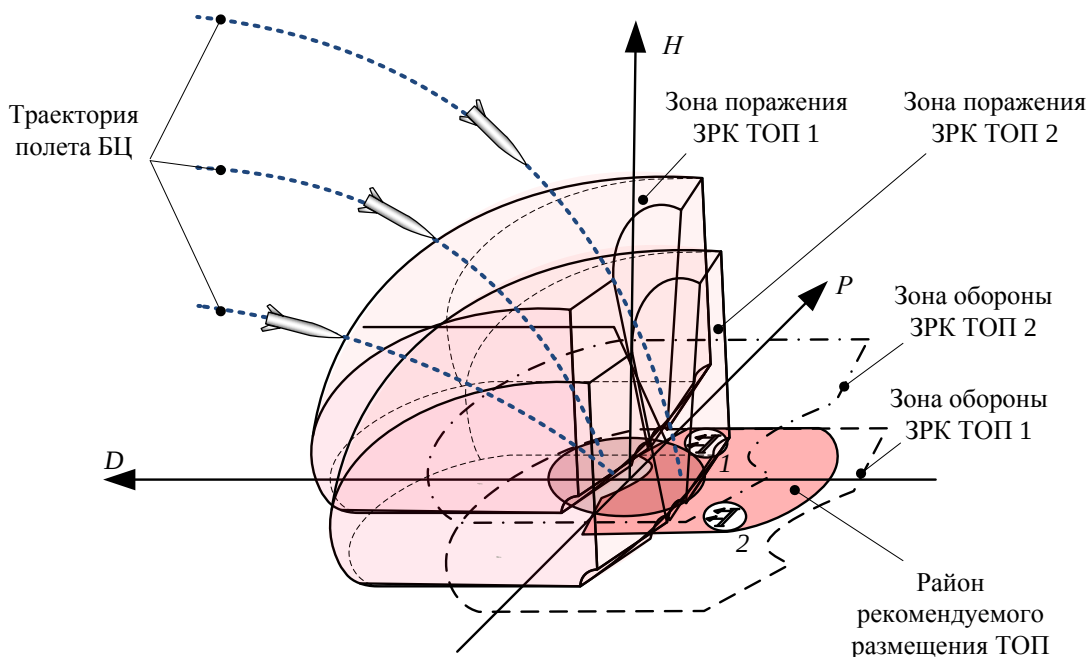


Рисунок 4. – Расположение двух тактико-огневых подразделений в границах района рекомендуемого размещения ТОП (вариант)

Фронтальную ($d_{\text{ЗР ф}}$) и тыльную ($d_{\text{ЗР т}}$) границы района рекомендуемого размещения ТОП со степенью прикрытия формированием тактической ПРО АПЦ от ударов ОТ и ТБР противника не менее единицы определяют по соответствующим выражениям [4]:

$$d_{3P\phi}(\Delta p) = \begin{cases} \left| \sqrt{d_6^2 - \Delta p^2} - H_2 \operatorname{ctg} \theta_{\max} \right| - R_{об} & \text{при } \Delta p \leq d_6 \sin q_{\max}; \\ \left| \Delta p \operatorname{ctg} q_{\max} - H_2 \operatorname{ctg} \theta_{\max} \right| - R_{об} & \text{при } \Delta p > d_6 \sin q_{\max}; \end{cases}$$

$$\Delta p \in [p_{3P\phi}; p_{3P\pi}],$$

$$d_{3P\tau}(\Delta p) = R_{об} - \left| \sqrt{d_d^2 - \Delta p^2} - H_1 \operatorname{ctg} \theta_{\min} \right|, \Delta p \in [p_{3P\phi}; p_{3P\pi}],$$

где Δp – проекция точки стояния ТОП на ось OP , значения которой выбирают между левой и правой фланговыми границами указанного района с шагом, достаточным для графического отображения данных границ (к примеру, 0,5–1 км);

$p_{3P\phi}$ и $p_{3P\pi}$ – левая и правая фланговые границы указанного района, определяемые как [4]

$$p_{3P\phi} = P_{пр} - R_{об} \text{ при } d_{3P\phi} \in [d_{3P\phi}(p_{3P\phi}); d_{3P\tau}(p_{3P\phi})],$$

$$p_{3P\pi} = -p_{3P\phi} \text{ при } d_{3P\pi} \in [d_{3P\phi}(p_{3P\pi}); d_{3P\tau}(p_{3P\pi})],$$

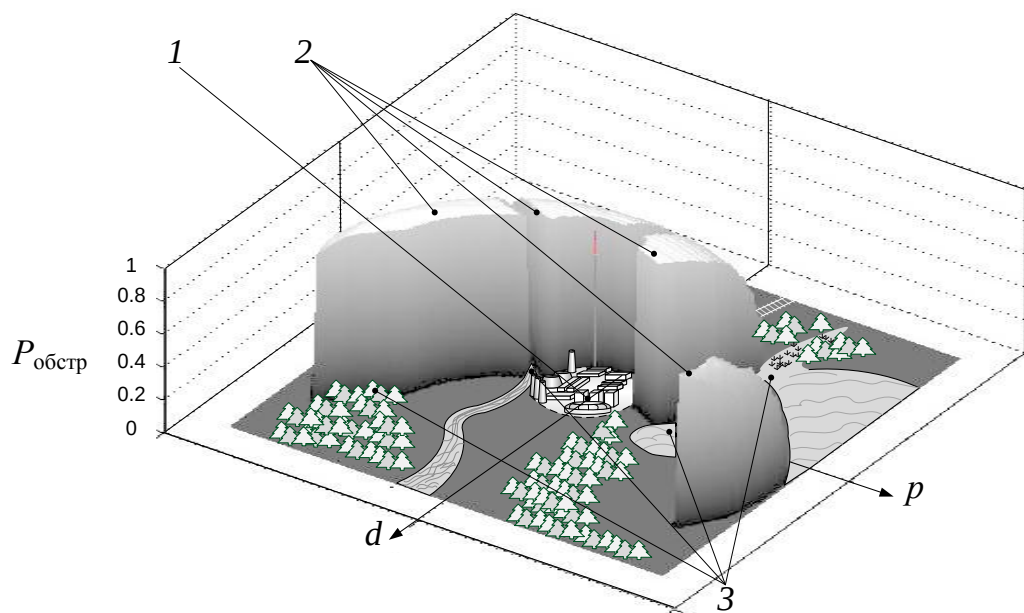
где $d_{3P\phi}(p_{3P\phi})$ и $d_{3P\tau}(p_{3P\phi})$ – значения удалений фронтальной и тыльной границ района рекомендуемого размещения ТОП от оси OD в точке пересечения указанных границ с левой фланговой границей данной зоны;

$d_{3P\phi}(p_{3P\pi})$ и $d_{3P\tau}(p_{3P\pi})$ – значения удалений фронтальной и тыльной границ района рекомендуемого размещения ТОП от оси OD в точке пересечения указанных границ с правой фланговой границей данной зоны.

Если в границах этого района разместить все ТОП затруднительно или невозможно (в связи с электромагнитной совместимостью, физико-географическими условиями (ФГУ) местности или по другим причинам, обусловленным требованиями к выбору позиции), то предлагается определять районы рекомендуемого размещения ТОП для каждой вероятной точки прицеливания ОТ и ТБР противника с последующим выявлением местоположения позиций ТОП, при расположении на которых ТОП обеспечит прикрытие заданного количества объектов обороны.

Для определения позиции РЛС при известном положении ЗРК и СПУ ОТ и ТБР разработан подход, включающий три этапа многокритериального выбора. На первом этапе используется совокупность критериев пригодности для определения области возможного размещения РЛС, в пределах которой станция своевременно обнаружит БЦ, а КП будет обеспечено радиолокационной информацией требуемого качества с учетом возможных вариантов траекторий ее полета. Второй этап – с использованием критерия оптимизации – позволяет в пределах выбранной области определить функционал показателя качества позиции РЛС. В рамках третьего этапа из возможной области размещения РЛС исключаются районы, в пределах которых по техническим, геофизическим или иным причинам недопустимо размещение РЛС, а в границах оставшейся области производится поиск участков местности для наиболее рациональной позиции РЛС [5].

За показатель качества позиции РЛС КП выбрана вероятность обстрела цели ЗРК. Область рациональных позиций РЛС, в границах которой условия местности не окажут существенного влияния на возможность размещения радиолокационных средств, а вероятность обстрела БЦ ЗРК составит не менее заданного, будем считать *районом рекомендуемого размещения радиолокационной станции командного пункта (РРР)*. Вариант формирования районов рекомендуемого размещения РЛС КП в местной системе координат представлен на рисунке 5.



1 – районы рекомендуемого размещения РЛС КП; 2 – объект обороны;
3 – области, недоступные для размещения КП

Рисунок 5. – Вариант решения задачи выбора позиции РЛС КП формирования тактической ПРО крупного АПЦ

Пригодность для обнаружения РЛС баллистической цели, осуществляющей полет по максимально реализуемой крутой (навесной) траектории, определяется с учетом удаления позиции СПУ ОТБР и ТБР от точки прицеливания БЦ выполнением условия:

$$\begin{cases} \varepsilon_{\text{БЦ } k} \leq \varepsilon_{\text{РЛС max}}; \\ d_{\text{обн min}} \leq d_{\text{обн. тек } k} \leq D_{\text{обн. реализ}}; \\ t_{\text{потр } k} \leq t_{\text{пад БЦ } k}, \end{cases}$$

где $\varepsilon_{\text{БЦ тек } k}$ – угол, формируемый плоскостью DOP и текущей точкой полета БЦ;

$\varepsilon_{\text{РЛС max}}$ – максимальный угол обзора РЛС по углу места;

$d_{\text{обн min}}$ – минимально потребная дальность обнаружения БЦ для своевременного обстрела цели ТОП;

$d_{\text{обн тек } k}$ – расстояние от позиции РЛС до текущей точки полета БЦ;

$t_{\text{потр } k}$ – время, потребное на обстрел БЦ при ее нахождении в текущей точке полета;

Вероятность пропуска цели определяют по накопленным статистическим данным с доверительным интервалом 0,01 и доверительной вероятностью не менее 0,97. По значению координат позиции РЛС КП, при котором вероятность обстрела БЦ принимает максимальное значение, определяют оптимальную позицию.

Для поиска наилучшей позиции РЛС в пределах района возможного размещения (РВР) вероятность обстрела цели ЗРК представляют аппроксимирующей функцией (зависимостью от координат позиции РЛС):

$$P_{\text{обстр}}(d_{\text{РЛС}}, p_{\text{РЛС}}) = \sum_{i=1}^n k_{di} d_{\text{РЛС}}^i \sum_{j=1}^m k_{pj} p_{\text{РЛС}}^j \mid (d_{\text{РЛС}}, p_{\text{РЛС}}) \in \text{РВР}, P_{\text{обстр}} > 0,95,$$

где $P_{\text{обстр}}(d_{\text{РЛС}}, p_{\text{РЛС}})$ – вероятность обстрела цели ЗРК в зависимости от координат позиции РЛС $(d_{\text{РЛС}}, p_{\text{РЛС}})$;

n и m – значения степени полинома, аппроксимирующего зависимость вероятности обстрела цели ЗРК от дальности до цели и параметра ее движения соответственно.

По результатам моделирования значения степени аппроксимирующего полинома $n = 5$ и $m = 8$ полностью удовлетворяют критериям χ^2 и Колмогорова – Смирнова [5];

k_{di} и k_{pj} – весовые коэффициенты i -го и j -го значения аппроксимирующего полинома, полученные методом регрессионного анализа в пределах ранее определенной зоны возможного размещения РЛС КП при условии $P_{\text{обстр}} \geq 0,95$;

$d_{\text{РЛС}}^i$ и $p_{\text{РЛС}}^j$ – значение координаты позиции РЛС относительно центра объекта обороны в местной прямоугольной системе координат, возведенной в i -ю и j -ю степень аппроксимирующего полинома.

Местоположение рациональных позиции РЛС КП определяют условием

$$P_{\text{обстр}}(d_{\text{РЛС}}, p_{\text{РЛС}}) \geq P_{\text{обстр. треб}} \text{ при } (d_{\text{РЛС}}, p_{\text{РЛС}}) \in \text{PPP},$$

где $P_{\text{обстр}}(d_{\text{РЛС}}, p_{\text{РЛС}})$ – вероятность обстрела цели ЗРК в зависимости от координат позиции РЛС $(d_{\text{РЛС}}, p_{\text{РЛС}})$.

При возможном пуске ОТ и ТБР с нескольких позиций (позиционных районов) СПУ границы районов рекомендуемого размещения ТОП и РЛС КП определяются следующим образом:

1. С учетом удаления позиции (позиционного района) СПУ ОТ и ТБР от объекта обороны для каждого направления ракетного удара (НРУ) рассчитываются районы рекомендуемого размещения ТОП и РЛС КП.

При нахождении позиции (позиционных районов) СПУ ОТ и ТБР на одном направлении с объектом обороны, но на разных удалениях, районы рекомендуемого размещения ТОП и РЛС КП для этого направления определяются по минимально реализуемому противником углу падения БЦ для настильной траектории и максимальному – для навесной из совокупности возможных.

2. Определяется область пересечения полученных районов рекомендуемых размещений ТОП и РЛС КП.

Вариант построения района рекомендуемого размещения ТОП с учетом ракетоопасного сектора при возможном пуске ОТ и ТБР с нескольких позиций представлен на рисунке 6.

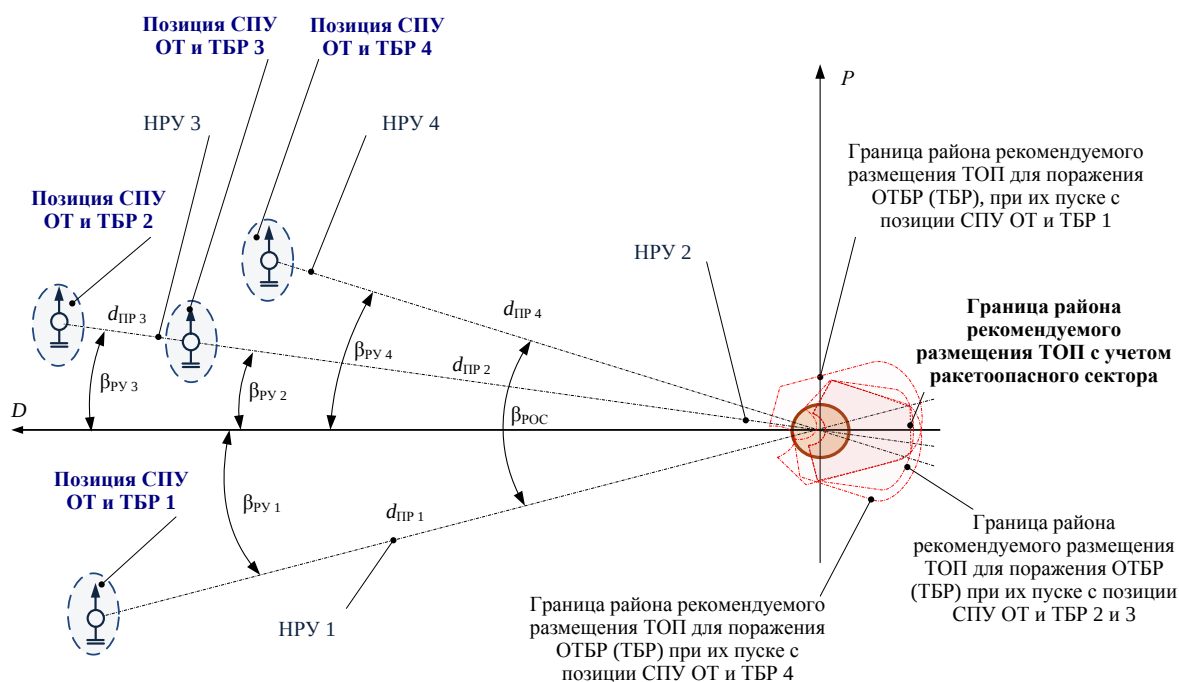


Рисунок 6. – Район рекомендуемого размещения ТОП с учетом ракетоопасного сектора при наличии ОТ и ТБР на нескольких позициях (вариант)

При неизвестном местоположении СПУ ОТ и ТБР районы рекомендуемого размещения ТОП и РЛС КП определяются в такой последовательности:

1. Из центра приведенного объекта обороны строится ракетоопасный сектор, азимут левой и правой границ которого направлены на соответствующие крайние точки пересечения границ района вероятного размещения СПУ ОТ и ТБР объекта обороны.

2. В пределах ракетоопасного сектора, начиная с левой границы и заканчивая правой, с дискретностью, достаточной для графического отображения (к примеру, $5-10^\circ$), наносятся возможные направления удара баллистических целей.

3. Относительно каждого направления удара определяются границы районов рекомендуемого размещения ТОП и РЛС КП с учетом минимально и максимально возможных удалений СПУ ОТ и ТБР от объекта обороны.

4. Определяются области пересечения указанных районов, в границах которых и располагают ТОП и РЛС КП.

При невозможности размещения всех ТОП в границах данной области районы рекомендуемого размещения для тактико-огневого подразделения рассчитывают с учетом вероятности нанесения ракетного удара по каждому направлению удара и назначают ТОП сектор ответственности (β_{CO}). Если разместить ТОП невозможно и в такой ситуации, то районы рекомендуемого размещения ТОП и РЛС КП с учетом ракетоопасного сектора определяют для каждой вероятной точки прицеливания ОТ и ТБР.

Вариант построения зоны рекомендуемого размещения ТОП с учетом ракетоопасного сектора при неизвестном местоположении СПУ ОТ и ТБР представлен на рисунке 7.

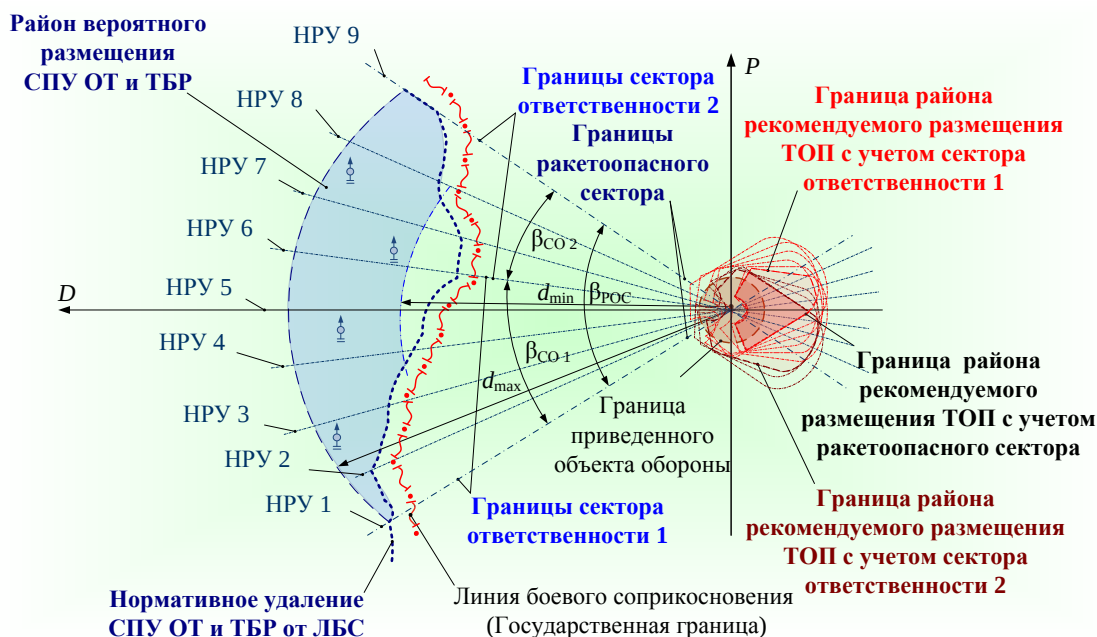


Рисунок 7. – Зона рекомендуемого размещения ТОП с учетом ракетоопасного сектора при неизвестном местоположении СПУ ОТ и ТБР противника (вариант)

Необходимо отметить и влияние местоположения позиции командного пункта относительно СПУ ОТ и ТБР, объекта обороны и ТОП на эффективность ведения боевых действий формирования тактической ПРО.

Выдача целеуказания с КП зенитной ракетной бригады (полка) тактико-огневым подразделениям может быть осуществлена при их взаимном размещении на дальности, обеспечивающей устойчивый обмен телекодовой и оперативно-командной (речевой) информацией между пунктом боевого управления (ПБУ) и ТОП. КП сам может быть объектом удара СВН противника. Для поражения РЛС КП и ПБУ зенитного ракетного соединения (воинской части) противник применяет ПРР, УАБ, а также КР, действующие

на малых высотах. Не исключена возможность уничтожения КП и баллистическими ракетами [3]. Следовательно, после определения рациональных позиций ТОП и РЛС необходимо проверить выполнение условий:

$$d_{\text{ЭМС min}} \wedge d_{\text{ПМВ min}} + R_{\text{КП}} \leq d_{\text{ПБУ-ОС}} \leq d_{\text{тлк. св max}} \wedge d_{\text{р. св max}} \wedge d_{\text{ПМВ max}} - R_{\text{КП}},$$

где $d_{\text{ЭМС min}}$ – минимальная дальность взаимного размещения ПБУ и ТОП по причине негативного влияния электромагнитных средств;

$d_{\text{ПМВ max}}$ – максимальная горизонтальная дальность зоны поражения ЗРК при стрельбе по СВН, летящей на предельно малых высотах;

$d_{\text{ПМВ min}}$ – минимальная горизонтальная дальность зоны поражения ЗРК при стрельбе по СВН, летящей на предельно малых высотах;

$R_{\text{КП}}$ – усредненный радиус позиции КП;

$d_{\text{ПБУ-ОС}}$ – дальность взаимного размещения ПБУ и ТОП;

$d_{\text{тлк. св max}}$ – максимальная дальность передачи данных по телекодovому каналу связи;

$d_{\text{р. св max}}$ – максимальная дальность передачи данных по речевому каналу связи.

Дальность передачи данных (дальность связи), ограничивает также дальность удаления радиолокационных средств КП от пункта управления, т. е.

$$d_{\text{РЛС-ПБУ max}} \leq d_{\text{тлк. св max}} \wedge d_{\text{р. св max}},$$

где $d_{\text{РЛС-ПБУ max}}$ – максимальная дальность взаимного размещения РЛС и ПБУ.

При невыполнении требований по взаимному размещению ТОП и РЛС производится повтор расчетов границ рекомендуемых районов размещения ТОП и РЛС с меньшими заданными значениями качества позиций.

Предлагаемый научно-методический аппарат является новым. Он позволил комплексно учесть влияние наиболее существенных факторов и условий обстановки на огневые, разведывательные, маневренные возможности формирования и его возможности по прикрытию.

Реализованное авторами программное обеспечение делает возможным в сравнительно короткие сроки определить рациональный боевой порядок формирования. Исполнение предлагаемого научно-методического аппарата в виде алгоритмов существующих и перспективных комплексов средств автоматизации (КСА) управления силами и средствами ЗРВ позволит осуществить автоматизированную выработку рекомендаций по местоположению рационального позиционного района формирования, боевых позиций ТОП, позиции КП. Целесообразным представляется внедрение такого программного продукта в КСА в виде отдельного модуля, взаимодействующего с базами данных о противнике, характеристиками вооружения, военной и специальной техники, цифровыми картами местности, что позволит выполнять необходимые расчеты не только при заблаговременной подготовке к боевым действиям, но и в ходе смены позиций.

Практическое использование разработчиками и производителями КСА, а в последующем командирами и штабами воинских частей, подразделений предлагаемого НМА обоснования боевых порядков формирования тактической противоракетной обороны повысит качество и обоснованность принимаемых решений на ведение боевых действий, быстроедействие войск и устойчивость обороны.

Список литературы

1. Денисенко, И. Г. О возможных ударах баллистическими ракетами по крупным объектам / И. Г. Денисенко, О. В. Воронин // Наука и безопасность. – 2014. – № 2. – С. 57–60.

2. Корабельников, А. П. Противовоздушная оборона – опыт и современность / А. П. Корабельников. – Тверь: ВУ ПВО, 2001. – 64 с.
3. Бокий, Н. Г. Особенности организации тактической ПРО / Н. Г. Бокий // ВКО. – 2005. – № 5. – С. 12–18.
4. Воронин, О. В. Определение местоположения зенитных ракетных подразделений при организации тактической противоракетной обороны крупного административно-промышленного центра / О. В. Воронин // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2011. – № 4. – С. 32–42.
5. Воронин, О. В. Определение местоположения позиций средств разведки тактической противоракетной обороны / О. В. Воронин, С. В. Потетенко // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 2. – С. 4–10.
6. Колодяжный, В. В. Методический подход к выбору позиций ЗРК при создании системы огня группировки ПВО с возможностями тактической противоракетной обороны / В. В. Колодяжный, А. А. Посудевский // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2009. – № 1. – С. 4–9.
7. Неупокоев, Ф. К. Противовоздушный бой / Ф. К. Неупокоев. – М.: Воениздат, 1989. – 262 с.

Сведения об авторах:

Воронин Олег Викторович,

Денисенко Игорь Григорьевич,

Потетенко Сергей Викторович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 03. 06. 2015 г.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ ОПЕРАТИВНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ

УДК 621.396.1

Е. Е. Демичев *

В статье на основе анализа основных факторов, влияющих на эффективность функционирования системы радиоэлектронной борьбы оперативного объединения, предложен один из возможных вариантов ее повышения с соответствующими оценочными показателями и критериями качества.

In article on the basis of main factors analysis, influencing on the functioning efficiency of electronic warfare system of operation unit, one of possible variants was suggested to improve it with the corresponding estimated figures and quality standards.

Характер войн нового поколения кардинально отличается от войн минувшего века. В них на первый план выходит информационное превосходство над противником [1]. Роль такого превосходства не просто возросла, а приобрела решающее значение. Это подтверждают и боевые действия на юго-востоке Украины, когда в условиях высокой насыщенности радиоэлектронными средствами (РЭС) поля боя образовалась парадоксальная ситуация. С одной стороны, резко возросли возможности по управлению войсками и оружием, с другой – нарушение режимов нормального функционирования РЭС приводит к полной потере управления войсками и оружием. Следовательно, логично предположить, что в XXI веке войска с меньшими поражающими возможностями, но более эффективной системой радиоэлектронной борьбы (РЭБ) могут одержать победу над потенциально более мощным противником.

Под системой радиоэлектронной борьбы оперативного объединения понимается совокупность взаимосвязанных организационно-технических элементов (органов управления, воинских частей и подразделений РЭБ), предназначенных для достижения целей РЭБ в операции (боевых действиях). В условиях операции (боевых действий) система РЭБ оперативного объединения вступает в антагонистический конфликт с системой управления противника. При этом целью функционирования системы РЭБ является дезорганизация управления войсками (силами) противника, снижение эффективности применения его оружия, боевой техники и РЭС, а также обеспечение устойчивости работы систем и средств управления своими войсками (силами) и оружием.

Как любая система, которая является сложной, система РЭБ оперативного объединения обладает рядом основных свойств [2]:

во-первых, она представляет собой не просто механический набор элементов, а целенаправленное их соединение в виде определенных структур и взаимосвязей (нарушение этих взаимосвязей приведет к разрушению системы);

во-вторых, данная система имеет четкую цель;

в-третьих, она имеет признаки оптимальности.

Зададимся вопросами: насколько оптимальна система РЭБ оперативного объединения в настоящее время и будет ли она такой в недалеком будущем? Какие существуют пути повышения эффективности функционирования данной системы? Иными словами, требуется выявить существующие противоречия, спрогнозировать процессы развития системы РЭБ и принять решение, в результате которого она в будущем должна попасть в некоторое оптимальное состояние.

Основными путями повышения эффективности функционирования системы РЭБ оперативного объединения являются использование большего ресурса сил и средств РЭБ и совершенствование радиоэлектронной разведки и радиоэлектронного подавления (основных способов радиоэлектронно-информационного обеспечения и радиоэлектронного поражения).

Повышение эффективности функционирования системы РЭБ оперативного объединения за счет использования большего ресурса сил и средств РЭБ рассмотрено в [3, 4]. Далее логично исследовать возможности повышения эффективности функционирования системы РЭБ за счет совершенствования процессов обнаружения, распознавания и радиоподавления целей радиопомех (как наиболее важных и сложных составляющих радиоэлектронной разведки и радиоэлектронного подавления).

В рамках вышесказанного становится очевидна необходимость анализа основных факторов, влияющих на эффективность функционирования системы РЭБ в целом и процессов обнаружения, распознавания и радиоподавления целей радиопомех в частности, для выявления и устранения существующих противоречий.

Результаты теоретических и практических исследований, полученные в ходе научно-исследовательских работ, мероприятий оперативной и боевой подготовки органов управления и воинских частей РЭБ, указывают, что на эффективность функционирования системы РЭБ оперативного объединения ключевое влияние оказывают следующие основные факторы [5]:

оперативно-тактические – определяют предназначение и порядок боевого применения ее элементов в рамках выполнения оперативных задач своими войсками (изменение роли и содержания РЭБ в операциях; состав важнейших систем связи противника, подлежащих подавлению и т. д.);

организационные – определяют выбор оптимальной структуры и порядок функционирования (порядок обнаружения, распознавания и радиоподавления целей радиопомех) системы РЭБ оперативного объединения;

технические – определяют технические возможности средств и комплексов РЭБ.

Перечисленные факторы влияют друг на друга. Другими словами, изменение взглядов на роль и место РЭБ в операции оперативного объединения приводит к изменению организационной структуры воинских частей и подразделений РЭБ, что требует изменения технических возможностей средств и комплексов РЭБ. В свою очередь, совершенствование техники приводит к совершенствованию организационной структуры, что оказывает непосредственное влияние на способ решения задачи.

Технический фактор рассмотрен в ряде работ, в том числе в [6], поэтому далее приведем результаты анализа двух других факторов.

Анализ порядка применения сил и средств РЭБ в операциях, проводимых наиболее развитыми вооруженными силами в конце XX – начале XXI века, позволяет выявить основные тенденции развития РЭБ в операциях [7]. К ним относятся:

коренное поэтапное изменение характера, содержания и роли РЭБ в операциях, перерастание ее в самостоятельный вид боевых действий;

переход от решения отдельных задач к комплексному ведению РЭБ в интересах всей группировки войск;

расширение функциональных возможностей средств РЭБ и повышение их универсальности за счет использования открытой архитектуры построения с возможностью изменения их функциональности и добавления дополнительных модулей;

полная автоматизация процессов обнаружения, распознавания и радиоподавления линий связи противника;

смещение акцента противоборства в информационно-интеллектуальную область, сферу подготовки и принятия решений, планирования и руководства операцией (боевыми действиями).

Анализ используемых в настоящее время в ВС США и основных странах НАТО систем связи указывает на то, что они имеют сложную структуру и включают [8]:

командную систему связи: в составе систем радиосвязи ВЧ (HF), ОВЧ (VHF) и УВЧ (UHF) диапазонов; систем военной спутниковой связи TACSAT; коммерческих систем спутниковой связи L-диапазона типа Iridium;

районную систему связи общего пользования ACUS: в составе ACC MSE и WIN-T; систем военной спутниковой связи SATCOM; коммерческих систем связи; проводной системы связи;

комплексную систему распределения данных ADDS: в составе усовершенствованной системы определения местоположения, опознавания и передачи данных – Enhanced Position Location Reporting System (EPLRS) и объединенной системы связи и распределения данных TA – Joint Tactical Information Distribution System (JTIDS);

систему прямого спутникового вещания DBS;

локальную подсистему связи Local Area Subsystem (LAS). Абоненты локальной системы передачи данных ACU ABCS имеют доступ к ACUS – сетям с пакетной коммутацией.

На основе анализа динамики временного распределения объема передаваемой информации по родам связи в системах связи ВС США [4] логично сделать вывод о возрастающей роли спутниковой связи, обеспечивающей передачу наибольшего объема информации (рисунок 1).

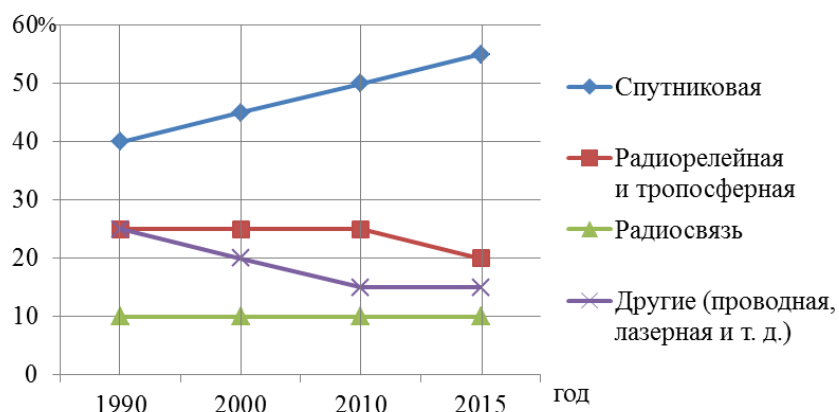


Рисунок 1. – График временного распределения объема передаваемой информации по родам связи в системах связи ВС США

В рамках реализации концепции единого информационного пространства альянса NNEC (NATO Network Enabled Capability), в основе которой лежит аналогичная американская концепция сетецентрической войны NCW (Network-Centric Warfare) [9, 10], в ВС США и основных странах НАТО осуществляется внедрение перспективной трансформируемой архитектуры системы связи. Основным отличием данной системы связи от существующих является преобразование ее обособленных структур, развертываемых по предназначению (районной системы связи общего пользования, системы командной связи поля боя, комплексной системы распределения данных и т. д.), в общую систему связи, структура которой представлена на рисунке 2.

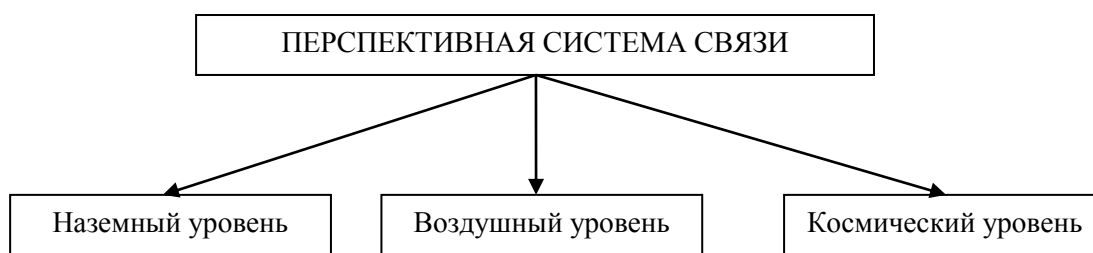


Рисунок 2. – Общая структура перспективной системы связи ООФ ВС США

Планируется, что в ближайшее время (до 2020 г.) перспективная *система связи* будет включать:

наземный уровень: тактические сети связи по принципу компьютерных сетей локального и городского масштабов и глобальную высокоскоростную опорную сеть связи на основе магистральных линий связи, а также автоматизированное коммутационное оборудование нового поколения;

воздушный уровень: многоканальные средства связи и ретрансляции воздушного базирования, прежде всего на беспилотных летательных аппаратах, которые будут применяться в качестве ретрансляторов для обмена информацией между отдельными тактическими сетями в удаленных друг от друга районах ведения боевых действий или внутри одного района для снижения общей нагрузки на сети, имеющие большую плотность;

космический уровень: систему связи космического базирования, предполагающую использование ИСЗ, сопрягаемых между собой линиями межспутниковой связи, разветвленной сети наземных телепортов и шлюзовых станций. Его задачей является предоставление связи абонентам объединенного оперативного формирования (ООФ) в глобальном масштабе.

Очевидно, что внедрение данной перспективной системы связи снизит возможности сил и средств РЭБ оперативного объединения по обнаружению, распознаванию и радиоподавлению целей радиопомех, что, в свою очередь, приведет к снижению степени дезорганизации управления войсками (силами) противника в целом.

По результатам анализа второго фактора [5] становится вполне очевидно, что для достижения информационного превосходства над противником в операции оперативного объединения системе управления группировки войск противника должна противостоять оптимальная по структуре система РЭБ оперативного объединения. При этом следует помнить, что системе может успешно противостоять только система с не меньшим уровнем сложности.

Система РЭБ должна быть способна своевременно обнаруживать, надежно распознавать и эффективно подавлять современные и перспективные средства связи. На практике система управления и система РЭБ не всегда адекватны друг другу по структуре и возможностям (рисунок 3). Да и добиться этого в современных условиях весьма затруднительно.

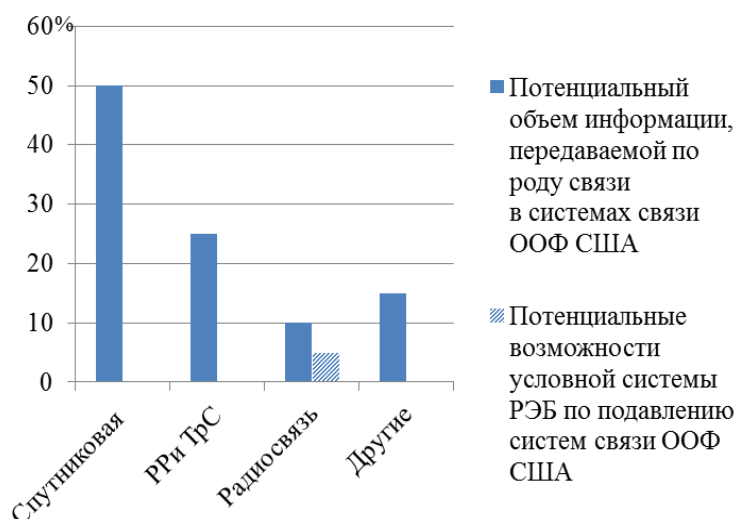


Рисунок 3. – Сравнительный анализ возможностей условной системы РЭБ по подавлению систем связи ООФ ВС США

Впрочем, автор полагает, что система РЭБ оперативного объединения может успешно противостоять несколько лучшей по структуре системе управления противника при условии,

что сама система РЭБ обладает лучшей организованностью, более эффективным функционированием и применяется в комплексе со средствами воздействия (защиты, разведки) другого функционального предназначения. Это подтвердили и события на Северном Кавказе в 2000 году, где до активной фазы ведения боевых действий при финансовой помощи ряда иностранных государств боевики создали оперативную и гибкую систему управления. Техническую основу данной системы составляли большое количество разнообразных, в том числе самых современных переносных средств радио-, радиорелейной и спутниковой связи, а также систем подвижной сотовой связи [11].

Для дезорганизации системы управления незаконных вооруженных формирований использовалось комплексное применение средств разведки, огневого поражения и радиоэлектронного подавления, что позволило вывести из строя наиболее важные радиоэлектронные объекты в системе управления НВФ, подавить радиопомехами их основные каналы радиосвязи и в целом нарушить управление бандформированиями на основных направлениях действий войск. В результате главарь практически полностью потеряли управление и были вынуждены использовать малогабаритные переносные средства связи, работа которых быстро и эффективно пресекалась.

Итак, общая асимметрия противоборства «система управления ООФ» – «система РЭБ оперативного объединения» является объективной реальностью. В то же время в отдельные интервалы времени или на определенных этапах операции по критически важным для управления группировкой войск ООФ средства связи возможно создание симметричного антагонистического противоборства «цели радиопомех» – «обнаружение, распознавание, радиоподавление». Внезапность и комплексный характер применения средств РЭБ со средствами разведки, огневого поражения в данном противоборстве позволят нивелировать объективно существующее преимущество системы управления противника над системой РЭБ оперативного объединения.

Показатели эффективности и критерии оптимизации функционирования системы РЭБ оперативного объединения

Для оценки эффективности функционирования системы РЭБ (в процессе обнаружения, распознавания и радиоподавления целей радиопомех) оперативного объединения в настоящее время используются субъективные экспертные оценки с отсутствием количественного описания каждого из них. Следовательно, логично предложить научно-обоснованные показатели эффективности и критерии оптимизации функционирования системы РЭБ оперативного объединения в целом и процессов обнаружения, распознавания и радиоподавления целей радиопомех силами и средствами РЭБ оперативного объединения в частности.

Термин «научно обоснованные показатели эффективности» в данном случае означает, что, несмотря на субъективность выбора, между качеством K исследуемой системы (процесса) и выбранным показателем эффективности W должен выполняться принцип взаимно-однозначного соответствия с требуемой точностью $W \rightarrow K$. Помимо этого, к показателям эффективности следует предъявлять следующие требования [12]: вычисляемость, наглядность (наличие ясного физического смысла) и критичность по отношению к задачам исследования. Разнообразие решаемых задач и вариантов функционирования системы РЭБ при их решении обуславливает необходимость использования совокупности (множества) основных показателей W для оценки эффективности систем и процессов. Причем каждый из показателей этой совокупности должен удовлетворять указанным требованиям.

Мы полагаем, что для оценки потенциальной (ожидаемой) эффективности функционирования системы РЭБ наиболее полно соответствуют данным требованиям такие показатели, как время разведки и целераспределения, вероятность вскрытия радиоэлектронной обстановки (систем связи) и вероятность дезорганизации функционирования систем управления войсками и оружием противника.

Под временем разведки и целераспределения понимается время, затраченное на обнаружение целей радиопомех, передачи информации от средств разведки на пункт управления силами и средствами РЭБ, распознавание целей радиопомех и принятие решения по полученной информации. Причем данное время не должно превышать время оперативной ценности полученной информации, т. е. максимально допустимого времени, в течение которого должно быть принято решение, адекватное текущей обстановке. Следовательно, критерий эффективности в математическом виде будет определяться по формуле

$$t = [t_o + t_{\pi} + t_{\text{расп}} + t_{\text{рп}}] \leq t_{\text{зад}},$$

где t_o – время обнаружения целей радиопомех;

t_{π} – время передачи информации от средств разведки на пункт управления силами и средствами РЭБ;

$t_{\text{расп}}$ – время распознавания целей радиопомех;

$t_{\text{рп}}$ – время принятия решения на радиоподавление целей радиопомех;

$t_{\text{зад}}$ – максимально допустимое время разведки и целераспределения.

Априорная вероятность W_{ori} , показывающая степень вскрытия системы (рода) связи, может быть вычислена на основании моделирования состава группировки противника и ее состояния с использованием формулы Байеса [2]:

$$W_{ori} = \frac{N_{i\Sigma}}{\sum_{i=1}^n N_i},$$

где $N_{i\Sigma}$ – потенциальное количество линий связи i -й системы либо i -го рода связи, обнаруживаемых и распознаваемых силами и средствами РЭБ в полосе разведки;

n – количество систем (родов) связи;

N_i – общее прогнозируемое количество линий связи i -й системы либо i -го рода связи.

С учетом вероятностного характера процессов обнаружения и распознавания потенциальное количество линий связи будет определяться по формуле

$$N_{i\Sigma} = N_i P_{di} P_{ri},$$

где P_{di} – вероятность обнаружения силами и средствами РЭБ линий связи i -й системы либо i -го рода связи в полосе разведки;

P_{ri} – вероятность распознавания силами и средствами РЭБ линий связи i -й системы либо i -го рода связи в полосе разведки.

Вполне очевидно, что средняя вероятность вскрытия радиоэлектронной обстановки W_{or} будет определяться отношением суммы вероятностей обнаружения и распознавания линий связи к количеству систем (родов) связи в полосе разведки. При этом критерий эффективности вскрытия радиоэлектронной обстановки приобретет вид

$$W_{or} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{ori}}{n} \geq W_{\text{зад}},$$

где W_{zad} – минимально необходимое значение вероятности вскрытия радиоэлектронной обстановки.

Потенциальный информационный ущерб, наносимый силами и средствами РЭБ оперативного объединения, характеризует вероятность (степень) дезорганизации функционирования систем управления войсками и оружием противника W_{rp} . Использование коэффициента приоритета системы (рода) связи позволит учитывать их важность, объективно зависящую от этапа операции. С учетом этого критерий дезорганизации управления противника будет определяться по формуле

$$W_{or} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i N_{rpi}}{\sum_{i=1}^n N_i} \geq W_{zad}',$$

где k_i – коэффициент приоритета i -й системы либо i -го рода связи (0,1...1);

N_{rpi} – количество потенциально подавляемых линий связи i -й системы либо i -го рода связи;

W_{zad}' – минимально необходимое значение вероятности (степени) дезорганизации системы управления войсками и оружием противника.

Количество потенциально подавляемых силами и средствами РЭБ оперативного объединения линий связи i -й системы либо i -го рода связи будет определяться по формуле

$$N_{rpi} = N_{i\Sigma} P_{rpi},$$

где P_{rpi} – вероятность радиоподавления линий связи i -й системы либо i -го рода связи.

Все сказанное позволяет сделать вывод, что в качестве показателей эффективности функционирования системы РЭБ оперативного объединения логично использовать время разведки и целераспределения, вероятности вскрытия радиоэлектронной обстановки и дезорганизации функционирования систем управления войсками и оружием противника.

Очевидно, что указанные показатели эффективности независимы по предпочтению. Сообразно с этим для оценки качества оптимизации функционирования системы РЭБ оперативного объединения с учетом многокритериальности выбора наилучших альтернатив полагаем логично использовать аксиому В. Парето [2]: «...первая альтернатива предпочтительнее второй только в том случае, когда значение ее частных критериев не меньше значений частных критериев второй альтернативы. Если все значения частных критериев одной альтернативы равны значениям критериев другой, то альтернативы равнозначны». При необходимости выбора единственной альтернативы следует привлекать дополнительные соображения (экспертная оценка, корректировка системы предпочтений и т. д.).

Таким образом, проведенный анализ основных факторов, влияющих на эффективность функционирования системы РЭБ оперативного объединения в целом и обнаружения, распознавания и радиоподавления целей радиопомех силами и средствами РЭБ в частности, а также расчеты показателей эффективности РЭБ [13] позволяют выявить явное противоречие между требуемой и прогнозируемой эффективностью функционирования системы РЭБ. Прежде всего, оно проявляется в недостаточных значениях времени разведки и целераспределения, вероятностей (степеней) вскрытия радиоэлектронной обстановки и дезорганизации управления. Основными причинами возникновения данного противоречия являются неразвитость теории РЭБ в данной области

и отсутствие автоматизации процессов обнаружения, распознавания и радиоподавления целей радиопомех.

Одним из вариантов преодоления данного противоречия является повышение эффективности функционирования системы РЭБ оперативного объединения путем увеличения значений вероятностей (степеней) вскрытия радиоэлектронной обстановки W_{or} , дезорганизации функционирования систем управления войсками и оружием противника W_{rp} и (или) сокращение времени разведки и целераспределения t за счет разработки эффективных методик обнаружения, распознавания и радиоподавления целей радиопомех, базирующихся на теориях системного анализа, массового обслуживания и вероятностей, с оптимальным математическим $Mat = A_{or}, A_{rp}$, информационным $Inf = \{Md, Et\}$, и специальным программным Pr_c обеспечением, при заданных общем программном обеспечении $Pr_o = Pr_{zad}$ и комплексах (станциях) РЭБ $Tex = Tex_{zad}$.

Такой вариант в математическом виде имеет следующий вид:

$$W_{or} \quad W_{or} \quad [A_{or}, A_{rp}, Md, Et, Pr_c, Pr_o, Tex] \rightarrow \max \geq W_{zad} \quad W'_{zad},$$

где A_{or} – математическое обеспечение методики обнаружения и распознавания целей радиопомех;

A_{rp} – математическое обеспечение методики радиоподавления целей радиопомех;

Md – структурно-пространственная модель системы управления противостоящей группировки войск;

Et – эталонные признаковые описания источников радиоизлучений.

Время разведки и целераспределения стремится к минимальному значению, ограничивается заданным значением и имеет следующий вид:

$$t = [t_o + t_n + t_{расп} + t_{рп}] \rightarrow \min \leq t_{зад}.$$

В заключение отметим, что на основе проведенного анализа основных факторов, влияющих на эффективность функционирования системы РЭБ оперативного объединения, было выявлено противоречие между требуемой и прогнозируемой эффективностью и предложен один из вариантов преодоления данного противоречия.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы для оценки потенциальной эффективности РЭБ в ходе ее организации (при проведении оперативно-тактических расчетов) в органах управления, воинских частях и подразделениях РЭБ. Предложенные показатели эффективности позволят адекватно оценивать вклад РЭБ в дезорганизацию функционирования систем управления войсками и оружием противника, оперативность принимаемых решений, а также степень реализации боевых возможностей средств и комплексов РЭБ в операции оперативного объединения.

Список литературы

1. Кулешов, Ю. Е. Анализ взглядов на теорию информационного противоборства / Ю. Е. Кулешов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2012. – № 1. – С. 10–20.
2. Антонов, А. В. Системный анализ / А. В. Антонов. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2006. – 452 с.
3. Воробей, О. В. Методика определения количественно-качественного состава техники радиопомех радиосвязи / О. В. Воробей // Сб. тез. докл. воен.-науч. конф. / НИИ ВС РБ. – Минск, 2004.

4. Шлычков, С. В. Обоснование состава сил и средств радиоэлектронной борьбы для ведения оборонительной операции общевойсковым объединением / С. В. Шлычков // Наука и воен. безопасность. – 2009. – № 3. – С. 36–41.
5. Демичев, Е. Е. Основные факторы, влияющие на развитие системы РЭБ / Е. Е. Демичев // Междунар. воен.-науч. конф. УО «Воен. акад. Респ. Беларусь»: сб. тез. докл., Минск, 21–22 марта 2013 г. / УО «ВА РБ». – Минск, 2013. – С. 254.
6. Гордей, В. В. Основы информационного обеспечения и радиоэлектронной борьбы. Основы радиоподавления радиосвязи: учеб. пособие / В. В. Гордей, Г. Д. Ляшук, И. В. Митянов; под ред. В. В. Гордей. – Минск: ВА РБ, 2007. – 310 с.
7. Демичев, Е. Е. Анализ эволюции роли и содержания радиоэлектронной борьбы в операциях конца 20 – начала 21 века / Е. Е. Демичев // Науч.-метод. конф. ф-та воен. разведки УО «Воен. акад. Респ. Беларусь»: сб. тез. докл., Минск, 6 ноября 2014 г. / УО «ВА РБ». – Минск, 2014. – С. 45.
8. Соединения сухопутных войск США и их системы управления: пособие / В. И. Мехеда [и др.]; под общ. ред. О. В. Воробья. – Минск: Науч.-исслед. ин-т ВС РБ, 2012. – 119 с.
9. Молитвин, А. О. О реализации концепции единого информационного пространства НАТО / А. О. Молитвин // Зарубеж. воен. обозрение. – 2008. – № 1. – С. 39.
10. Quadrennial Defense Review, 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.us.army.mil>. – Дата доступа 04.05.2015.
11. Богданов, С. А. Радиоэлектронная борьба в войнах и вооруженных конфликтах / С. А. Богданов // Вестн. Акад. воен. наук РФ. – 2008. – № 2.
12. Шаракашанэ, А. С. Сложные системы: учеб. пособие для вузов / А. С. Шаракашанэ, И. Г. Железнов, В. А. Ивницкий; под ред. А. С. Шаракашанэ. – М.: Высш. шк., 1977. – 247 с.
13. Демичев, Е. Е. Анализ основных факторов, влияющих на ведение поиска и радиоподавления целей радиопомех силами и средствами радиоэлектронной борьбы в современных условиях. Постановка научной задачи / Е. Е. Демичев // Междунар. воен.-науч. конф. УО «Воен. акад. Респ. Беларусь»: сб. тез. докл., Минск, 23–24 апреля 2015 г. / УО «ВАРБ». – Минск, 2015. – С. 193.
14. Воробей, О. В. Радиоэлектронная борьба: справ. пособие / О. В. Воробей; под ред. О. В. Воробья. – Минск: ВА РБ, 1998. – 105 с.
15. Кравцов, В. А. Теория РЭБ: учеб. / В. А. Кравцов, А. Д. Лобанов; под ред. В. А. Кравцова – Минск: ВА РБ, 1998. – 403 с.
16. Бабуль, В. А. Оценка эффективности совместного распределения сил и средств Р и РТР на наблюдение и поиск с учетом признаков важности и зависимости ИРС / В. А. Бабуль // VI межвуз. воен.-науч. конф. ЧВВИУРЭ: сб. тез. докл., Череповец. / ЧВВИУРЭ. – Череповец, 1991. – С. 174.
17. Чекисов, С. Г. О характере и содержании войны нового поколения / С. Г. Чекисов, С. А. Богданов // Зарубеж. воен. обозрение. – 2013. – № 10. – С. 13–24.

*Сведения об авторе:

Демичев Евгений Евгеньевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 15.07.2015 г.

ЦИКЛОТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕМЕЙСТВА НЕПРИМИТИВНЫХ КОДОВ БОУЗА – ЧОУДХУРИ – ХОКВИНГЕМА НА МАЛЫХ И СРЕДНИХ ДЛИНАХ

УДК 004.056.55

А. О. Олексюк*

Произведено исследование с помощью циклотомических классов неперимитивных кодов Боуза – Чоудхури – Хоквингема и кодов Хемминга. Выявлено, что примерно треть неперимитивных кодов имеют декодирующий потенциал, многократно превышающий конструктивные возможности. Примерно шестая часть этих кодов является кодами, превышающими не только свой конструктивный декодирующий потенциал, но и высокоскоростными кодами.

Produced cyclotomic study is not primitive codes Bose – Chaudhuri – Hocquenghem and Hamming codes. It was revealed that about one-third do not have primitive code decoding capacity is much greater than the design possibilities. Around a sixth of these codes are codes that exceed not only their decoding potential but also high-speed codes.

Введение

Защита передаваемой информации от помех – краеугольная проблема в современную эпоху. В техническом плане она более или менее удовлетворительно решена и представляет не такой массовый интерес. Она более актуальна для специалистов, занимающихся эксплуатацией, обновлением и совершенствованием телекоммуникационных систем (ТКС).

Защита информации от помех, шумов и искажений вполне реальна в конкретных каналах. Идеальными системами являются только волоконно-оптические системы, но они дороги и стационарны. Основные системы – мобильные и для них оптоволокно не применимо. Фундаментальные идеи и направления защиты информации от помех были разработаны во второй половине 20 века, начиная с основополагающих идей Клода Шеннона, и развиваются в рамках научного направления, которое носит название «помехоустойчивое кодирование» [1, 2].

Помехоустойчивое кодирование – это преобразование цифровой информации введением в нее дополнительной избыточной информации в целях обеспечения в дальнейшем успешной борьбы с возможными помехами в процессе передачи этой информации по зашумленным каналам.

Разработан достаточно широкий спектр таких преобразований. Результатом каждого из них является свой специфический помехоустойчивый код. Исторически первыми были коды Хемминга и коды Боуза – Чоудхури – Хоквингема (БЧХ-коды).

Совершенные примитивные коды Хемминга или близкие к совершенным примитивные БЧХ-коды получили хорошую теоретическую разработку и массовое применение в практике создания инфокоммуникационных систем (ИКС) и ТКС. Как показывают последние исследования [3], оставленные в стороне теорией и практикой неперимитивные БЧХ-коды и коды Хемминга имеют более богатый спектр свойств и декодирующих возможностей.

В данной статье представлены результаты исследования основных параметров неперимитивных кодов Хемминга и БЧХ-кодов в диапазоне нечетных длин от 9 до 509. Будут выделены наиболее перспективные коды, способные корректировать ошибки, кратность которых превышает их конструктивные значения. В перспективе они могут быть внедрены и найти применение в средствах передачи данных, нуждающихся в улучшении их помехоустойчивых характеристик, в частности в ТКС военного назначения.

1. Сведения о кодах Хемминга

Двоичным кодом Хемминга называется линейный циклический код C_x^n , определяемый следующими тремя параметрами:

длина кода n – любое нечетное число $n \geq 7$;

$GF(2^m)$ – поле определения кода – имеет минимальное значение показателя m , при котором $2^m - 1$ делится на n ;

проверочная матрица кода C_x^n есть матрица

$$H = (\beta^i) = (1, \beta, \beta^2, \dots, \beta^{n-1}), \quad (1)$$

где β – примитивный корень n -й степени из 1, принадлежащий $GF(2^m)$.

Данное, несколько громоздкое определение требует пояснений. Согласно основам теории полей Галуа [4], всякое конечное поле состоит из q^t -элементов, где q – простое, t – натуральное, а потому и обозначается через $GF(q^t)$; ненулевые элементы этого поля образуют группу относительно операции умножения – мультипликативную группу $GF(q^t)^*$; это циклическая группа порядка $q^t - 1$; образующая α группы $GF(q^t)^*$ называется примитивным элементом поля $GF(q^t)$; поле $GF(q^t)$ содержит в качестве минимального подполя поле $GF(q) = Z/qZ$, является t -мерным векторным пространством над полем $GF(q)$; примитивный элемент α поля $GF(q^t)$ обязательно является корнем некоторого неприводимого полинома t -й степени $M_\alpha(x)$ с коэффициентами из минимального подполя $GF(q)$; данный полином еще называют примитивным полиномом t -й степени над Z/qZ . Тогда поле $GF(q^t)$ изоморфно фактор-кольцу $(Z/qZ)[x]/\langle M_\alpha(x) \rangle$ кольца полиномов $(Z/qZ)[x]$ по максимальному идеалу $\langle M_\alpha(x) \rangle$, порожденному неприводимым полиномом $M_\alpha(x)$ с корнем α . Поэтому элементы поля $GF(q^t)$ имеют тройную интерпретацию:

мультипликативную – как степени примитивного элемента α ;

полиномиальную – как полиномы от α степени, меньшей t : $c_{t-1}\alpha^{t-1} + \dots + c_1\alpha + c_0$ для $c_i \in Z/qZ$, $0 \leq i < t$;

векторную – $(c_{t-1}, c_{t-2}, \dots, c_1, c_0)$, получаемую очевидным образом из полиномиальной.

Поле $GF(q^t)$ считается идеально заданным, если установлена взаимосвязь между 1-м и 2-м способами его задания, т. е. таблица соответствий между мультипликативным и полиномиальным заданиями этого поля.

В силу теоремы Лагранжа о конечных группах $GF(q^t)^*$ состоит из всех возможных корней из 1 порядка $q^t - 1$. Пусть α – примитивный элемент поля $GF(2^t)$. Тогда для всякого делителя n числа $q^t - 1$ и $s = (q^t - 1)/n$ элемент α^s является примитивным корнем n -й степени из 1 в поле $GF(q^t)$. Таким образом, делимость числа $q^t - 1$ на n является необходимым и достаточным условием принадлежности полю $GF(q^t)$ всех корней n -й степени из 1.

Для любого наперед заданного нечетного числа $n > 1$ существуют поля $GF(2^t)$, такие, что $2^t - 1$ делится на n . Одним из них является поле $GF(2^{\phi(n)})$, где $\phi(n)$ – количество целых k , $1 \leq k < n$, взаимно простых с n . Действительно, в силу теоремы Эйлера $2^{\phi(n)} \equiv 1 \pmod{n}$ для любого нечетного n . Тогда $2^{\phi(n)} - 1$ делится на n . Отсюда следует, что минимальное поле $GF(2^m)$ с условием: $2^m - 1$ делится на n , будет подполем поля $GF(2^{\phi(m)})$, а следовательно, его показатель m будет делителем $\phi(m)$.

Следует также отметить, что минимальность m влечет за собой отсутствие подполей поля $GF(2^m)$, которые могли бы содержать элемент β из определения 1, а из этого факта следует, что минимальный полином $M_\beta(x)$ элемента β , т. е. неприводимый полином с корнем β и с коэффициентами из $Z/2Z$ должен иметь степень, равную m .

Итак, для задания кода Хемминга с выбранной нечетной длиной $n > 1$ следует вычислить $\phi(n)$, определить все делители $\phi(n)$, найти среди них наименьший делитель m с условием: $2^m - 1$ делится на n . Далее следует найти неприводимый и примитивный полином с корнем β степени m из кольца $(Z/2Z)[x]$. С помощью корня α полинома $M_\alpha(x)$ строится тройное задание поля $GF(2^m)$. Наконец, с помощью элемента $\beta = \alpha^s$ для $s = (2^m - 1)/n$ строится по формуле (1) проверочная матрица H кода C_x^n – двоичная матрица порядка $m \times n$, столбцами этой матрицы являются векторы $\beta^i = (c_{i(m-1)}, c_{i(m-2)}, \dots, c_{i0})^T$, где $\beta^i = c_{i(m-1)}\alpha^{m-1} + \dots + c_{i1}\alpha + c_{i0}$. В силу отмеченных выше свойств элемента β ранг такой матрицы H обязательно должен равняться m . Следовательно, размерность кода C_x^n есть величина $k = n - m$.

В таблице 1 приведены результаты вычисления параметров m и k кодов Хемминга для длин n в диапазоне от 9 до 509.

2. Необходимые сведения о строении БЧХ-кодов

Общее определение и основные свойства БЧХ-кодов приведены в монографии [5]. Это линейные (n, k) -коды, т. е. k -мерные подпространства в n -мерных двоичных пространствах (над полем $GF(2) = Z/2Z$). Их точное определение напрямую связано с полями Галуа $GF(2^m)$. Среди БЧХ-кодов с конструктивным расстоянием $2t+1$, рассчитанных на исправление t -кратных случайных ошибок, наибольшую размерность и скорость передачи информации, а следовательно и наибольший практический интерес имеют циклические коды C_{2t+1} с проверочной матрицей

$$H = \beta^i, \beta^{3i}, \dots, \beta^{2t-1} \quad (2)$$

над полем Галуа $GF(2^m)$ из 2^m элементов, где β -элемент мультипликативной группы $GF(2^m)^*$ этого поля порядка $n = 2^m - 1 / \tau$ для некоторого делителя τ числа $|GF(2^m)^*| = 2^m - 1$, параметр i принимает целые значения в диапазоне от нуля до $n-1$. Длина кода C_{2t+1} равна n и всегда является нечетной величиной.

Группа $GF(2^m)^*$, как известно, является циклической. Если α -образующая этой группы – примитивный элемент поля $GF(2^m)$, то в качестве β можно взять $\beta = \alpha^\tau$. Тогда при $\tau=1$ элемент $\beta = \alpha$, $n = 2^m - 1$ код C_{2t+1} , естественно, называется примитивным; если же $\tau > 1$, код C_{2t+1} называют непримитивным.

Матрица (1) – двоичная, каждый элемент β^i в ней представлен вектором-столбцом из координат этого элемента как вектора пространства $GF(2^m)$ над полем $GF(2)$ в базисе $\alpha^{m-1}, \alpha^{m-2}, \dots, \alpha^0 = 1$. Для существования кода C_{2t+1} длиной $n = 2^m - 1 / \tau$ необходимо выполнение условия: $k = \dim C_{2t+1} = n - \text{rank } H > 0$. Конечно, выполнение условия $k=1$ делает соответствующий код абсолютно не интересным для применений – все богатство передаваемых с помощью такого кода сообщений сводится к двум словам: $\bar{0} = 0, 0, \dots, 0$ и $\bar{1} = 1, 1, \dots, 1$. Поэтому реальный код должен иметь размерность $k \gg 1$.

Чаще всего $\text{rank}H = tm$. Главной причиной наличия неравенства $\text{rank}H < tm$ является сопряженность некоторых из элементов $\beta, \beta^3, \dots, \beta^{2^{i-1}}$. Если элементы $\beta^{2^{i-1}}$ и $\beta^{2^{j-1}}$ сопряжены друг с другом для некоторых целых $i, j, 1 \leq i < j \leq t$, т. е. являются корнями одного и того же неприводимого над полем $GF(2) = \mathbb{Z}/2\mathbb{Z}$ полинома, то, как доказано в [5, гл. 6], $\text{rank} \beta^{2^{i-1}}, \beta^{2^{j-1}} = \text{rank}(\beta^{2^{i-1}}) = m$. В таком случае, $\text{rank}H \leq (t-1)m$.

Сопряженность элементов $\beta^{2^{i-1}}$ и $\beta^{2^{j-1}}$ эквивалентна совпадению друг с другом циклотомических классов $C^{2^{i-1}}$ и $C^{2^{j-1}}$ по модулю n [2]. Такие совпадения нередки даже для примитивных БЧХ-кодов. Так, по модулю 31 совпадают циклотомические классы C^9 и C^5 ; по модулю 63: $C^{17} = C^5$; $C^{19} = C^{13}$; по модулю 127: $C^{17} = C^9$; $C^{25} = C^{19}$; $C^{33} = C^5$.

Конструктивное расстояние δ БЧХ-кода $C_{2\delta+1}$ считается равным δ . Точное значение его минимального расстояния $d \geq \delta$. Отмеченная выше сопряженность двух элементов матрицы (1) не только уменьшает на m количество ее линейно независимых строк, но и автоматически увеличивает на 2 его минимальное расстояние по сравнению с конструктивным. Так, у примитивного кода C_9 длиной 31 $\delta = 9$, а $d = 11$ [2], у БЧХ-кодов C_{17} с длинами 63 и 127 $\delta = 17$, а $d = 19$.

Непримитивные коды предоставляют массу подобных примеров [5, 6]. Глубинная причина существования таких примеров, в общем-то, известна и кроется в следующей базовой теореме помехоустойчивого кодирования:

«Минимальное расстояние кода L равно d тогда и только тогда, когда любые $d-1$ столбцов проверочной матрицы H_L линейно независимы, но найдутся d линейно зависимых столбцов» [2, 5].

Очевидно, все столбцы проверочной $tm \times n$ -матрицы $H_{\text{непр}}$ каждого непримитивного БЧХ-кода над полем $GF(2^m)$ принадлежат $H_{\text{прим}}$ -проверочной $tm \times (2^m - 1)$ -матрице примитивного БЧХ-кода над тем же полем, а матрица $H_{\text{непр}}$ получается из $H_{\text{прим}}$, по сути дела, выбрасыванием огромного количества столбцов — $\tau - 1$ d . Такая процедура может привести только к увеличению минимального расстояния кода. Истинное же значение величины d приходится вычислять в каждом конкретном случае, применяя один из четырех разработанных в расчете именно на БЧХ-коды подходов [5, 6].

3. Исследование непримитивных кодов Хемминга в диапазоне нечетных длин от 9 до 509

В ходе исследования непримитивных кодов в диапазоне нечетных длин от 9 до 509 был произведен расчет основных параметров 246 длин кодов из 251 возможных, коды на длинах 15, 31, 63, 127, 255 являются примитивными и хорошо известными.

Основным направлением исследований данной работы является поиск кодов наиболее перспективных по своим корректирующим характеристикам, т. е. поэтапная селекция указанного диапазона длин, заключающаяся в постепенном выбрасывании из списка не интересных для практического применения длин кодов и составлении списка длин кодов, превосходящих свои конструктивные корректирующие возможности.

При нахождении перспективных не примитивных длин кодов Хемминга процедура исследования включает в себя несколько этапов: поиск не примитивных кодов Хемминга, значение параметра k которых будет равняться единице; исследование непримитивных кодов Хемминга со значением параметра $k > 1$, а также выделение из этого списка наиболее перспективных кодов с сочетанием скорости и их корректирующей возможности; нахождение непримитивных кодов Хемминга, параметры которых будут совпадать с КВ-кодами. Рассмотрим поэтапно результаты поиска таких кодов.

В ходе поиска перспективных кодов Хемминга в диапазоне длин от 5 до 509 было исследовано 246 нечетных длин кодов, в итоге были получены следующие результаты.

Из 246 исследованных кодов – 46 имеют значение параметра t , равное 1, а из 46, которые имеют $t=1$, 38 имеют $k=1$, что в свою очередь говорит о том, что эти коды не интересны для приложений, так как являются низкоскоростными.

Проведя циклотомическое исследование оставшихся длин кодов со значением параметра $k > 1$ получаем 35 длин кодов с $d_{\text{реал min}}$, превосходящим значение три. Но не все из этих 35 будут интересны в практике. Хорошим кодом будет являться тот код, который будет иметь наименьшую избыточность проверочных бит, т. е. высокоскоростной код, и возможность коррекции многократных ошибок. В таблице 1 приведены 30 непримитивных высокоскоростных кодов Хемминга и их параметры.

Таблица 1. – Непримитивные коды Хемминга с значением $d_{\text{реал min}} > 3$ и отношением $k/n \geq 0,5$

n	m	k	k/n	$d_{\text{реал min}}$	n	m	k	k/n	$d_{\text{реал min}}$
23	11	12	0,52	5	311	155	156	0,50	7
47	23	24	0,51	5	313	156	157	0,50	5
71	35	36	0,51	7	335	132	203	0,61	5
95	36	59	0,62	5	355	140	215	0,61	5
97	48	49	0,51	5	359	179	180	0,50	7
115	44	71	0,62	5	383	191	192	0,50	5
143	60	83	0,58	5	407	180	227	0,56	5
167	83	84	0,50	5	409	204	205	0,50	7
169	156	13	0,08	5	431	43	388	0,90	5
191	95	96	0,50	7	437	198	239	0,55	5
193	96	97	0,50	5	475	180	295	0,62	5
235	92	143	0,61	5	479	239	240	0,50	11
239	119	120	0,50	7	485	48	437	0,90	5
253	110	143	0,57	5	499	166	333	0,67	5
263	131	132	0,50	5	503	251	252	0,50	5

Из них 23 кода имеют $d_{\text{реал min}} = 5$, коды на длинах 71, 191, 239, 311, 359, 409 имеют $d_{\text{реал min}} = 7$, а коды на длине 479 и $d_{\text{реал min}} = 11$, что дает им возможность корректировать пятикратные ошибки.

Согласно результатам [3] коды Хемминга простой длины $p = 8k \pm 1$ с полем определения $GF(2^{(p-1)/2})$ совпадают с КВ-кодами, а потому имеют минимальное расстояние $d \geq \sqrt{p}$.

Никаких ограничений на величину длины кода Хемминга (кроме требования нечетности) не существует. Отсюда следует, что реальное минимальное расстояние кодов Хемминга может принимать сколь угодно большие значения.

В таблице 2 приведены первые КВ-коды, являющиеся кодами Хемминга, с указанием их реального минимального расстояния.

Таблица 2. – Первые коды Хемминга, совпадающие с КВ-кодами

$n = p = 8s \pm 1$	17	23	41	47	71	79	97	103	137	167	191	193	199	239
$(p-1)/2 = m$	8	11	20	23	35	39	48	51	68	83	95	96	99	119
$\sqrt{p} \approx$	4,1	4,8	6,4	6,9	8,4	8,9	9,9	10,1	11,7	12,9	13,8	13,9	14,1	15,4
$n = p = 8s \pm 1$	263	271	311	313	359	367	383	401	409	449	463	479	487	503
$(p-1)/2 = m$	131	135	155	156	179	183	191	200	204	224	231	239	243	251
$\sqrt{p} \approx$	16,2	16,5	17,6	17,7	18,9	19,2	19,6	20	20,2	21,2	21,5	21,9	22,1	22,4

Из 246 исследуемых кодов 46 имеют длину n , являющуюся простым числом, а 28 относятся к КВ-кодам.

4. Исследование непримитивных БЧХ-кодов C_5 , C_7 в диапазоне нечетных длин от 9 до 509

Исследованию непримитивных БЧХ-кодов с проверочной матрицей C_5 подверглось 199 нечетных длин кодов. В ходе исследования было выявлено, что 28 длин не представляют никакого интереса для практики, так как параметр k принимает значение, равное единице.

В ходе циклотомического исследования, т. е. путем расчета и сравнения между собой циклотомических классов C^i , для каждой конкретной длины n оставшихся 172 длин кодов со значением параметра $k > 1$, получаем 50 длин кодов с $d_{\text{реал min}}$, превосходящим конструктивное значение. В таблице 3 приведены непримитивные БЧХ-коды с $d_{\text{реал min}}$, превосходящим конструктивное значение и их параметры.

Таблица 3. – Не примитивные БЧХ коды C_5 с $d_{\text{реал min}} > 5$

n	m	k	$d_{\text{реал min}}$	n	m	k	$d_{\text{реал min}}$	n	m	k	$d_{\text{реал min}}$
39	12	15	7	209	90	29	7	355	140	75	7
43	14	15	7	213	70	73	7	369	60	249	7
49	21	7	7	235	92	51	7	371	156	59	7
77	30	17	7	237	78	81	7	377	84	209	7
91	12	67	7	249	82	85	9	407	180	47	7
95	36	23	7	251	50	151	7	413	174	65	7
109	36	37	9	253	110	33	7	431	43	345	7
111	36	39	9	289	136	17	9	437	198	41	7
115	44	27	7	299	132	35	7	473	70	333	7
119	24	71	7	301	42	217	7	475	180	115	7
123	20	83	7	307	102	103	7	477	156	165	7
143	60	23	7	319	140	39	11	485	48	389	7
157	52	53	7	321	106	109	7	489	162	165	7
159	52	55	9	333	36	261	7	497	105	287	7
187	40	107	9	335	132	71	7	499	166	167	11
201	66	69	7	343	147	49	7	507	156	195	7
203	84	35	7	353	88	177	7				

Анализ значений таблицы 3 показал, что 42 кода имеют $d_{\text{реал min}} = 7$, коды на длинах 109, 111, 159, 187, 249, 289 имеют $d_{\text{реал min}} = 9$, а коды на длинах 319, 499 $d_{\text{реал min}} = 11$. По отношению $k/n \geq 0,5$ к высокоскоростным относятся 14 из 50, представленных с таблице 3, и это коды: 91, 119, 123, 187, 251, 301, 333, 353, 369, 377, 431, 473, 485, 497. Данные коды не только способны корректировать выше своих возможностей, но и способны передавать информацию с достаточно небольшой избыточностью.

К исследованию непримитивных БЧХ-кодов с проверочной матрицей C_7 подверглось 150 нечетных длин кодов из 246 возможных. В ходе исследования было выявлено, что 8 длин (43, 109, 157, 229, 277, 283, 307, 499) не представляют для нас никакого интереса, так как параметр k принимает значение, равное единице.

В ходе циклотомического исследования оставшихся 142 длин кодов со значением параметра $k > 1$ получаем 58 длин кодов с $d_{\text{реал min}}$, превосходящим конструктивное значение. В таблице 4 приведены непримитивные БЧХ-коды C_7 с $d_{\text{реал min}}$, превосходящим конструктивное значение и их параметры.

Таблица 4. – Непривитивные БЧХ коды C_7 с $d_{\text{реал min}} > 7$

n	m	k	$d_{\text{реал min}}$	n	m	k	$d_{\text{реал min}}$	n	m	k	$d_{\text{реал min}}$
33	10	3	9	207	66	9	9	363	110	33	9
39	12	3	9	213	70	3	11	369	60	189	9
51	8	27	9	219	18	165	9	377	84	125	11
57	18	3	9	221	24	149	9	391	88	127	9
69	22	3	13	223	37	112	9	393	130	3	11
73	9	46	9	237	78	3	9	417	138	3	11
87	28	3	13	247	36	139	9	423	138	9	9
89	11	56	9	249	82	3	11	439	73	220	9
99	30	9	9	251	50	101	9	445	44	313	9
111	36	3	13	261	84	9	9	447	148	3	11
113	28	29	9	281	70	71	11	459	72	243	9
123	20	63	9	291	48	147	9	477	156	9	11
141	46	3	15	297	90	27	9	485	48	341	9
153	24	81	9	303	100	3	11	489	162	3	11
159	52	3	13	305	60	125	9	493	56	325	9
177	58	3	11	309	102	3	9	501	166	3	11
183	60	3	11	321	106	3	9	505	100	205	9
185	36	77	9	323	72	107	9	507	156	39	9
187	40	67	11	333	36	225	9				
201	66	3	9	339	28	255	9				

Анализ значений таблицы 4 показал, что 39 кодов имеют $d_{\text{реал min}} = 9$, 14 - $d_{\text{реал min}} = 11$, коды на длинах 69, 87, 111, 159 имеют $d_{\text{реал min}} = 13$, а код на длине 141 $d_{\text{реал min}} = 15$. По отношению $k/n \geq 0,5$ к высокоскоростным относятся 18 из 58 представленных в таблице 4 и это коды: 51, 73 89, 123, 153, 219, 221, 223, 247, 291, 333, 339, 369, 439, 445, 459, 485, 493.

Проведенное циклотомическое исследование и анализ демонстрируют привлекательность для приложений кодов на рассмотренных длинах. Как правило, работы по более детальному и углубленному исследованию каждой из длин непривитивных БЧХ-кодов и кодов Хемминга [3, 7] дают более впечатляющие результаты, что в свою очередь приближает перспективу использования непривитивных кодов.

Заключение

В ходе циклотомического исследования непривитивных БЧХ-кодов и кодов Хемминга выявлено, что примерно треть непривитивных кодов имеют конструктивный декодирующий потенциал, многократно превышающий конструктивные возможности. Примерно шестая часть этих кодов является не только кодами, превышающими свой конструктивный декодирующий потенциал, но еще и высокоскоростными кодами. Перечисленные факторы обеспечивают перспективность для приложений многих представителей рассмотренного класса непривитивных БЧХ-кодов и кодов Хемминга.

Список литературы

1. Шеннон, К. Работа по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. – М. : ИЛ, 1963. – 732 с.
2. MacWilliams, F. J. The Theory of Error-Correcting Codes/ F. J. MacWilliams, N. J. A. Sloane // North-Holland Mathematical Library, 1977. –Vol.16. – 762 p.
3. Липницкий, В. А. Теория норм синдромов и плюс-декодирование / В. А. Липницкий, А. О. Олексюк // Доклады БГУИР. – 2014. – № 8. – С. 72–78.
4. Липницкий, В. А. Непривитивные коды Боуза – Чоудхури – Хоквингема и их основные параметры / В. А. Липницкий, А. В. Курилович, Л. В. Михайловская // Технологии

информатизации и управления: сб. науч. ст. / Ин-т технологий информатизации и управления БГУ. – Минск, 2011. – Вып. 2. – С. 43–49.

5. Липницкий, В. А. Норменное декодирование помехоустойчивых кодов и алгебраические уравнения / В. А. Липницкий, В. К. Конопелько. – Минск: Изд. центр БГУ, 2007. – 216 с.

6. Конопелько, В. К. Теория норм синдромов и перестановочное декодирование помехоустойчивых кодов / В. К. Конопелько, В. А. Липницкий. – М.: Едиториал; УРСС, 2004. – 176 с.

7. Липницкий, В. А. Оценка минимальных расстояний непримитивных кодов Хемминга / В. А. Липницкий, А. О. Олексюк // Изв. НАН Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2015. – № 2. – С. 103–110.

*Сведения об авторе:

Олексюк Артем Олегович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 30.06.2015 г.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ СЕКТОРА ОДНОВРЕМЕННОЙ РАБОТЫ СТАНЦИИ ПОМЕХ СПН-4 (СПН-2)

УДК 621.396.1

С. С. Реут, А. М. Целиковец,
К. А. Лаптинский*

Обоснована актуальность автоматизации процесса наведения антенной системы станции помех СПН-4 (СПН-2) при оптимизации пространственного положения ее сектора одновременной работы. С использованием основных понятий теории графов осуществлена математическая формализация задачи оптимизации пространственного положения сектора одновременной работы по критерию максимальной мощности излучаемых помех в направлении подавляемых целей.

The actuality of automatic process of directing antenna system of SPN-4/SPN-2 jamming station with the aim to optimize space position of the sector of station's work. Mathematical formalization of problem space position of the sector of station's work optimization according to the criteria of maximum power of radiated jam in the direction of jamming target has been made on base of theory of graphs.

В настоящее время станции помех СПН-4 и СПН-2 являются наиболее совершенными средствами прикрытия помехами наземных объектов от обнаружения их бортовыми РЛС самолетов. Основная отличительная особенность станций помех СПН-4 и СПН-2 – разведка и подавление с автосопровождением (далее – обслуживание) излучающих самолетных РЛС (далее – цели) в достаточно широкой области пространства, которая называется сектором

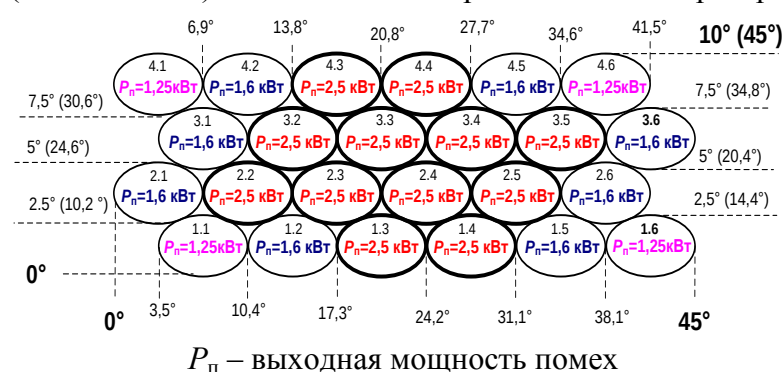


Рисунок 1. – Параметры СОР станции помех СПН-4 в режиме узких (широких) диаграмм направленности

одновременной работы (СОР) (рисунок 1).

Сектор одновременной работы образован 24 лучами многолучевой антенной решетки. Станция обеспечивает обслуживание целей в любом одном луче СОР или же одновременно в любых двух из 24 лучей [1]. При этом антенная система станции не перемещается, так как автосопровождение реализовано за счет автоматического подклю-

чения приемопередатчика к тому лучу (двум лучам), в котором в текущий момент времени находится подавляемая цель. Данный луч является направлением обслуживания цели (целей).

Сектор одновременной работы имеет неоднородную по мощности структуру (см. рисунок 1). В центральной области СОР станции СПН-4 мощность помех на выходе передающей антенной решетки максимальна и составляет 2,5 кВт, а по краям – в два раза меньше. Из этого следует, что отношение помеха /сигнал на входе приемника подавляемой цели будет максимальным в случае ее нахождения в центральных лучах СОР. Именно поэтому инструкция по эксплуатации станции помех [2] предписывает операторам полуавтоматически (нажатием кнопок на пульте управления) наводить на цели центральные лучи СОР. Иными словами, операторы должны оптимизировать пространственное положение СОР по критерию максимальной мощности излучаемых помех в направлении подавляемых целей. При этом следует учесть, что:

оптимизация положения СОР в большинстве случаев не является тривиальной задачей и требует соответствующего математического обеспечения процесса ее решения (при обслуживании целей в двух направлениях, а также при выборе наиболее целесообразного направления наведения антенн);

с одной стороны, инструкция по эксплуатации станции помех требует осуществлять оптимизацию положения СОР, с другой – в инструкции не представлен соответствующий алгоритм действий оператора.

Из вышеотмеченного следует наличие противоречия между реализованным в станции помех способом автосопровождения целей без перемещения антенной системы и необходимостью ее полуавтоматического наведения в оптимальное положение. Указанное противоречие обуславливает актуальность задачи автоматизации процесса наведения антенной системы для достижения максимально возможного отношения помеха /сигнал на входе приемников подавляемых целей. Автоматизация процесса наведения может быть осуществлена за счет реализации устройства, коммутирующего на пульте управления станцией кнопок ВПРАВО, ВЛЕВО, ВВЕРХ, ВНИЗ. Данное устройство должно за минимальное время реализовывать алгоритм оптимизации положения СОР по критерию максимальной мощности излучаемых помех в направлении подавляемых целей.

За счет оптимизации положения СОР должно выполняться условие при $N_0 = 1$

$$P_{\Pi} < P'_{\Pi},$$

при $N_0 = 2$

$$\begin{aligned} & [P_{\Pi 1} + P_{\Pi 2} < P'_{\Pi 1} + P'_{\Pi 2}] \equiv \\ & \equiv [(P'_{\Pi 1} > P_{\Pi 1} \& P'_{\Pi 2} > P_{\Pi 2}) \vee (P'_{\Pi 1} > P_{\Pi 1} \& P'_{\Pi 2} = P_{\Pi 2}) \vee (P'_{\Pi 1} = P_{\Pi 1} \& P'_{\Pi 2} > P_{\Pi 2})], \end{aligned} \quad (1)$$

где N_0 – количество направлений обслуживания целей;

P_{Π} и P'_{Π} – выходная мощность помех до и после оптимизации соответственно;

$P_{\Pi 1}$ и $P_{\Pi 2}$ – выходная мощность помех до оптимизации в 1-м и 2-м направлениях обслуживания соответственно;

$P'_{\Pi 1}$ и $P'_{\Pi 2}$ – выходная мощность помех после оптимизации в 1-м и 2-м направлениях обслуживания соответственно;

$\&$ и $\vee$ – операции логического умножения (И) и сложения (ИЛИ) соответственно;

$\equiv$ – знак тождества согласно [3].

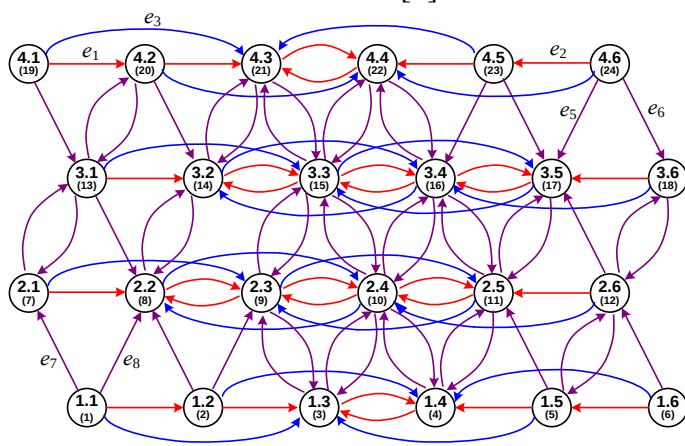


Рисунок 2. – Граф перемещений направлений обслуживания целей при оптимизации положения СОР

диаграмм направленности соответственно (значения времени наведения определены с учетом защиты от одновременных перемещений антенной системы по азимуту и углу места со скоростями $v_{\beta} = 5^\circ/\text{с}$ и $v_{\epsilon} = 2,5^\circ/\text{с}$ [1]);

$$P_{\Pi} \equiv [P_{\epsilon, \beta}] = \begin{bmatrix} 1,25 (0,7) & 1,6 (1,1) & 2,5 (1,3) & 2,5 (1,3) & 1,6 (1,1) & 1,25 (0,7) \\ 1,6 (1,1) & 2,5 (1,3) & 2,5 (1,3) & 2,5 (1,3) & 2,5 (1,3) & 1,6 (1,1) \\ 1,6 (1,1) & 2,5 (1,3) & 2,5 (1,3) & 2,5 (1,3) & 2,5 (1,3) & 1,6 (1,1) \\ 1,25 (0,7) & 1,6 (1,1) & 2,5 (1,3) & 2,5 (1,3) & 1,6 (1,1) & 1,25 (0,7) \end{bmatrix} \quad \text{– для СПН-4 (СПН-2),} \quad (3)$$

P_{Π} – множество параметров вершин графа (мощность помех на выходе передающей антенной решетки в соответствующем луче СОР), кВт;

$\epsilon = 1 \dots 4$, $\beta = 1 \dots 6$ – индексы вершин графа G (номера лучей СОР).

Перемещения направлений обслуживания целей в СОР, удовлетворяющие условию (1), представлены графом G (рисунок 2) [4]:

$$G = (E, T, P_{\Pi}),$$

где $E = \{e_1; e_2; e_3; e_4; e_5; e_6; e_7; e_8\}$ – множество дуг графа;

$$T = \{t_1; t_2; t_{3\text{У}}; t_{3\text{Ш}}\} = \{1,6 \text{ с}; 3,2 \text{ с}; 1,8 \text{ с}; 5 \text{ с}\} \quad (2)$$

T – множество весов дуг (время наведения на неподвижную в СОР цель), t_1 – вес дуг e_1 и e_2 ; $t_2 = 2 t_1$ – вес дуг e_3 и e_4 ; $t_{3\text{У}}$ и $t_{3\text{Ш}}$ – вес дуг e_5, e_6, e_7 и e_8 для режима узких и широких

Граф **G** предложено характеризовать следующими элементами: таблицами связности $C_1 \equiv [c_{1(i,j)}]$ для случая $N_0 = 1$ и $C_2 \equiv [c_{2(m,n)}]$ для случая $N_0 = 2$; таблицами энергетической связности $PC_1 \equiv [pc_{1(i,j)}]$ для случая $N_0 = 1$ и $PC_2 \equiv [pc_{2(m,n)}]$ для случая $N_0 = 2$; таблицами временной связности $TC_y \equiv [tc_{y(i,j)}]$ для режима узких диаграмм направленности антенной системы (УДН) и $TC_{ш} \equiv [tc_{ш(i,j)}]$ для режима широких диаграмм направленности (ШДН).

Таблица связности C_1 имеет размер $i \times j = 24 \times 24$. Элементы таблицы C_1 принимают значения $c_{1(i,j)} = 0$, если в графе **G** дуги (i, j) не существует, и $c_{1(i,j)} = 1$, если в графе **G** существует дуга (i, j) . Таблица связности вершин графа C_2 имеет размер $m \times n = 276 \times 276$. Значения элементов таблицы C_2 определяются по формуле (4), учитывающей условие сонаправленности смещения двух направлений обслуживания (5), которое в обязательном порядке имеет место при наведении антенной системы станции помех:

$$c_2 \left\{ \underbrace{[(\varepsilon_1, \beta_1), (\varepsilon_2, \beta_2)]}_m, \underbrace{[(\varepsilon'_1, \beta'_1), (\varepsilon'_2, \beta'_2)]}_n \right\} = \begin{cases} \underbrace{c_{1(\varepsilon_1, \beta_1)}}_{i_1} \underbrace{c_{1(\varepsilon'_1, \beta'_1)}}_{j_1} \underbrace{c_{1(\varepsilon_2, \beta_2)}}_{i_2} \underbrace{c_{1(\varepsilon'_2, \beta'_2)}}_{j_2} & \text{при условии (5),} \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (4)$$

$$\left[\varepsilon'_1 - \varepsilon_1 = \varepsilon'_2 - \varepsilon_2 = 0 \ \& \ \beta'_1 - \beta_1 = \beta'_2 - \beta_2 \right] \vee \left[|\varepsilon_1 - \varepsilon_2| = 1 \ \& \ \varepsilon'_1 - \varepsilon_1 = \varepsilon'_2 - \varepsilon_2 \ \& \right. \\ \left. \& \left[|\beta'_1 - \beta_1| = 1 \ \& \ |\beta'_2 - \beta_2| = 0 \right] \vee \left[|\beta'_1 - \beta_1| = 0 \ \& \ |\beta'_2 - \beta_2| = 1 \right] \right], \quad (5)$$

где $\varepsilon, \beta, \varepsilon', \beta'$ – индексы вершин графа **G** до и после оптимизации соответственно.

	1.1(i=1)	1.2(i=2)	1.3(i=3)	1.4(i=4)	1.5(i=5)	1.6(i=6)	2.1(i=7)	2.2(i=8)	2.3(i=9)	2.4(i=10)	2.5(i=11)	2.6(i=12)	3.1(i=13)	3.2(i=14)	3.3(i=15)	3.4(i=16)	3.5(i=17)	3.6(i=18)	4.1(i=19)	4.2(i=20)	4.3(i=21)	4.4(i=22)	4.5(i=23)	4.6(i=24)
1.1(i=1)	0	0,35	1,25	0	0	0	0,35	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2(i=2)	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3(i=3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4(i=4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5(i=5)	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.6(i=6)	0	0	0	1,25	0,35	0	0	0	0	0	0	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1(i=7)	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2(i=8)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3(i=9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4(i=10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5(i=11)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.6(i=12)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0
3.1(i=13)	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2(i=14)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3(i=15)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.4(i=16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5(i=17)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6(i=18)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0	0
4.1(i=19)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0	0	0	0	0	0,35	1,25	0	0	0	0
4.2(i=20)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0,9	0,9	0	0	0
4.3(i=21)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.4(i=22)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5(i=23)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0,9	0,9	0	0
4.6(i=24)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	1,25	0

Таблица энергетической связности PC_1 (6) получена путем сочетания таблицы C_1 с элементами множества P_n (4) для станции помех СПН-4. Элементы таблицы PC_1 представляют собой прирост выходной мощности помех, получаемый за счет оптимизации положения СОР. Размер таблицы PC_1 равен размеру таблицы C_1 , т. е. $i \times j = 24 \times 24$. Значения элементов таблицы PC_1 определяются по формуле

$$pc_{1(\varepsilon, \beta), (\varepsilon', \beta')} = (P_{\varepsilon', \beta'} - P_{\varepsilon, \beta}) c_{1(\varepsilon, \beta), (\varepsilon', \beta')}.$$

Таблица энергетической связности $\mathbf{PC}_2$ может быть получена путем сочетания таблицы $\mathbf{C}_2$ с множеством $\mathbf{P}_n$. Элементы таблицы $\mathbf{PC}_2$ представляют собой суммарный прирост выходной мощности помех, получаемых за счет оптимизации положения СОР при двух направлениях обслуживания целей. Размер таблицы $\mathbf{PC}_2$ равен размеру таблицы $\mathbf{C}_2$, т. е. $m \times n = 276 \times 276$. Значения элементов таблицы $\mathbf{PC}_2$ определяются по выражению

$$pc_{2[(\varepsilon_1, \beta_1), (\varepsilon_2, \beta_2)], [(\varepsilon'_1, \beta'_1), (\varepsilon'_2, \beta'_2)]} = [(P_{\varepsilon'_1, \beta'_1} - P_{\varepsilon_1, \beta_1}) + (P_{\varepsilon'_2, \beta'_2} - P_{\varepsilon_2, \beta_2})] c_{2[(\varepsilon_1, \beta_1), (\varepsilon_2, \beta_2)], [(\varepsilon'_1, \beta'_1), (\varepsilon'_2, \beta'_2)]}.$$

Положение СОР является оптимальным по критерию максимальной мощности излучаемых помех в направлении подавляемых целей лишь в том случае, если исходные направления обслуживания целей (строка $i \equiv (\varepsilon, \beta)$ – для таблицы $\mathbf{PC}_1$, $m \equiv [(\varepsilon_1, \beta_1), (\varepsilon_2, \beta_2)]$ – для $\mathbf{PC}_2$) не позволяют за счет перемещения СОР добиться положительных значений прироста мощности помех. Исходя из этого критериями оптимальности положения СОР являются формулы

при $N_0 = 1$

$$\max_j pc_{1(\varepsilon, \beta), (\varepsilon', \beta')} = 0, \quad (7)$$

при $N_0 = 2$

$$\max_n pc_{2[(\varepsilon_1, \beta_1), (\varepsilon_2, \beta_2)], [(\varepsilon'_1, \beta'_1), (\varepsilon'_2, \beta'_2)]} = 0. \quad (8)$$

Если исходное положение СОР не является оптимальным по соответствующему критерию (7) или (8), то для i -й (m -й) строки таблицы энергетической связности требуется выбрать столбцы $j_{\text{опт}} \equiv (\varepsilon'_{\text{опт}}, \beta'_{\text{опт}})$ ($n_{\text{опт}} \equiv [(\varepsilon'_{1\text{опт}}, \beta'_{1\text{опт}}), (\varepsilon'_{2\text{опт}}, \beta'_{2\text{опт}})]$), для которых значения прироста мощности помех максимальны:

$$pc_{1i, j_{\text{опт}}} = \max_j pc_{1i, j} - \text{при } N_0 = 1,$$

$$pc_{2m, n_{\text{опт}}} = \max_n pc_{2m, n} - \text{при } N_0 = 2.$$

В результате решения оптимизационной задачи определяется некоторая дуга (дуги) графа $\mathbf{G}$, вдоль которой должны смещаться направления обслуживания целей для удовлетворения соответствующему критерию оптимальности положения СОР ((7) или (8)).

Значения элементов таблицы $\mathbf{PC}_1$ (6) свидетельствуют, что оптимизация положения СОР по критерию (7) либо (8) достижима при смещении направления (направлений) обслуживания или только по одной единственно возможной дуге графа $\mathbf{G}$, или по одной из нескольких возможных дуг, которым соответствуют равные значения pc_1 (pc_2), а значит может иметь место неоднозначность выбора оптимальных положений СОР, которым соответствуют равные приросты мощности помех. Например, если при $N_0 = 1$ исходным направлением обслуживания является $i = 1 \equiv (\varepsilon = 1, \beta = 1)$, то оптимизация положения СОР достигается (см. рисунки 1 и 2) или перемещением его влево до смещения обслуживания в луч $j = 3 \equiv (\varepsilon = 1, \beta = 3)$, или перемещением СОР влево-вниз до смещения обслуживания в луч $j = 8 \equiv (\varepsilon = 2, \beta = 2)$ (смещение направлений обслуживания всегда противоположно перемещению СОР). В обоих случаях достигается максимально возможный прирост мощности помех $pc_{1(1,3)} = pc_{1(1,8)} = 1,25$ кВт (рисунок 3, а).

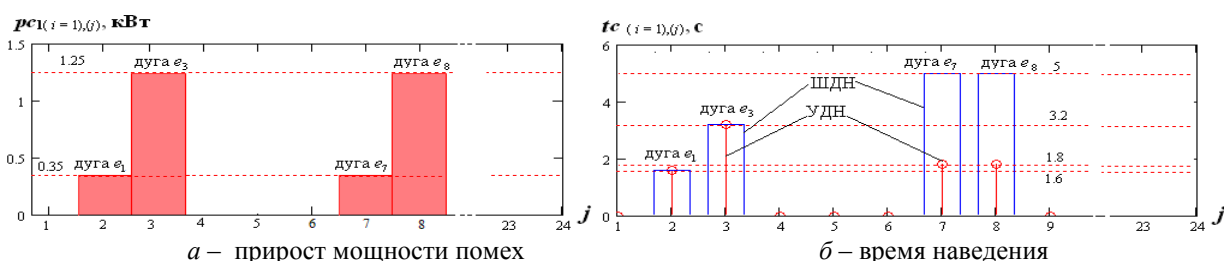


Рисунок 3. – Характеристики положения $i = 1 \equiv (\varepsilon = 1, \beta = 1)$ в графе перемещения $\mathbf{G}$

Для устранения неоднозначности выбора оптимальных положений СОР с равными приростами мощности помех pc_1 (pc_2) дополнительно к критериям (7) и (8) учитывается условие минимизации времени наведения антенной системы, которое согласно условию (5) не зависит от количества направлений обслуживания целей N_0 и обеспечивается при следующих соотношениях:

для режима УДН

$$tc_{yi,j^*_{\text{опт}}} = \min_{j_{\text{опт}}} tc_{y(\varepsilon,\beta)} \underbrace{(\varepsilon'_{\text{опт}}, \beta'_{\text{опт}})}_{j_{\text{опт}}}, \quad (9)$$

для режима ШДН

$$tc_{\text{ш}i,j^*_{\text{опт}}} = \min_{j_{\text{опт}}} tc_{\text{ш}(\varepsilon,\beta)} \underbrace{(\varepsilon'_{\text{опт}}, \beta'_{\text{опт}})}_{j_{\text{опт}}}, \quad (10)$$

где $tc_{y(\text{ш})i,j}$ – элементы таблиц временной связности $\text{ТС}_y \equiv [tc_{y(i,j)}]$ (для режима УДН) и $\text{ТС}_{\text{ш}} \equiv [tc_{\text{ш}(i,j)}]$ (для режима ШДН).

Таблицы временной связности вершин графа перемещения получены сочетанием таблицы связности $\text{С}_1 \equiv [c_{1(i,j)}]$ с множеством весов дуг T (2).

	1.1(j=1)	1.2(j=2)	1.3(j=3)	1.4(j=4)	1.5(j=5)	1.6(j=6)	1.2.1(j=7)	1.2.2(j=8)	2.3(j=9)	2.4(j=10)	2.5(j=11)	2.6(j=12)	3.1(j=13)	3.2(j=14)	3.3(j=15)	3.4(j=16)	3.5(j=17)	3.6(j=18)	4.1(j=19)	4.2(j=20)	4.3(j=21)	4.4(j=22)	4.5(j=23)	4.6(j=24)
1.1 (i=1)	0	1,6	3,2	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 (i=2)	0	0	1,6	3,2	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3 (i=3)	0	0	0	1,6	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4 (i=4)	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5 (i=5)	0	0	3,2	1,6	0	0	0	0,9	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.6 (i=6)	0	0	0	3,2	1,6	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1 (i=7)	0	0	0	0	0	0	0	1,6	3,2	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2 (i=8)	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	3,2	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 (i=9)	0	0	1,8 (5)	0	0	0	0	1,6	0	1,6	3,2	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4 (i=10)	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	3,2	1,6	0	1,6	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5 (i=11)	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	0	3,2	1,6	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	0
2.6 (i=12)	0	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	0	3,2	1,6	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0
ТС _{y(ш)} , с =	3.1 (i=13)	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	1,6	3,2	0	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	0
3.2 (i=14)	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	1,6	3,2	0	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0
3.3 (i=15)	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	1,6	0	1,6	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0
3.4 (i=16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	3,2	1,6	0	1,6	0	0	0	0	1,8 (5)	0	0
3.5 (i=17)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	3,2	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6 (i=18)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	3,2	1,6	0	0	0	0	0	0	0
4.1 (i=19)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	1,6	3,2	0	0	0
4.2 (i=20)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	1,6	3,2	0
4.3 (i=21)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	0	0	1,6	0
4.4 (i=22)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	0	1,6	0	0
4.5 (i=23)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	3,2	1,6	0
4.6 (i=24)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8 (5)	1,8 (5)	0	0	0	3,2	1,6

Для примера, проиллюстрированного рисунком 3, а, неоднозначность выбора оптимального положения СОР из двух возможных ($j_{\text{опт}} = 3$ и $j_{\text{опт}} = 8$) с равными приростами мощности помех ($pc_{1(1,3)} = pc_{1(1,8)} = 1,25$ кВт) устраняется за счет выбора меньшего из значений $tc_{(1,3)}$ и $tc_{(1,8)}$ – элементов таблицы $ТС_{y(III)}$ (11). Зависимости, представленные на рисунке 3, б, свидетельствуют, что при исходном положении цели в луче $i = 1 \equiv (\epsilon = 1, \beta = 1)$ оптимальным по критерию (7) с учетом условий (9) и (10) является положение $j^*_{\text{опт}} = 8 \equiv (\epsilon'_{\text{опт}} = 2, \beta'_{\text{опт}} = 2)$ – для режима УДН и $j^*_{\text{опт}} = 3 \equiv (\epsilon'_{\text{опт}} = 1, \beta'_{\text{опт}} = 3)$ – для режима ШДН.

Таким образом, в статье обоснована актуальность задачи автоматизации процесса наведения на цели антенной системы станции помех СПН-4 (СПН-2). Решение указанной задачи обеспечит как упрощение процесса ведения боевой работы операторами станции, так и снижение времени наведения антенн. При наведении антенн на цели должен реализовываться алгоритм оптимизации положения СОР по критерию максимальной мощности излучаемых помех в направлении подавляемых целей. Для последующей разработки указанного алгоритма осуществлена математическая формализация оптимизационной задачи.

Список литературы

1. Изделие 1РЛ248-4. Техническое описание. Ч. 1.
2. Изделие 1РЛ248-4. Инструкция по эксплуатации. Ч. 1.
3. Корн, Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1978. – 832 с.
4. Целиковец, А. М. Обоснование графа перемещения целей в секторе одновременной работы станции помех / А. М. Целиковец, К. А. Лаптинский, С. С. Реут // Сб. науч. ст. курсантов УО «ВА РБ». – 2015. – № 13.

*Сведения об авторах:

Реут Станислав Станиславович,
Лаптинский Кирилл Александрович,
УО «Военная академия Республики Беларусь»;
Целиковец Алексей Михайлович,
в/ч 97063.
Статья поступила 02.06.2015 г.

4. РАЗРАБОТКА, МОДЕРНИЗАЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ИНТЕРВАЛЬНЫХ ОЦЕНОК КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ ПИРСОНА ЗАВИСИМЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

УДК 519.22

И. М. Косачев, М. М. Касперович*

В данной статье излагаются методики расчета коэффициента корреляции Пирсона зависимых случайных величин в процессе разработки и испытаний вооружения, военной и специальной техники, а также определения необходимого объема выборки для его оценивания с требуемыми значениями показателей достоверности и точности.

Methods for calculating the Pearson correlation coefficient of dependent random variables for the development and testing of weapons, military and special equipment are considered. The required sample size for evaluating the Pearson correlation coefficient with the required reliability and accuracy of figures is shown.

Введение

В Концепции строительства и развития Вооруженных Сил (ВС) Республики Беларусь на период до 2020 года, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь – Главнокомандующим Вооруженными Силами в декабре 2008 года, определено, что целью строительства и развития наших ВС на данный период является повышение их боеспособности прежде всего за счет модернизации и переоснащения новыми системами вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), роста качества подготовки органов военного управления и войск (сил) [1–4].

Выполнение поставленной задачи осуществляется следующими тремя основными путями [1–4]:

- посредством закупки в Российской Федерации новых ВВСТ и поставки их в наши войска (силы);

- проведением предприятиями оборонного сектора экономики (ОСЭ) Республики Беларусь капитального ремонта и модернизации находящихся на вооружении наших ВС ВВСТ, обладающих достаточным модернизационным потенциалом;

- за счет разработки предприятиями Госкомвоенпрома Республики Беларусь самостоятельно или в кооперации с предприятиями ОСЭ Российской Федерации новых ВВСТ для нужд наших ВС, а также на экспорт.

При реализации указанных путей перевооружения наших ВС на новые ВВСТ требуется решение следующих основных научно-методических задач:

- получение достоверной и точной оценки тактико-технических характеристик (ТТХ) закупаемых, модернизируемых или разрабатываемых (испытываемых) образцов ВВСТ;

- сравнение имеющихся или ожидаемых ТТХ этих образцов ВВСТ с лучшими мировыми аналогами и разрабатываемыми перспективными зарубежными образцами в целях исключения принятия ошибочного решения на закупку, проведение модернизации или разработку неинновационного образца ВВСТ для наших ВС;

- разработка научно обоснованных тактико-технических заданий (ТТЗ) на модернизацию или разработку новых перспективных образцов ВВСТ для наших ВС;

- разработка инновационной методологии проведения предварительных и государственных испытаний модернизируемых или разрабатываемых образцов ВВСТ

ввиду несовершенства существующей методологии их испытаний, а также отсутствия в Республике Беларусь государственного межвидового испытательного полигона.

Ученые военно-научной школы профессора И. М. Косачева вносят свой посильный вклад в решение указанных научно-методических задач. В частности, нами решены следующие основные задачи.

Первая – разработаны две методики, базирующиеся на современной теории вооружения [5–11]. Первая методика [12] позволяет провести количественный сопоставительный анализ между собой (по показателю интегральной боевой эффективности) и проранжировать однотипные образцы ВВСТ, предлагаемые к закупке, и определить наиболее эффективный из них. Вторая методика [13] позволяет на базе таких же количественных оценок с учетом имеющихся и перспективных боевых возможностей войск (сил) противника и характера современных и будущих войн ответить на вопрос: к какой категории относятся закупаемый или планируемый к производству ВВСТ: к перспективным, современным или морально устаревшим образцам? Придание данным методикам статуса руководящего документа позволит исключить закупку или постановку на производство морально устаревших образцов ВВСТ для ВС Республики Беларусь.

Вторая – разработан новый нормативно-технический документ (НТД) ОТТ 1.2.10-2015 «Общие требования к методам государственных испытаний ВВТ» [14]. В нем излагаются: классификация методов государственных испытаний, которая включает натурные испытания, полунатурные испытания, математическое моделирование и опытно-теоретический (или комбинированный) методы. Изложены общие требования к методам государственных испытаний ВВТ, а также специфические требования к четырем вышеперечисленным методам: условия применимости каждого метода испытаний, необходимая для них лабораторно-испытательная база (ЛИБ), а также сформулирован перечень задач, решаемых каждым методом испытаний. Целесообразно продолжить данные исследования в направлении развития теоретических основ указанных методов испытаний ВВСТ и издания учебника для подготовки в Военной академии инженеров-испытателей различных ВВСТ.

Третья – разработаны тактико-технические требования, принципы построения и облик двух комплексных испытательно-моделирующих установок (КИМУ):

первая КИМУ предназначена для полунатурных испытаний различных автоматизированных систем управления (АСУ) войсками и оружием военно-воздушных сил (ВВС) и войск противовоздушной обороны (ПВО) [15];

вторая – для полунатурных испытаний различных радиотехнических ВВСТ, к которым относятся: радиолокационные станции (РЛС), станции радиотехнической разведки, мобильные средства связи, зенитные ракетные комплексы, комплексы противоракетной обороны, истребительные боевые авиационные комплексы, радионавигационные системы летательных аппаратов, бортовые РЛС авиационных комплексов радиолокационного дозора и наведения, радиолокационные головки самонаведения и радиовзрыватели различных ракет и т. д. [16].

В состав данных КИМУ, представляющих собой локальные вычислительные сети с выделенным сервером, входят следующие обеспечения: математическое, информационно-справочное, техническое, методическое, лингвистическое, программное и метрологическое, которые размещаются на автоматизированных рабочих местах (АРМ) инженеров-испытателей ВВСТ.

По опыту применения подобных КИМУ они позволяют [15–22]:

снять многие проблемы, связанные с отсутствием на территории Республики Беларусь государственного научно-исследовательского, испытательного полигона для наших ВС;

в 5–10 раз сократить объем натурных (летных и стрельбовых) испытаний различных АСУ войсками и оружием и радиотехнических ВВСТ;

в 2–3 раза сократить общие сроки и финансовые затраты на проведение испытаний ВВСТ;

обеспечить повышение ТТХ испытуемых образцов ВВСТ.

Четвертая – кардинально развит и неоднократно использовался в процессе разработки и испытаний различных образцов ВВСТ метод (технология) построения аналитических математических моделей и аналитического математического моделирования боевой работы различных образцов ВВСТ [23–27]. Данная инновационная технология позволяет за один машинный прогон рассчитать эффективность разрабатываемого или испытуемого образца ВВСТ с такой же точностью, как и классический метод имитационного математического моделирования (метод Монте-Карло) за 300–500 модельных экспериментов. Благодаря этому время, затрачиваемое на аналитическое математическое моделирование, сокращается в 10–50 раз по сравнению с методом Монте-Карло.

Пятая – разработаны новые алгоритмы высокоточной фильтрации многомерных негауссовых случайных процессов, протекающих в испытуемом образце ВВСТ, средствах внешнетраекторных и внутрисистемных измерений [28]. Синтезированные высокоточные фильтры за счет адаптивного автоматического учета высших апостериорных центральных вероятностных моментов требуемого порядка обеспечивают в 6–10 раз более высокую точность фильтрации многомерных негауссовых случайных процессов, а также помехоустойчивость по сравнению с классическими фильтрами Калмана.

Шестая – в настоящее время ведется разработка новых теоретических основ общей инновационной методологии испытаний различных образцов ВВСТ с упором на методы полунатурных испытаний, аналитического математического моделирования, высокоточной фильтрации, теории факторного планирования испытаний, теории математической статистики, а также автоматизации всех этапов испытаний.

Учитывая несовершенство имеющихся методик по оценке соответствия ТТХ разрабатываемых или (и) испытуемых образцов ВВСТ требованиям ТТЗ на ОКР, в предыдущих отчетах о НИР и статьях [12–14, 29] разработаны следующие методические рекомендации:

- по получению репрезентативной выборки регистрируемых параметров и ТТХ испытуемых образцов ВВСТ;

- предварительной обработке полученной выборки, включающей проверку однородности выборки, статистической независимости ее элементов, наличия выбросов и тренда (смещения) в выборке, проверку распределения элементов выборки на нормальность, стационарность и эргодичность;

- расчету интервальных оценок различных числовых характеристик (математического ожидания, дисперсии, вероятности искомого события, высших центральных вероятностных моментов и т. д.) регистрируемых параметров и ТТХ испытуемого образца ВВСТ, без чего невозможна правильная оценка соответствия (или несоответствия) этих ТТХ требованиям ТТЗ на ОКР, а также объективная оценка рисков его Заказчика и Разработчика;

- определению требуемого объема выборки, обеспечивающего получение интервальных оценок указанных выше числовых характеристик с заданной доверительной вероятностью и относительной погрешностью.

В данной статье излагаются методики расчета интервальной оценки коэффициента корреляции Пирсона двух зависимых непрерывных случайных величин X и Y , базирующиеся на использовании распределений Лапласа, Стюдента и Фишера. В ней также приведены формулы и таблицы по определению требуемого объема выборки, обеспечивающего получение точечных и интервальных оценок указанного коэффициента корреляции с заданной доверительной вероятностью и относительной погрешностью.

Без достоверного знания парного и множественного, линейного и нелинейного коэффициентов корреляции непрерывных, дискретных и непрерывно-дискретных случайных величин (параметров ВВСТ) невозможно проведение корреляционного и регрессионного анализа разрабатываемого или испытуемого образца ВВСТ.

Напомним, что корреляционным анализом называется статистический метод изучения взаимосвязи двух (X , Y) и более непрерывных или дискретных случайных величин, основанный на теоретическом расчете или экспериментальном определении парного или

множественного коэффициента линейной корреляции Пирсона между этими случайными величинами [30–47].

В ходе проведения корреляционного анализа случайных величин (параметров и ТТХ испытуемого образца ВВСТ) решаются следующие основные задачи:

установление наличия ($r_{xy} \neq 0$) или отсутствия ($r_{xy} = 0$) корреляционной связи между случайными величинами (параметрами и ТТХ образца ВВСТ);

определение вида (функциональная или корреляционная), степени (сильная, средняя, слабая), формы (линейная или нелинейная) и направления (положительная или отрицательная) корреляционной связи между случайными величинами (параметрами и ТТХ образца ВВСТ);

определение значимости рассчитанного выборочного коэффициента корреляции r_{xy} для генеральной совокупности случайных величин и нахождение интервальной оценки для генерального коэффициента корреляции;

ранжирование случайных величин (параметров и частных ТТХ образца ВВСТ) по степени их влияния на интегральную выходную величину (интегральную ТТХ) и отбор наиболее значимых (релевантных) параметров в целях построения адекватной математической модели испытуемого образца ВВСТ;

обнаружение неизвестных и неучтенных в математической модели образца ВВСТ линейных корреляционных связей между интегральным показателем боевой эффективности образца ВВСТ и его параметрами.

Однако следует отметить, что корреляционный анализ позволяет установить лишь наличие (или отсутствие), величину и направление (знак) только линейной корреляции между случайными величинами (параметрами и ТТХ образца ВВСТ). Задачи определения наличия нелинейной корреляционной связи между случайными величинами (параметрами и ТТХ образца ВВСТ), функциональной (формульной) зависимости и причинно-следственной связи между ними методом корреляционного анализа не решаются. Эти задачи могут быть решены методом регрессионного анализа.

Регрессионным анализом называется статистический метод установления наличия, определения вида и изучения нелинейной взаимосвязи двух и более непрерывных или дискретных случайных величин, основанный на теоретическом расчете или экспериментальном определении их парных или множественных коэффициентов детерминации или корреляционного отношения, а также обеспечивающий решение задач интерполяции и экстраполяции зависимых переменных по уравнению регрессии без проведения дополнительных испытаний [32, 37, 39–49].

В ходе проведения регрессионного анализа случайных величин (ТТХ образца ВВСТ) решаются следующие основные задачи:

установление формы зависимости между случайными величинами (параметрами и ТТХ образца ВВСТ) – линейная или нелинейная;

определение функции регрессии и ее параметров, т. е. нахождение аналитической зависимости между зависимой (выходной) переменной и независимыми случайными величинами (параметрами);

нахождение степени влияния на выходную величину (ТТХ образца ВВСТ) основных (релевантных) и второстепенных факторов (параметров) по величине коэффициента детерминации или величине коэффициента корреляционного отношения;

оценка неизвестных значений зависимой (выходной) переменной по уравнению регрессии в интервалах между измерениями независимых переменных в ходе испытаний (задача интерполяции оцениваемой ТТХ образца ВВСТ) и за суммарной областью их измерений (задача пролонгации (экстраполяции) ТТХ образца ВВСТ). Это позволяет значительно сократить потребный объем испытаний ВВСТ, а также предсказать (спролонгировать) ТТХ образца ВВСТ при изменении его параметров, входных задающих и возмущающих воздействий.

Таким образом, при испытаниях ВВСТ требуется совместное применение методов корреляционного и регрессионного анализа. Такой интегральный метод получил название «метода корреляционно-регрессионного анализа» [32, 39–49].

Однако следует отметить, что разработанный к настоящему времени математический аппарат корреляционно-регрессионного анализа базируется на том, что элементы выборки y_i являются взаимно независимыми и нормально распределенными случайными величинами, а функции (линии) регрессии являются гладкими, что не всегда выполняется на практике [39, 46–49].

Как видно из вышесказанного, для проведения корреляционно-регрессионного анализа разрабатываемых или испытываемых образцов ВВСТ требуется прежде всего получение достоверных и точных интервальных оценок выборочных коэффициентов корреляции двух и более случайных величин (параметров и ТТХ ВВСТ).

Однако проведенный авторами статьи анализ значительного количества (более 100) доступных нам НТД (ГОСТов, ОТТ), математической и научно-технической литературы показал, что в них отсутствуют:

научно обоснованная, однозначная и непротиворечивая инженерная методика расчета интервальной оценки выборочного коэффициента корреляции двух и более зависимых случайных величин (процессов);

методика расчета потребного для этого объема выборки (испытаний образца ВВСТ), обеспечивающего получение этой оценки с заданной доверительной вероятностью не менее 0,9 и относительной погрешностью не более 10 %.

Читателям может показаться, что авторы статьи «раздувают из мухи слона». Однако решение данной научной задачи имеет важное значение для современной методологии испытаний ВВСТ, что обусловлено следующим.

Во-первых, коэффициенты корреляции входят в методики расчета большинства числовых характеристик оцениваемых ТТХ разрабатываемых или испытываемых образцов ВВСТ.

Например, промах ракеты или снаряда в картинной плоскости относительно цели характеризуется системой двух случайных величин: промахами в вертикальной h_y и горизонтальной h_z плоскостях. Если же рассматривать пространственный промах относительно цели, то он представляет уже систему из трех случайных величин: промахов по осям X (h_x), Y (h_y), и Z (h_z). Учитывая, что эти составляющие промаха, как правило, коррелированы между собой, то для правильного расчета математического ожидания и дисперсии плоскостного или пространственного промаха необходимо достоверное знание величин корреляционных моментов между этими составляющими промаха.

Так, математическое ожидание произведения двух и более зависимых случайных величин (параметров и ТТХ ВВСТ) равно произведению их математических ожиданий плюс сумма всех взаимных корреляционных моментов этих случайных величин [29, 30, 34–36]:

$$M \left[\prod_{i=1}^m Y_i \right] = \prod_{i=1}^m M_{y_i} + \sum_{i,j=1}^n K_{ij}, \quad (1)$$

где M_{y_i} – математическое ожидание i -й случайной величины (параметра или ТТХ образца ВВСТ);

K_{ij} – взаимный центральный корреляционный момент i -й и j -й случайных величин;

$n = m(m-1)/2$ – число взаимных центральных корреляционных моментов, соответствующих числу m перемножаемых зависимых случайных величин (параметров ВВСТ), равное: 1 при $m = 2$; 3 при $m = 3$; 6 при $m = 4$; 10 при $m = 5$ и т. д.

Дисперсия суммы (разности) двух и более зависимых случайных величин (параметров ВВСТ) равна сумме их дисперсий плюс (минус) все их удвоенные смешанные корреляционные моменты

$$D\left[\sum_{i=1}^m Y_i\right] = \sum_{i=1}^m D_{y_i} + 2\sum_{i=1}^m \sum_{j=i+1}^m K_{ij}. \quad (2)$$

Взаимные центральные корреляционные моменты зависимых случайных величин (параметров ВВСТ) также входят в формулы расчета математических ожиданий, дисперсий, высших центральных вероятностных моментов, коэффициентов асимметрии и эксцесса и т. д. и при выполнении других операций над зависимыми случайными величинами (процессами): их деление, возведение в квадрат, извлечение корня квадратного и т. д. Поэтому недостоверная оценка коэффициента корреляции неизбежно приведет к неправильному расчету указанных числовых характеристик зависимых случайных величин (параметров), на основании которых рассчитываются другие ТТХ испытуемого образца ВВСТ.

Во-вторых, для правильного расчета вероятности попадания ракеты (снаряда) в круг или сферу заданного относительно цели радиуса необходимо знание двух- и трехмерной плотности распределения вероятностей (ПРВ) (или рассчитываемых на основе этих ПРВ высших центральных вероятностных моментов) промахов ракеты (снаряда). Выражение для двухмерной ПРВ зависимых случайных величин имеет следующий вид [33, 34]:

$$\omega(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-r_{xy}^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2(1-r_{xy}^2)}\left[\frac{(x-M_x)^2}{2\sigma_x^2} - \frac{2r_{xy}(x-M_x)(y-M_y)}{\sigma_x\sigma_y} + \frac{(y-M_y)^2}{2\sigma_y^2}\right]\right\}, \quad (3)$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции случайных величин (процессов) X и Y (например, промахов h_x и h_y).

Из формулы (3) видно, что неточное знание коэффициента корреляции r_{xy} приведет к неточному описанию двухмерной ПРВ и как следствие этого к неправильному расчету вероятности попадания ракеты (снаряда) в заданную область, а значит, и вероятности поражения цели.

Еще более недостоверными получаются точечные и интервальные оценки ТТХ испытуемого образца ВВСТ, если при их расчете используются трех, четырех и n -мерные ПРВ коррелированных случайных величин (процессов) при неточном определении входящих в них парных и множественных коэффициентов корреляции.

В-третьих, неточное знание коэффициентов линейной и нелинейной парной и множественной корреляции не позволяет получать достоверные результаты и делать правильные выводы при проведении корреляционного и регрессионного анализа испытуемых образцов ВВСТ. Так, например, даже при нормальной совместной ПРВ двух случайных величин (параметров ВВСТ) X и Y уравнения линейной регрессии Y на x и X на y аналитически описываются так [30–32, 35–49]:

$$M_{Y/x} = M_y + r_{xy} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - M_x); \quad (4)$$

$$M_{X/y} = M_x + r_{xy} \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (y - M_y). \quad (5)$$

Погрешности расчета этих уравнений регрессии характеризуются условными СКО, которые рассчитываются по следующим формулам:

$$\sigma_{Y/x} = \sigma_y \sqrt{1-r_{xy}^2}; \quad (6)$$

$$\sigma_{X/Y} = \sigma_X \sqrt{1 - r_{xy}}. \quad (7)$$

Из формул (4) – (7) видно, что они содержат коэффициент корреляции r_{xy} случайных величин X и Y , следовательно, при неточном его определении становится невозможным достоверное и точное решение всех задач корреляционно-регрессионного анализа ВВСТ.

Особенно недостоверными будут результаты множественного нелинейного корреляционно-регрессионного анализа ВВСТ и других сложных технических систем.

В-четвертых, неточное знание линейных и нелинейных, парных и множественных коэффициентов корреляции зависимых случайных величин и процессов неизбежно приведет к неточному оцениванию многих ТТХ испытуемого образца ВВСТ. Вследствие этого невозможно правильно оценить соответствие (или несоответствие) полученных ТТХ испытуемого образца ВВСТ требованиям ТТЗ на ОКР, а также риски его Заказчика и Разработчика.

1. Методика расчета коэффициента корреляции Пирсона зависимых случайных величин

В соответствии с действующим в Республике Беларусь и Российской Федерации международным стандартом СТБ ГОСТ Р 50779.10-2001 [50] центральным корреляционным моментом (или ковариацией) двух случайных величин называется математическое ожидание произведения центрированных значений этих случайных величин, т. е.

$$K_{xy} = M \left[\overset{\circ}{X} \cdot \overset{\circ}{Y} \right] = M \left[(X - M_x)(Y - M_y) \right]. \quad (8)$$

Однако необходимо отметить, что выражение (8) в различной современной научно-технической литературе называется по-разному:

англоязычной литературе и в указанном выше стандарте оно называется «ковариацией» и обозначается $Cov(X, Y)$;

большинстве русскоязычной технической литературы – «корреляционным моментом» – K_{xy} ;

русскоязычной литературе, посвященной исследованию непрерывных случайных процессов, для исключения путаницы с матрицей корреляционных функций $K_{xy}(t_1, t_2)$ двух, трех и других многомерных случайных процессов – «взаимным (смешанным, совместным) центральным корреляционным моментом» или для краткости – «взаимной дисперсией» и обозначают D_{xy} .

Смешанный (совместный, взаимный) центральный корреляционный момент K_{xy} может быть вычислен и по другой формуле вида:

$$K_{xy} = M \left[X \cdot Y - M_x \cdot M_y \right]. \quad (9)$$

Размерность ковариации равна произведению размерностей случайных величин X и Y , что является весьма неудобным при ее практическом применении в ходе испытаний ВВСТ. Поэтому в теории вероятностей и математической статистики для характеристики связи между случайными величинами X и Y в чистом виде переходят от взаимного (смешанного, совместного) центрального корреляционного момента K_{xy} к безразмерной характеристике – коэффициенту корреляции, определяемому так:

$$r_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}. \quad (10)$$

Коэффициент корреляции r_{xy} для двух случайных величин также называется «парным линейным коэффициентом корреляции Пирсона».

Выборочный коэффициент корреляции в действующем НТД СТБ ГОСТ Р 50779.10-2001 определяется как частное от деления выборочной ковариации двух случайных величин на произведение их выборочных СКО:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}}. \quad (11)$$

В процессе испытаний ВВСТ расчет выборочного коэффициента корреляции рекомендуется осуществлять по формуле (12), которая более удобна и менее чувствительна к ошибкам округления входящих в нее чисел [35, 36, 40, 41]:

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}. \quad (12)$$

Так как входящие в выражения (11) и (12) выборочные математические ожидания и выборочные дисперсии при ограниченном объеме выборки являются случайными величинами, то и выборочный коэффициент корреляции также является случайной величиной. Поэтому для него также должны быть найдены доверительная вероятность и доверительный интервал, с которыми он рассчитан по результатам испытаний ВВСТ. При очень большом объеме выборки выборочный коэффициент корреляции по величине практически совпадает (сходится по вероятности) с генеральным коэффициентом корреляции.

Теперь перейдем к рассмотрению физической сущности и свойств коэффициента парной корреляции случайных величин.

2. Физическая сущность и свойства коэффициента парной корреляции Пирсона зависимых случайных величин

Физическая сущность коэффициента парной корреляции состоит в том, что он характеризует не только степень рассеяния двумерной НСВ (X, Y) вокруг центра рассеяния (M_x, M_y) , но и степень линейной зависимости между этими двумя случайными величинами.

Степень линейной зависимости между случайными величинами X и Y может быть функциональной (жесткой) и стохастической (вероятностной).

На рисунках 1–8 на координатной плоскости xOy черными «жирными» точками изображены координаты наблюдаемой двумерной случайной величины (X, Y) , полученные по результатам моделирования на ПЭВМ. Положение этих точек на рисунках 1–10 называется корреляционным полем или диаграммой рассеяния двумерной НСВ (X, Y) .

Линия cd , проходящая посередине корреляционного поля, называется выборочной линией регрессии, а ее аналитическое выражение называется выборочной функцией регрессии.

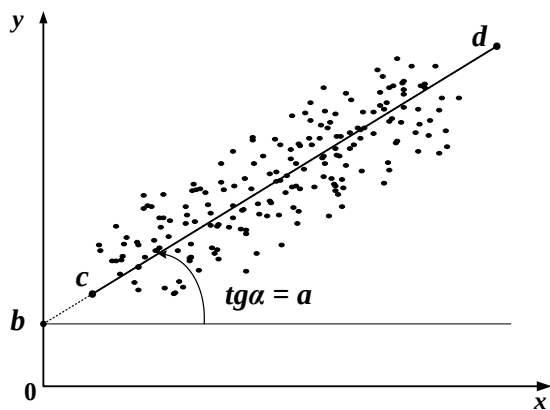


Рисунок 1. – Пример линейной корреляционной связи между X и Y

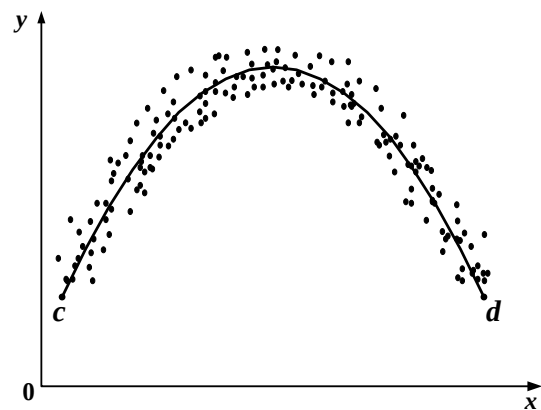


Рисунок 2. – Пример нелинейной корреляционной связи между X и Y

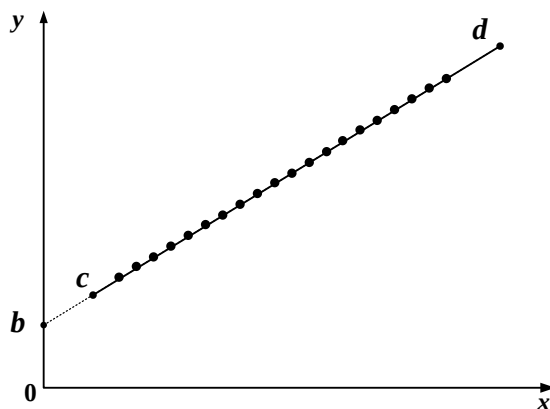


Рисунок 3. – Пример положительной линейной функциональной связи между X и Y

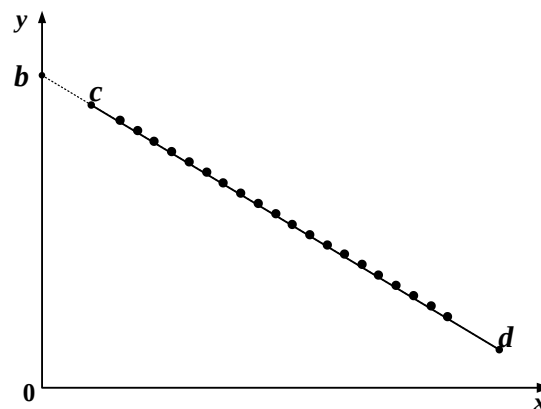


Рисунок 4. – Пример отрицательной линейной функциональной связи между X и Y

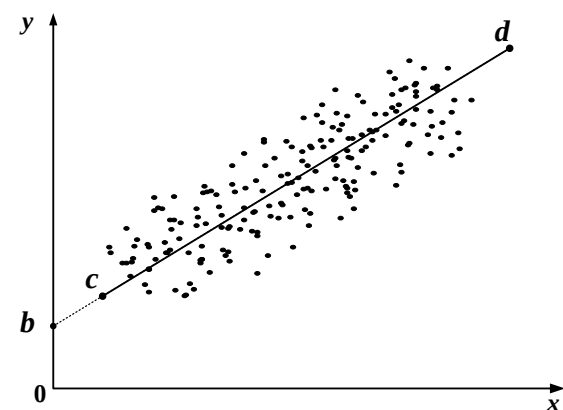


Рисунок 5. – Пример положительной сильной линейной корреляционной связи между X и Y

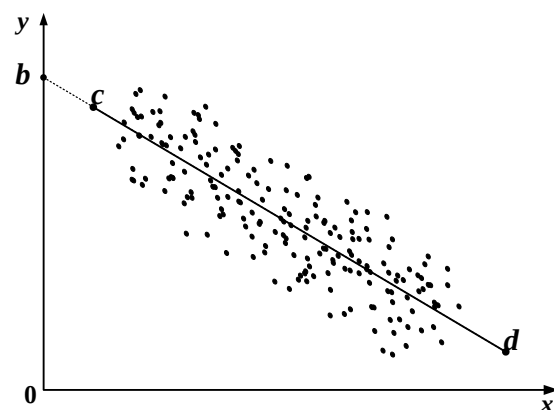


Рисунок 6. – Пример отрицательной сильной линейной корреляционной связи между X и Y

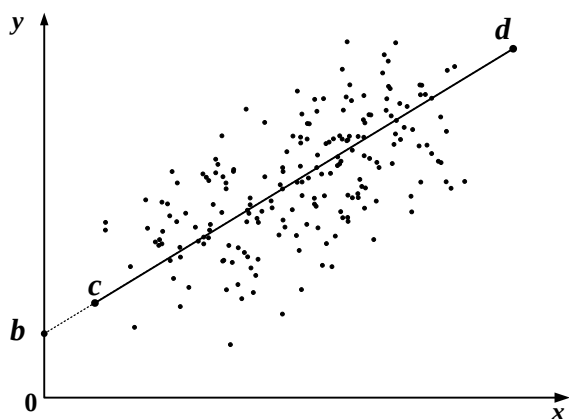


Рисунок 7. – Пример положительной средней линейной корреляционной связи между X и Y

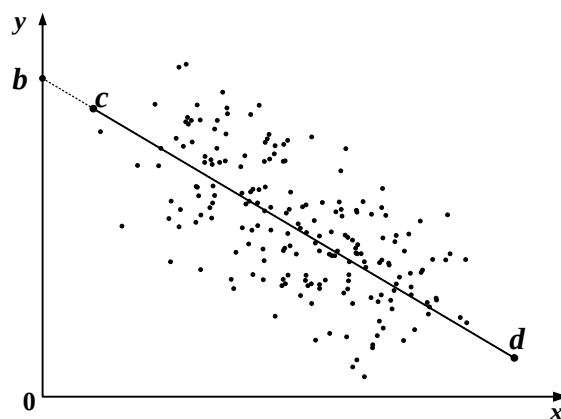


Рисунок 8. – Пример отрицательной средней линейной корреляционной связи между X и Y

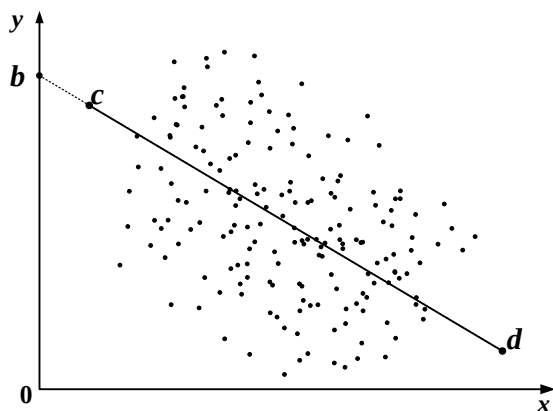


Рисунок 9. – Пример отрицательной слабой линейной корреляционной связи между X и Y

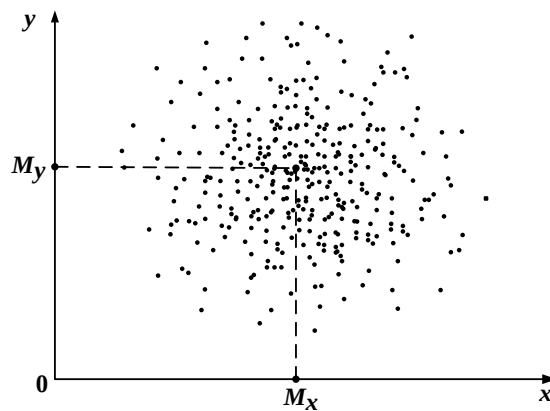


Рисунок 10. – Пример отсутствия корреляционной связи между X и Y

Отметим, что из-за ограниченного объема выборки диаграмма рассеяния двумерной НСВ (X , Y) также является случайной.

Отличия между функциональной и корреляционной зависимостями случайных величин (параметров образца ВВСТ). На рисунках 3 и 4 показаны примеры функциональной зависимости между случайными величинами X и Y , при которой каждому значению одной случайной величины, например X , соответствует единственное значение другой случайной величины Y . В случае функциональной связи между случайными величинами X и Y корреляционная связь между ними является максимально возможной (коэффициент корреляции $r_{xy} = \pm 1$) и все наблюдаемые значения случайной величины Y располагаются строго на выборочной линии регрессии, которая задается выборочным уравнением регрессии вида

$$Y = aX + b, \quad (13)$$

где a , b – произвольные положительные или отрицательные числа, называемые выборочными параметрами регрессии.

Из рисунков 3 и 4 видно, что величина b – это значение случайной величины Y , в которой линия регрессии пересекает ось Oy (при x равном нулю), а коэффициент a представляет собой коэффициент пропорциональности, показывающий на сколько единиц изменяется зависимая НСВ Y при изменении случайной величины X на одну единицу.

С геометрической точки зрения коэффициент a представляет собой тангенс угла наклона выборочной линии регрессии к положительному направлению оси Ox .

Корреляционная связь, в отличие от функциональной, показывает лишь тенденцию изменения одной случайной величины под действием другой. При корреляционной связи между Y и X наблюдаемые значения случайной величины Y располагаются не на выборочной линии регрессии, а около нее (хотя некоторые реализации Y могут находиться и на линии регрессии). При этом разброс реализаций случайной величины Y относительно выборочной линии регрессии зависит от величины коэффициента корреляции и возрастает с его уменьшением. Сказанное в полной мере относится и к случайной величине X .

При наличии корреляционной связи между случайными величинами X и Y выборочная линия регрессии может быть прямой или кривой. Соответственно этому выборочная функция регрессии может быть линейной или нелинейной, например степенной, параболической, гиперболической, логарифмической и т. д. На рисунках 1 и 3–9 показана линейная функция регрессии, а на рисунке 2 – параболическая.

Классификация корреляционных связей между случайными величинами (параметрами образца ВВСТ). Корреляционные связи между случайными величинами различаются по тесноте (силе) связи, количеству коррелированных случайных величин (признаков), форме (виду) корреляции и знаку корреляции.

Теснота (сила) линейной связи между двумя случайными величинами определяется абсолютной величиной (модулем) коэффициента корреляции между ними.

По тесноте (силе) корреляционной связи принято выделять следующие ее виды:

функциональную линейную связь между случайными величинами X и Y (см. рисунки 3, 4), при которой модуль коэффициента корреляции равен единице;

тесную (сильную) корреляционную связь между случайными величинами X и Y , при которой модуль коэффициента корреляции лежит в пределах $0,75 \leq |r_{xy}| < 0,95$ (см. рисунки 5, 6);

среднюю (умеренную) корреляционную связь между случайными величинами X и Y , при которой модуль коэффициента корреляции лежит в пределах $0,4 \leq |r_{xy}| < 0,75$ (см. рисунки 7, 8);

слабую корреляционную связь между случайными величинами X и Y , когда модуль коэффициента корреляции лежит в пределах $0,2 \leq |r_{xy}| < 0,4$ (см. рисунок 9);

нулевую (или отсутствующую) корреляционную связь между случайными величинами X и Y , когда модуль коэффициента корреляции лежит в пределах $0 \leq |r_{xy}| < 0,2$ (см. рисунок 10).

Из приведенных рисунков видно, что чем сильнее корреляционная связь между случайными величинами X и Y , тем ближе (теснее) располагаются случайные двухмерные точки (X, Y) к линии регрессии.

По количеству признаков (случайных величин) корреляция может быть парной (между двумя признаками, двумя случайными величинами) и множественной (между несколькими признаками, несколькими случайными величинами).

По форме (виду) парная корреляция может быть линейной (см. рисунки 1, 5–9) и нелинейной (см. рисунок 2). При линейной парной корреляции функция регрессии между случайными величинами X и Y описывается линейной функциональной зависимостью вида (6). При нелинейной парной корреляции функция регрессии описывается нелинейной функциональной зависимостью вида $Y = \varphi(X)$, которая может быть степенной, параболической, гиперболической, логарифмической и любой другой кривой.

Теория нелинейной корреляции решает те же задачи, что и теория линейной корреляции, то есть установление формы (вида) и тесноты (силы) корреляционной связи между случайными величинами X и Y .

Из приведенных рисунков также видно, что в случае парной линейной корреляции корреляционное поле представляет собой эллипс. При этом, чем теснее (сильнее) корреляционная связь между случайными величинами X и Y , тем эллипс более сжат (приближен к линии регрессии). В случае жесткой функциональной связи он преобразуется

в прямую линию вида (6), а при отсутствии корреляционной связи – в круг или эллипс (см. рисунок 10).

По знаку парная линейная корреляция может быть положительной («прямой») или отрицательной («обратной»). При положительной корреляции при возрастании одного признака (одной случайной величины) в среднем увеличивается другой признак (другая случайная величина) (см. рисунки 1, 5, 7).

В случае же отрицательной корреляции при возрастании одного признака (одной случайной величины) другой признак (другая случайная величина) в среднем уменьшается (см. рисунки 6, 8, 9).

Свойства коэффициента парной линейной корреляции Пирсона зависимых случайных величин

Коэффициент линейной корреляции Пирсона обладает следующими свойствами [30, 35, 36, 40, 41, 45, 46].

1. Выборочный коэффициент корреляции r_{xy} случайных величин X и Y представляет собой безразмерную случайную величину, изменяющуюся в пределах от -1 до 1 . При очень большом объеме выборки выборочный коэффициент корреляции практически совпадает (сходится по вероятности) с неслучайным коэффициентом корреляции генеральной совокупности, определяемый выражением (10).

2. Величина коэффициента корреляции инвариантна (безразлична) относительно выбора единиц измерения и начала отсчета, то есть она не меняется при увеличении или уменьшении на одно и то же число или в одно и то же число раз (но одновременно) всех значений случайных величин X и Y .

3. Коэффициент корреляции симметричен относительно случайных величин X и Y , т. е., $r_{xy} = r_{yx}$, что вытекает из симметрии их взаимного (смешанного) центрального корреляционного момента $K_{xy} = K_{yx}$.

4. Для независимых случайных величин X и Y коэффициент корреляции всегда равен нулю. Однако равенство нулю коэффициента корреляции является необходимым, но недостаточным условием независимости случайных величин X и Y . Это свидетельствует лишь об отсутствии линейной корреляционной зависимости между этими случайными величинами, а не отсутствии корреляционной зависимости между ними вообще. Корреляционное поле независимых случайных величин X и Y при достаточно большом объеме выборки представляет собой круг или эллипс (см. рисунок 10).

Коэффициент корреляции может быть равен нулю в случае наличия нелинейной корреляционной связи между случайными величинами X и Y .

5. Отличие значения генерального коэффициента корреляции случайных величин X и Y от нуля являются достаточным условием установления наличия парной линейной корреляционной зависимости между ними. Принятие такого решения по величине выборочного коэффициента корреляции может быть осуществлено только после доказательства, что их совместная ПРВ $\omega(x, y)$ является гауссовой (или близка к ней), проверки гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции и определения достоверности и точности его оценки.

6. При коэффициенте корреляции, равном $+1$ между случайными величинами Y и X существует положительная линейная функциональная (а не корреляционная) зависимость (связь) вида (6), у которой коэффициент $a > 0$. При этом все наблюдаемые значения Y располагаются на прямой линии регрессии и с возрастанием случайной величины X вторая случайная величина Y в среднем также возрастает (см. рисунок 3).

7. При коэффициенте корреляции, равном -1 между случайными величинами Y и X существует отрицательная линейная функциональная зависимость (связь) вида (6), у которой коэффициент $a < 0$. При этом все наблюдаемые значения Y также располагаются на прямой линии регрессии, но с возрастанием случайной величины X вторая случайная величина Y в среднем уменьшается (см. рисунок 4).

8. По мере уменьшения модуля коэффициента корреляции по сравнению с единицей теснота (сила) линейной связи между двумя случайными величинами уменьшается (ее классификация приведена выше). Корреляционное поле превращается в эллипс, который расширяется по мере уменьшения коэффициента корреляции, превращаясь в круг при нулевом коэффициенте корреляции. Направление корреляционной связи определяется знаком коэффициента корреляции. При положительном коэффициенте корреляции корреляционная связь называется «положительной» или «прямой», то есть с ростом случайной величины X вторая случайная величина Y также в среднем возрастает (см. рисунки 1, 5–7). При отрицательном коэффициенте корреляции корреляционная связь называется «отрицательной» или «обратной», при этом с ростом случайной величины X вторая случайная величина Y в среднем уменьшается (см. рисунки 6, 8, 9).

9. Знание генерального или выборочного парного коэффициентов линейной корреляции позволяет определить лишь степень (тесноту, силу) линейной связи между случайными величинами X и Y . Эти коэффициенты корреляции не позволяют установить наличие и тесноту (силу) нелинейной корреляционной связи между случайными величинами, а также существование причинно-следственной зависимости между ними. Малые или даже нулевые значения этих коэффициентов корреляции не исключают наличия сильной нелинейной связи между случайными величинами X и Y .

10. Оценка тесноты (силы) нелинейной корреляционной связи между случайными параметрами ВВСТ (и другими случайными величинами) производится с помощью такой меры как «выборочные (генеральные) корреляционные отношения Y на X или X на Y ».

3. Методика расчета эмпирического коэффициента парной корреляции Пирсона случайных величин (параметров образца ВВСТ)

Содержание данной методики будем излагать на следующем примере. Пусть в результате двадцати независимых полунатурных пусков ракет по цели получены пары значений промахов ракет в картинной плоскости по осям Ox (x_i) и Oy (y_i), которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Реализации промахов ракеты в картинной плоскости

Номер опыта i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	–3,5	–2,9	–2,5	–1,9	–1,5	–1,1	0,1	0,5	1,1	1,5
y_i	–2,0	–3,0	1,0	–1,0	1,5	–2,0	1,0	2,5	2,1	2,5
Номер опыта i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
x_i	2,1	2,5	3,0	3,6	4,0	4,5	5,1	5,5	6,0	6,6
y_i	3,5	2,5	5,0	3,0	5,5	4,0	8,0	4,5	7,0	5,0

Примечание – В таблице 1 промахи ракеты в горизонтальной плоскости Ox упорядочены по возрастанию.

Требуется:

- 1) найти выборочный (эмпирический) коэффициент линейной корреляции r_{xy} между горизонтальной и вертикальной составляющими промаха ракеты в картинной плоскости;
- 2) определить тесноту (силу) корреляционной связи между горизонтальной и вертикальной составляющими промаха ракеты;
- 3) для заданной доверительной вероятности найти доверительный интервал и интервальную оценку выборочного (эмпирического) коэффициента корреляции горизонтальной и вертикальной составляющей промаха ракеты в картинной плоскости;

4) определить потребное число экспериментов, необходимых для оценивания коэффициента линейной корреляции r_{xy} , с заданными значениями доверительной вероятности и относительной погрешности.

Решение.

1. Составляем расчетную таблицу вида 2, находим суммы чисел, стоящих в каждой колонке, и заносим их в данную таблицу.

Таблица 2. – Расчетная таблица

Номер опыта i	x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2	y_i^2
1	-3,5	-2,0	7,00	12,25	4,00
2	-2,9	-3,0	8,70	8,41	9,00
3	-2,5	1,0	-2,50	6,25	1,00
4	-1,9	-1,0	1,90	3,61	1,00
5	-1,5	1,5	-2,25	2,25	2,25
6	-1,1	-2,0	2,20	1,21	4,00
7	0,1	1,0	0,10	0,01	1,00
8	0,5	2,5	1,25	0,25	6,25
9	1,1	1,5	1,65	1,21	2,25
10	1,5	2,5	3,75	2,25	6,25
11	2,1	3,5	7,35	4,41	12,25
12	2,5	2,5	6,25	6,25	6,25
13	3,0	5,0	15,00	9,00	25,00
14	3,6	3,0	10,80	12,96	9,00
15	4,0	5,5	22,00	16,00	30,25
16	4,5	4,0	18,00	20,25	16,00
17	5,1	8,0	40,80	26,01	64,00
18	5,5	4,5	24,75	30,25	20,25
19	6,0	7,0	42,00	36,00	49,00
20	6,6	5,0	33,00	43,56	25,00
$\sum_{i=1}^n$	32,70	50,00	241,75	242,39	294,00

2. Рассчитываем выборочное (эмпирическое) математическое ожидание промаха ракеты в горизонтальной плоскости по формуле

$$M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{32,7}{20} = 1,64. \quad (14)$$

3. Рассчитываем выборочное (эмпирическое) математическое ожидание промаха ракеты в вертикальной плоскости по аналогичной формуле

$$M_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \frac{50}{20} = 2,5. \quad (15)$$

4. Находим выборочную дисперсию и выборочное среднее квадратическое отклонение (СКО) промаха ракеты в горизонтальной плоскости по следующим формулам:

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - M_x^2 = \frac{242,39}{20} - (1,64)^2 = 9,45; \quad (16)$$

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{9,45} = 3,07. \quad (17)$$

5. По аналогичным формулам рассчитываем выборочную дисперсию и выборочное СКО промаха ракеты в вертикальной плоскости

$$D_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 - M_y^2 = \frac{294}{20} - (2,5)^2 = 8,45; \quad (18)$$

$$\sigma_y = \sqrt{D_y} = \sqrt{8,45} = 2,91. \quad (19)$$

6. Вычисляем выборочный (эмпирический) центральный корреляционный момент горизонтальной и вертикальной составляющих промаха ракеты в картинной плоскости по формуле

$$K_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i - M_x M_y = \frac{241,75}{20} - 1,64 \cdot 2,5 = 8,00. \quad (20)$$

7. Рассчитываем выборочный (эмпирический) коэффициент корреляции горизонтальной и вертикальной составляющих промаха ракеты по следующей формуле:

$$r_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{8}{3,07 \cdot 2,91} = 0,9. \quad (21)$$

Так как рассчитанное значение выборочного коэффициента корреляции r_{xy} больше 0,75, то на основании приведенной выше классификации корреляционную связь между горизонтальной и вертикальной составляющими промаха ракеты следует признать положительной (прямой) и тесной (сильной).

Однако из-за случайного характера промахов ракеты относительно цели, а также ограниченного объема выборки ($n = 20$), все входящие в формулы (2)–(15) величины являются случайными. Поэтому также случайной является и точечная оценка выборочного (эмпирического) коэффициента корреляции горизонтальной и вертикальной составляющих промаха ракеты, рассчитанная по формуле (15).

В связи с этим возникает важная практическая задача, заключающаяся в проверке значимости рассчитанного выборочного коэффициента корреляции для генеральной совокупности системы случайных величин (X, Y), а также нахождения его интервальной оценки.

4. Проверка гипотезы о значимости выборочного коэффициента парной корреляции Пирсона

Существует несколько групп методик оценки значимости для генеральной совокупности рассчитанного эмпирического коэффициента парной корреляции Пирсона:

первая группа методик основана на использовании распределения Лапласа (применяется, когда совместная ПРВ двух случайных величин (X, Y) является гауссовой или близкой к ней и когда объем выборки превышает 100) [30, 32, 38–49];

вторая группа методик базируется на использовании распределения Стьюдента (применяется, когда совместная ПРВ двух случайных величин (X, Y) близка к гауссовой и объем выборки превышает 10);

третья группа методик предполагает использование Z-распределения Фишера (применяется при малом объеме выборки $n \geq 5$) [32, 45, 47, 48].

Содержание данных методик излагается на примере, приведенном в пункте 3.

4.1. Методики проверки гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции Пирсона, базирующиеся на использовании распределения Лапласа

Методики данной группы предполагают выполнение следующих действий.

1. Формулируются две гипотезы:

первая – основная (нулевая) гипотеза H_0 , заключающаяся в том, что при заданном уровне значимости $\alpha = 1 - \beta = 0,1 \dots 0,01$ (β – значение доверительной вероятности к результатам расчетов, равное $0,9 - 0,99$) рассчитанный выборочный коэффициент корреляции r_{xy} не значим для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) , а его отличие от нуля обусловлено случайным совпадением значений элементов парной выборки в силу ее ограниченного объема. Нулевая гипотеза записывается так: $H_0: r_r = 0$ (r_r – истинное значение коэффициента корреляции случайных величин (X, Y) в их генеральной совокупности);

вторая – альтернативная гипотеза H_1 , что при заданном уровне значимости α рассчитанный выборочный коэффициент корреляции r_{xy} является значимым для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) и эти случайные величины в генеральной совокупности действительно коррелированы. Альтернативная гипотеза записывается так: $H_1: r_r \neq 0$.

На рисунке 11 представлены области принятия и отклонения гипотез H_0 и H_1 .



Рисунок 11. – Области принятия гипотез H_0 и H_1

2. Рассчитывается выборочное t_b (или наблюдаемое $t_{набл}$ по результатам испытаний) значение критерия t_b , соответствующее полученному объему выборки по формуле:

$$t_b = r_{xy} \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} = 0,9 \frac{\sqrt{20-2}}{\sqrt{1-0,9^2}} = 8,768. \quad (22)$$

3. По таблице 3 (таблица распределения Лапласа) для заданной доверительной вероятности $\beta = 1 - \alpha$ находим критическое значение критерия $t_{кр}$ проверки сформулированных статистических гипотез H_0 и H_1 .

Таблица 3. – Таблица распределения Лапласа

β	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,9973
$t_{кр}$	0,675	0,84	1,03	1,282	1,643	1,96	2,241	2,576	3,00

4. Сравниваем выборочное (наблюдаемое) значение критерия с его критическим значением, приведенным в таблице 3:

если модуль $|t_b| < t_{кр}$, то выборочное значение коэффициента корреляции не попадает в критическую область и поэтому нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента парной корреляции Пирсона;

если модуль $|t_b| > t_{кр}$, то выборочное значение коэффициента корреляции попадает в критическую область, поэтому нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза $H_1: r_r \neq 0$, т. е. рассчитанный выборочный коэффициент корреляции r_{xy} является значимым для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) и эти случайные величины в генеральной совокупности действительно коррелированы.

Для рассматриваемого нами примера $t_b = 8,768 > t_{кр} = 1,643 \dots 2,576$ при доверительной вероятности, равной 0,9–0,99 соответственно (данная доверительная вероятность соответствует уровню значимости $\alpha/2 = 0,05 \dots 0,005$, так как критическая область является двухсторонней). То есть рассчитанный по формуле (15) выборочный коэффициент корреляции $r_{xy} = 0,9$ является значимым и не нулевым для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) .

При большом объеме выборки $n \geq 200$ можно использовать более простую методику [47], которая предусматривает выполнение следующих этапов работ:

1. Расчет критического значения выборочного коэффициента корреляции по формуле [60]:

$$r_{кр} = \frac{1}{\sqrt{n-1}} u_{\frac{1+\beta}{2}} = \frac{u_{0,975}}{\sqrt{20-1}} = \frac{2,241}{4,36} = 0,51, \quad (23)$$

где $u_{\frac{1+\beta}{2}}$ – квантиль стандартного нормального распределения порядка $\frac{1+\beta}{2} = \frac{1+0,95}{2} = 0,975$.

2. Сравнение рассчитанного по формуле (23) выборочного коэффициента корреляции, равного 0,9 с его критическим значением, равным 0,45:

если модуль $|r_b| < r_{кр}$, то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента парной корреляции Пирсона;

если модуль $|r_b| \geq r_{кр}$, то нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза $H_1: r_r \neq 0$, т. е. рассчитанный выборочный коэффициент корреляции r_{xy} является значимым для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) и эти случайные величины в генеральной совокупности действительно коррелированы.

В рассматриваемом нами примере $|r_b| = 0,9 \geq r_{кр} = 0,51$, следовательно, принимается альтернативная гипотеза H_1 .

4.2. Методики проверки гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции Пирсона, базирующиеся на использовании распределения Стьюдента

Теперь рассмотрим вторую группу методик, базирующихся на использовании распределения Стьюдента при оценке критического значения критерия проверки сформулированных статистических гипотез.

Первый и второй этапы данной методики остаются точно такими же, что и для первой методики.

На третьем этапе второй методики по таблице 4 (таблица t -распределения Стьюдента) для заданной доверительной вероятности β и числа степеней свободы $\vartheta = n - 2 = 18$ находим критическое значение величины критерия $t_{кр}$, которое будет равно: 1,330 при $\beta = 0,8$; 1,734 для $\beta = 0,9$; 2,101 если $\beta = 0,95$ и 2,878 при $\beta = 0,99$.

Таблица 4. – Таблица t -распределения Стьюдента для различных значений степени свободы ϑ и доверительной вероятности β

ϑ	β					
	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,941
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,859
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,405
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	1,341	1,753	2,130	2,602	2,947	4,073
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,790	3,725
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

На четвертом этапе также производится сравнение выборочного (наблюдаемого) значения критерия с его критическим значением, взятым из таблицы 4 и приведенным выше.

если модуль $|t_{\text{в}}| < t_{\text{кр}}$, то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента парной корреляции Пирсона;

если модуль $|t_{\text{в}}| > t_{\text{кр}}$, то нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза H_1 : $r_{\Gamma} \neq 0$, т. е. рассчитанный выборочный коэффициент корреляции r_{xy} является значимым для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) и эти случайные величины в генеральной совокупности действительно коррелированы.

Для рассматриваемого нами примера $t_{\text{в}} = 8,768 > t_{\text{кр}} = 1,734-2,878$ при доверительной вероятности, равной 0,9–0,99 соответственно (данная доверительная вероятность соответствует уровню значимости $\alpha/2 = 0,05-0,005$). То есть рассчитанный по формуле (15) выборочный коэффициент корреляции $r_{xy} = 0,9$ является значимым и не нулевым для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) .

В [60] приведена более простая методика проверки статистических гипотез, которая предусматривает выполнение следующих этапов работ:

1. Расчет критического значения выборочного коэффициента корреляции по формуле

$$r_{кр} = \sqrt{\frac{t_{\frac{1+\beta}{2}}^2}{n-2+t_{\frac{1+\beta}{2}}^2}} = \sqrt{\frac{2,1^2}{20-2+2,1^2}} = \sqrt{0,197} = 0,444, \quad (24)$$

где $t_{\frac{1+\beta}{2}}$ – квантиль распределения Стьюдента порядка $\frac{1+\beta}{2} = \frac{1+0,95}{2} = 0,975$ для числа степеней свободы $\vartheta = n - 2$.

2. Сравнение рассчитанного по формуле (15) выборочного коэффициента корреляции, равного 0,9 с его критическим значением, равным 0,444:

если модуль $|r_b| < r_{кр}$, то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента парной корреляции Пирсона;

если модуль $|r_b| \geq r_{кр}$, то нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза $H_1: r_r \neq 0$, т. е. рассчитанный выборочный коэффициент корреляции r_{xy} является значимым для генеральной совокупности случайных величин (X , Y) и эти случайные величины в генеральной совокупности действительно коррелированы.

Так как в рассматриваемом нами примере $|r_b| = 0,9 \geq r_{кр} = 0,444$, следовательно, принимается альтернативная гипотеза H_1 .

4.3. Методики проверки гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции Пирсона, базирующиеся на использовании распределения Фишера

Наиболее распространенная методика данной группы предполагает выполнение следующих этапов работ [31–33, 35–47].

1. При малом объеме выборки ($n < 10$) производится уточнение величины выборочного коэффициента корреляции, рассчитанного по формуле (15), в соответствии со следующим выражением [35–47]:

$$r_b^* = r_{xy}^* = r_{xy} \left[1 + \frac{1-r_{xy}}{2(n-3)} \right] = 0,9 \left[1 + \frac{1-0,9}{2(20-3)} \right] = 0,90265. \quad (25)$$

Относительная величина этой поправки рассчитывается так:

$$\delta_r, \% = \frac{r_{xy}^* - r_{xy}}{r_{xy}^*} 100\% = \frac{0,90265 - 0,9}{0,90265} \cdot 100 = 0,3 \%. \quad (26)$$

Для других значений выборочного коэффициента корреляции (в пределах 0,1–0,99) и объемов выборки (в пределах 5–50) в таблице 5 приведены величины относительных поправок, рассчитанные по формуле (18).

Таблица 5. – Величины поправок (в %) для различных значений выборочного коэффициента корреляции r_{xy} и объема выборки n

Значение r_{xy}	Объем выборки n					
	5	10	20	30	40	50
0,99	0,25	0,07	0,03	0,02	0,014	0,00
0,9	2,50	0,71	0,29	0,19	0,14	0,11
0,8	5,00	1,43	0,59	0,37	0,27	0,21

Окончание таблицы 5

Значение r_{xy}	Объем выборки n					
	5	10	20	30	40	50
0,7	7,50	2,14	0,88	0,56	0,41	0,32
0,6	10,00	2,86	1,18	0,74	0,54	0,43
0,5	12,50	3,57	1,47	0,93	0,68	0,53
0,4	15,00	4,29	1,76	1,11	0,81	0,64
0,3	17,50	5,00	2,06	1,30	0,95	0,74
0,2	20,00	5,71	2,35	1,48	1,08	0,85
0,1	22,50	6,43	2,65	1,67	1,22	0,96

Задавшись допустимой величиной относительной погрешности, например менее 2 %, по таблице 5 для полученного объема выборки можно определить, надо ли производить уточнение выборочного коэффициента корреляции по формуле (17) или нет.

Учитывая, что при натурных и полунатурных испытаниях ВВСТ, как правило, удается получить небольшой объем выборки, поэтому в дальнейшем вместо r_{xy} будем использовать его уточненное по формуле (25) значение r_{xy}^* или r_b^* .

2. Формируются две гипотезы H_0 и H_1 аналогичные, как и в первой методике.

3. Рассчитывается выборочное (наблюдаемое по результатам испытаний) значение критерия Р. Фишера, соответствующее полученному объему выборки по формуле:

$$Z_b = \frac{\sqrt{n-3}}{2} \ln \frac{1+r_{xy}^*}{1-r_{xy}^*} = \frac{\sqrt{20-3}}{2} \ln \frac{1+0,9}{1-0,9} = 6,07. \quad (27)$$

4. Рассчитывается для заданных значений доверительной вероятности β , равных 0,9–0,99, порядок квантиля p стандартного нормального распределения (см. таблицу 3) по формуле

$$p = \frac{1+\beta}{2} = 1 - \frac{\alpha}{2} = \frac{1+(0,9...0,99)}{2} = 0,95...0,995. \quad (28)$$

Распределение Лапласа используется потому, что при объеме выборки $n \geq 10$ распределение Р. Фишера практически является нормальным.

5. По таблице 3 (таблица распределения Лапласа) для рассчитанных порядков квантилей находим критические значения критерия $t_{кр}$ для проверки сформулированных статистических гипотез H_0 и H_1 , которые будут равны: $t_{кр} = 1,96$ при $\beta = 0,9$; 2,24 для $\beta = 0,95$ и 2,81 при $\beta = 0,99$.

6. Сравниваем выборочное (наблюдаемое) значение Z-критерия с его критическим значением, приведенным в пункте 5, при этом:

если модуль $|Z_b| < t_{кр}$, то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента парной корреляции Пирсона;

если модуль $|Z_b| > t_{кр}$, то нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза H_1 : $r_{\Gamma} \neq 0$, т. е. рассчитанный выборочный коэффициент корреляции r_{xy} (или r_{xy}^*) является значимым для генеральной совокупности случайных величин (X , Y) и эти случайные величины в генеральной совокупности действительно коррелированы.

Для рассматриваемого нами примера $Z_b = 6,07 > t_{кр} = 1,96...2,81$ при доверительной вероятности, равной 0,9–0,99 соответственно. Следовательно, с доверительной вероятностью 0,9–0,99 нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза H_1 . То есть рассчитанный по формуле (15) выборочный коэффициент корреляции $r_{xy} = 0,9$ является значимым и не нулевым для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) .

В [47] для малого объема выборки $n \geq 5$ приведена более простая методика проверки значимости выборочного коэффициента корреляции, которая предусматривает выполнение следующих этапов работ:

1. Расчет критического значения выборочного коэффициента корреляции по формуле

$$r_{кр} = \frac{\exp\left(\frac{2}{\sqrt{n-3}} u_{\frac{1+\beta}{2}}\right) - 1}{\exp\left(\frac{2}{\sqrt{n-3}} u_{\frac{1+\beta}{2}}\right) + 1} = \frac{\exp\left(\frac{2}{\sqrt{20-3}} 2,241\right) - 1}{\exp\left(\frac{2}{\sqrt{20-3}} 2,241\right) + 1} = 0,443. \quad (29)$$

2. Сравнение рассчитанного по формуле (15) выборочного коэффициента корреляции, равного 0,9 с его критическим значением, равным 0,443:

если модуль $|r_b| < r_{кр}$, то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента парной корреляции Пирсона;

если модуль $|r_b| \geq r_{кр}$, то нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза $H_1: r_r \neq 0$, т. е. рассчитанный выборочный коэффициент корреляции r_{xy} является значимым для генеральной совокупности случайных величин (X, Y) , и эти случайные величины в генеральной совокупности действительно коррелированы.

Так как в рассматриваемом нами примере $|r_b| = 0,9 \geq r_{кр} = 0,443$, следовательно, принимается альтернативная гипотеза H_1 .

5. Методики нахождения интервальной оценки коэффициента парной корреляции Пирсона зависимых случайных величин

Знание точечной оценки выборочного коэффициента корреляции зависимых случайных величин и параметров является недостаточным для получения достоверной и точной интервальной оценки всех других числовых характеристик ТТХ испытуемого образца ВВСТ. Необходимо также найти интервальную оценку выборочного коэффициента корреляции Пирсона.

Напомним, что интервальной оценкой случайной величины (случайного параметра или ТТХ образца ВВСТ) называется интервал I_β , границы которого являются функциями выборочных значений $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ оцениваемой случайной величины (параметра) θ и который с заданной доверительной вероятностью β покрывает его точечную оценку $\hat{\theta}$ (рисунок 12) [34–38, 40, 41, 50].

На рисунке 12 обозначено: $\theta_{и}$ – истинное значение оцениваемого параметра (или ТТХ) испытуемого образца ВВСТ, ε_θ – абсолютная погрешность оценки искомого параметра.

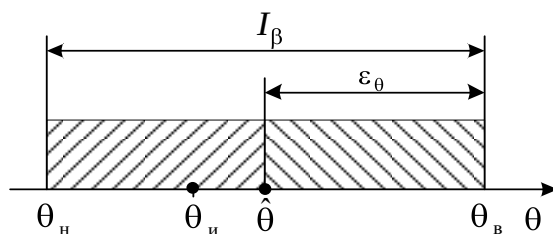


Рисунок 12. – К определению доверительного интервала I_β

Вероятность β называется доверительной вероятностью, которая при исследованиях и испытаниях ВВСТ обычно задается в пределах 0,9–0,99. Интервал $(\hat{\theta} - \varepsilon_\theta; \hat{\theta} + \varepsilon_\theta)$ или $(\theta_n; \theta_v)$ называется доверительным интервалом, а его границы θ_n и θ_v называются нижней и верхней границами соответственно. Доверительные границы θ_n и θ_v являются случайными, так как содержат случайную оценку параметра (или ТТХ) $\hat{\theta}$ испытуемого образца ВВСТ.

Доверительный интервал, выраженный в процентах по отношению к точечной оценке ТТХ $\hat{\theta}$, называется относительной погрешностью оценки параметра θ и обычно задается в пределах от 1 до 10 %.

Интервальные оценки гарантируют выполнение равенства [34–38, 40, 41, 50]:

$$P \quad \hat{\theta} - \varepsilon_\theta < \theta_n < \hat{\theta} + \varepsilon_\theta = \beta. \quad (30)$$

Двойное неравенство (30) означает, что с некоторой высокой вероятностью β – неизвестное истинное значение параметра (или ТТХ образца ВВСТ) θ_n будет находиться в пределах случайного интервала I_β , а выход оценки параметра $\hat{\theta}$ за левую и правую границы доверительного интервала возможен, но с малой вероятностью α , равной $1 - \beta$, а за одну из границ с вероятностью, равной $\alpha/2$.

Ширина доверительного интервала $\Delta\theta = \theta_v - \theta_n$ наглядно показывает точность полученной оценки. Чем уже доверительный интервал, тем в вероятностном смысле оценка $\hat{\theta}$ ближе к истинному значению оцениваемого параметра θ_n . Ширина доверительного интервала зависит от объема выборки n (уменьшается с ростом n) и величины заданной доверительной вероятности β (увеличивается с ростом β). Следовательно, при фиксированном объеме выборки n нельзя повысить значение доверительной вероятности β без увеличения ширины доверительного интервала I_β , или невозможно уменьшить ширину этого интервала, не уменьшая значение доверительной вероятности. Чтобы одновременно повысить показатели достоверности и точности получаемых оценок случайных параметров (или ТТХ испытуемого образца ВВСТ), необходимо увеличивать объемы их выборок (измерений).

Существует три основные методики расчета доверительного интервала для выборочного коэффициента корреляции Пирсона системы случайных величин (X, Y) [32–47]:

первая методика основана на использовании распределения Лапласа и применяется, когда совместная ПРВ двух случайных величин (X, Y) является гауссовой или близкой к ней и когда объем выборки превышает 100;

вторая – базируется на использовании распределения Стьюдента и применяется, когда объем выборки находится в пределах от 10 до 30;

третья – основывается на использовании Z-распределения Р. Фишера и применяется при любом объеме выборки $n \geq 5$.

Рассмотрим последовательно эти три методики.

5.1. Методика нахождения интервальной оценки парного коэффициента корреляции Пирсона, базирующаяся на использовании распределения Лапласа

Первая методика предусматривает выполнение следующих действий.

1. После того как с использованием распределения Лапласа доказана значимость выборочного коэффициента корреляции случайных величин X и Y осуществляется расчет СКО ошибки оценки уточненного по формуле (25) выборочного коэффициента корреляции [47]:

$$\sigma_r^* = \sqrt{\frac{1 - r_b^{*2}}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - 0,9^2}{20 - 2}} = 0,103. \quad (31)$$

Для рассматриваемого нами примера СКО ошибки оценки выборочного коэффициента корреляции равно 0,103.

2. По таблице 3 (таблица распределения Лапласа) для заданной доверительной вероятности $\beta = 1 - \alpha$ еще раз уточняем критическое значение критерия $t_{кр}$, которое мы использовали при проверке статистических гипотез H_0 и H_1 , равное: 1,282 при $\beta = 0,8$; 1,643 для $\beta = 0,9$; 1,96 если $\beta = 0,95$ и 2,576 при $\beta = 0,99$.

3. Рассчитываем абсолютную погрешность нахождения выборочного коэффициента корреляции по формуле

$$\varepsilon_r^* = t_{кр} \sigma_r^*. \quad (32)$$

Результаты расчетов по формуле (21) для различных значений доверительной вероятности β приведены в таблице 6.

Таблица 6. – Результаты расчета абсолютной погрешности оценки выборочного коэффициента корреляции для различных значений доверительной вероятности β

β	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,9973
$t_{кр}$	0,675	0,84	1,03	1,282	1,643	1,96	2,241	2,576	3,00
ε_r^*	0,07	0,09	0,11	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,31

Примечание – Жирным шрифтом в таблице 6 приведены результаты для заданных значений доверительной вероятности в рассматриваемом нами примере.

4. Рассчитываем интервальную оценку и доверительный интервал для выборочного коэффициента корреляции следующим образом:

$$r_{xy}^* = r_b^* \mp \varepsilon_r^*. \quad (33)$$

Для рассматриваемого нами примера интервальная оценка выборочного коэффициента корреляции для различных значений доверительной вероятности β будет равна:

$$\begin{aligned} 0,9 \mp 0,13 &= (0,77 \dots 1,0) \text{ при } \beta = 0,8; \\ 0,9 \mp 0,17 &= (0,73 \dots 1,0) \text{ при } \beta = 0,9; \\ 0,9 \mp 0,20 &= (0,70 \dots 1,0) \text{ при } \beta = 0,95; \\ 0,9 \mp 0,27 &= (0,63 \dots 1,0) \text{ при } \beta = 0,99. \end{aligned} \quad (34)$$

В выражении (23) верхняя граница выборочного коэффициента корреляции принята равной 1,0, так как коэффициент линейной корреляции Пирсона не может принимать значения больше единицы.

5.2. Методика нахождения интервальной оценки парного коэффициента корреляции Пирсона, базирующаяся на использовании распределения Стьюдента

Вторую методику, основанную на использовании распределения Стьюдента, подробно излагать не будем, так как она предусматривает выполнение тех же этапов работ с использованием тех же формул (31) – (34), что и первая методика. Отличие состоит лишь в том, что входящие в эти формулы критические значения критерия ($t_{кр}$) для заданных доверительных вероятностей β берутся из таблицы 4 (таблица распределения Стьюдента).

Для сравнения в таблице 7 для заданных в рассматриваемом примере доверительных вероятностей приведены критические значения критерия $t_{кр}$ для распределения Лапласа и распределения Стьюдента.

Таблица 7. – Значения критерия $t_{кр}$ для распределения Лапласа и распределения Стьюдента

Доверительная вероятность β	0,8	0,9	0,95	0,99
$t_{кр}$ Лапласа	1,282	1,643	1,960	2,576
$t_{кр}$ Стьюдента	1,330	1,734	2,101	2,878

Из данной таблицы видно, что критические значения этих критериев отличаются друг от друга не более чем на 4–12 %, поэтому также незначительно будут отличаться и результаты расчетов по второй методике, полученные с использованием первой методики.

Теперь рассмотрим третью методику расчета интервальной оценки парного коэффициента корреляции Пирсона, базирующуюся на использовании преобразования Р. Фишера.

5.3. Методика нахождения интервальной оценки парного коэффициента корреляции Пирсона, базирующаяся на использовании распределения Р. Фишера

Данная методика предусматривает выполнение следующих этапов работ.

1. После того как доказана значимость выборочного коэффициента корреляции случайных величин X и Y , осуществляется переход от случайной величины R_{xy} (случайные величины обозначаются прописными буквами) к случайной величине $Z (r_b^*)$ с помощью следующего преобразования Р. Фишера [30–33, 35–49]:

$$z_b^* = \text{arth } r_b^* = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r_b^*}{1-r_b^*} = \frac{1}{2} \ln \frac{1+0,9}{1-0,9} = 1,472, \quad (35)$$

где $\text{arth } r_b^*$ – гиперболический арктангенс от уточненного выборочного коэффициента корреляции r_{xy}^* (см. формулу (25)).

Необходимость перехода от случайной величины R_{xy} к случайной величине Z обусловлена тем, что ПРВ случайной величины R_{xy} имеет очень сложный вид, зависящий как от величины r_b^* , так и от объема выборки n . Случайная же величина Z уже при объеме выборки $n \geq 5$ имеет ПРВ близкую к нормальной (гауссовой) и с ростом объема выборки все более точно приближается к ней [30–33, 35–49].

Другим ценным свойством такого преобразования Р. Фишера является то, что математическое ожидание случайной величины Z , равное

$$M_z^* = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r_b^*}{1-r_b^*} + \frac{r_b^*}{2(n-1)}, \quad (36)$$

при увеличении объема выборки сходится по вероятности к выражению (35), т. е. равно гиперболическому арктангенсу от точечной оценки выборочного значения коэффициента корреляции r_b^* , а ее дисперсия D_z не зависит от выборочного значения коэффициента корреляции и равна: $D_z = \sigma_z^2 = \frac{1}{n-3}$.

Отметим, что вторым слагаемым $\frac{r_b^*}{2(n-1)}$ в выражении (35) в большинстве учебников и монографий их авторы пренебрегают, так как при увеличении объема выборки оно стремится к нулю. Для подтверждения этого допущения проведем оценку относительной погрешности расчета математического ожидания M_z^* по формуле (36) без учета второго слагаемого в ней для различных значений выборочного коэффициента корреляции и объема выборки с использованием следующего выражения:

$$\delta_{M_z^*}, \% = \frac{M_{z2}^* - M_{z1}^*}{M_{z2}^*} 100\%, \quad (37)$$

где M_{z2}^* , M_{z1}^* – значение математического ожидания при учете в формуле (36) двух и одного членов соответственно.

Таблица 8. – Относительная погрешность оценки математического ожидания M_z (в %) при неучете второго слагаемого в формуле (36)

Значение r_{xy}	Объем выборки n					
	5	10	15	20	25	30
0,99	4,5	2,0	1,3	1,0	0,8	0,6
0,9	7,1	3,3	2,1	1,6	1,3	1,0
0,8	8,3	3,9	2,5	1,9	1,5	1,2
0,7	9,2	4,3	2,8	2,1	1,7	1,4
0,6	9,8	4,6	3,0	2,2	1,8	1,5
0,5	10,2	4,8	3,1	2,3	1,9	1,5
0,4	10,6	5,0	3,3	2,4	1,9	1,6
0,3	10,8	5,1	3,3	2,5	2,0	1,6
0,2	11,0	5,2	3,4	2,5	2,0	1,7
0,1	11,1	5,2	3,4	2,6	2,0	1,7

Из таблицы 8 видно, что при малом объеме выборки $n < 15$ вторым членом в формуле (36) пренебрегать нельзя, так как его доля составляет от 2–5 % до 5–11 % (в зависимости от величины выборочного коэффициента корреляции). При объеме выборки больше 15 вторым слагаемым в формуле (36) можно пренебречь, так как при этом относительная погрешность оценки математического ожидания M_z^* уменьшается с 5–11 % до 0,2–2 %.

Из таблицы 8 также видно, что для рассматриваемого нами примера при значении выборочного коэффициента корреляции, равного 0,9, и объема выборки, равного 20, погрешность расчета математического ожидания M_z^* не превышает 1,6 %, следовательно, значение M_z^* можно принять равным 1,472.

Также требует пояснения входящая в выражение (35) функция гиперболического арктангенса $\text{arth } r_B^*$. На рисунках 13 и 14 приведены графики гиперболического тангенса $\text{th } x$ и гиперболического арктангенса $\text{arth } x$ величины x , которые описываются следующими аналитическими выражениями [30–46]:

$$\text{th } x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1}. \quad (38)$$

$$\text{arth } x = \frac{1}{\text{th } x} = \frac{1}{2} \ln \frac{(x+1)}{(x-1)} \text{ при } |x| < 1. \quad (39)$$

Из рисунка 14 видно, что третьим ценным свойством преобразования Р. Фишера вида (35) является то, что гиперболический арктангенс $\text{arth } r_B^*$ определен в диапазоне изменения его аргумента от -1 до 1 , что как раз соответствует диапазону изменения парного линейного коэффициента корреляции Пирсона. Кроме того, гиперболический арктангенс $\text{arth } r_B^*$ является нечетной функцией, т. е. $\text{arth } (-r_B^*) = -\text{arth } r_B^*$, которая «чувствует» не только величину, но и знак коэффициента корреляции.

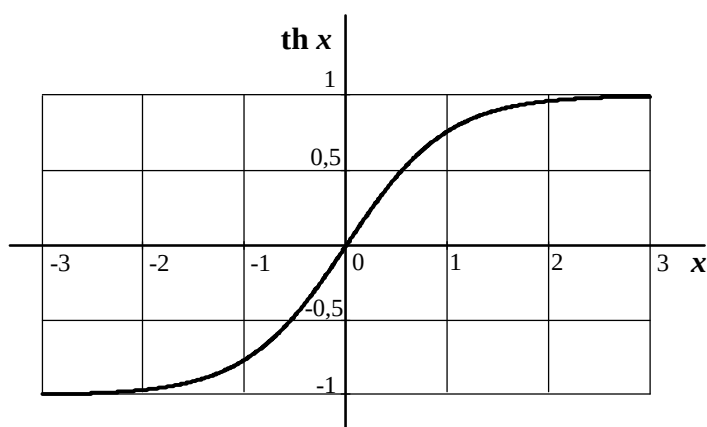


Рисунок 13 – Гиперболический тангенс x

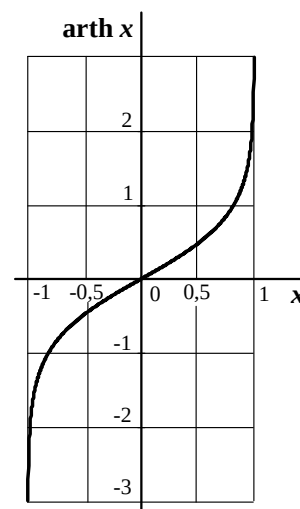


Рисунок 14 – Гиперболический арктангенс x

2. Полагая статистику $\left| \frac{z - M_z^*}{\sigma_z} \right|$ нормально распределенной по таблице распределения

Лапласа (таблица 3), находим значения квантилей t_β , соответствующих заданной доверительной вероятности β , которые будут равны: 1,282 при $\beta = 0,8$; 1,64 для $\beta = 0,9$; 1,96 при $\beta = 0,95$; 2,58 для $\beta = 0,99$.

3. Рассчитываем полуширину доверительного интервала (абсолютную погрешность) $\varepsilon_{M_z^*}$ для математического ожидания M_z^* случайной величины Z по формуле

$$\varepsilon_{M_z^*} = t_\beta \cdot \sigma_z = \frac{t_\beta}{\sqrt{n-3}}, \quad (40)$$

где $\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{n-3}}$ – СКО оценки случайной величины Z , являющейся преобразованием Р. Фишера выборочного коэффициента линейной корреляции вида (35).

В таблице 9 приведены результаты расчета полуширины доверительного интервала для M_z^* , рассчитанные по формуле (40), для заданной доверительной вероятности $\beta = 0,8-0,99$ и объема выборки $n = 5-200$.

Таблица 9. – Размеры полуширины доверительного интервала для математического ожидания M_z

β	t_β	n	$\varepsilon_{M_z^*}$
0,8	1,282	5	0,91
		10	0,48
		20	0,31
		30	0,25
		40	0,21
		50	0,19
0,9	1,64	5	1,16
		10	0,62
		20	0,40
		30	0,32
		40	0,27
		50	0,24
0,95	1,96	5	1,39
		10	0,74
		20	0,48
		30	0,38
		40	0,32
		50	0,29
0,99	2,58	75	0,23
		5	1,83
		10	0,98
		20	0,63
		30	0,50
		40	0,42
		50	0,38
		75	0,34
		100	0,26
		150	0,21
		200	0,18

Анализ приведенных в таблице 9 результатов подтверждает известное теоретическое положение о том, что при одном и том же объеме выборки (в нашем примере $n = 20$) с увеличением доверительной вероятности β с 0,8 до 0,99 значение доверительного интервала для интервальной оценки M_z увеличивается в два раза с 0,62 до 1,26.

4. Находим интервальную оценку для математического ожидания M_z^* случайной величины Z :

$$M_z^* = z_B^* \mp \varepsilon_{M_z^*}. \quad (41)$$

Подставляя выражение (40) в (41) окончательно получим интервальную оценку для математического ожидания M_z^* :

$$z_B^* - \frac{t_\beta}{\sqrt{n-3}} < M_z^* < z_B^* + \frac{t_\beta}{\sqrt{n-3}}. \quad (42)$$

Для рассматриваемого нами примера интервальная оценка математического ожидания M_z^* для различных значений доверительной вероятности β будет равна:

$$\begin{aligned} 1,472 \mp 0,31 &= (1,162 \dots 1,782) \text{ при } \beta = 0,8; \\ 1,472 \mp 0,40 &= (1,072 \dots 1,872) \text{ при } \beta = 0,9; \\ 1,472 \mp 0,48 &= (0,992 \dots 1,952) \text{ при } \beta = 0,95; \\ 1,472 \mp 0,63 &= (0,842 \dots 2,102) \text{ при } \beta = 0,99. \end{aligned} \quad (43)$$

5. Путем подстановки в выражение (42) значения M_z^* из формулы (36) (без учета члена второго порядка малости $\frac{r_B^*}{2(n-1)}$) записываем выражение для интервальной оценки гиперболического арктангенса от выборочного коэффициента корреляции r_B^*

$$z^* - \frac{t_\beta}{\sqrt{n-3}} < \operatorname{arth} r_B^* < z^* + \frac{t_\beta}{\sqrt{n-3}}. \quad (44)$$

6. В результате решения двойного неравенства (44) получаем выражение для расчета интервальной оценки выборочного коэффициента корреляции $r_B^* = r_{xy}^*$:

$$\operatorname{th} \left(z^* - \frac{t_\beta}{\sqrt{n-3}} \right) < r_B^* < \operatorname{th} \left(z^* + \frac{t_\beta}{\sqrt{n-3}} \right), \quad (45)$$

Данное решение получено путем нахождения гиперболического тангенса от всех элементов (членов) неравенства (45) и с учетом того, что гиперболический тангенс от гиперболического арктангенса равен аргументу последнего, т. е. $\operatorname{th}(\operatorname{arth} r_B^*) = r_B^*$.

Функции $\operatorname{th} \left(z^* \mp \frac{t_\beta}{\sqrt{n-3}} \right)$, являющиеся нижней и верхней границами выборочного коэффициента корреляции, представляют собой обратное Z-преобразование Р. Фишера, которое находится по таблице 10 (примечание: таблица 10 включает прямое (Z) и обратное (Z^{-1}) преобразования Р. Фишера).

Значения M_{ZH}^* и M_{ZB}^* , которые брались из таблицы 10, выделены в столбцах жирными цифрами. Если в одной строке жирными цифрами подряд выделены два столбца, то это означает, что обратное Z-преобразования Фишера находилось методом линейной интерполяции с использованием этих выделенных значений M_{ZH}^* и M_{ZB}^* .

Таблица 10. – Z-преобразование Р. Фишера выборочного коэффициента корреляции

Значение r_ϕ	,000	,002	,004	,006	,008
0,00	0,0000	0,0020	0,0040	0,0060	0,0080
0,01	0,0100	0,0120	0,0140	0,0160	0,0180
0,02	0,0200	0,0220	0,0240	0,0260	0,0280
0,03	0,0300	0,0320	0,0340	0,0360	0,0380

Продолжение таблицы 10

Значение r_{ϵ}	,000	,002	,004	,006	,008
0,04	0,0400	0,0420	0,0440	0,0460	0,0480
0,05	0,0500	0,0520	0,0541	0,0561	0,0581
0,06	0,0601	0,0621	0,0641	0,0661	0,0681
0,07	0,0701	0,0721	0,0741	0,0761	0,0782
0,08	0,0802	0,0822	0,0842	0,0862	0,0882
0,09	0,0902	0,0923	0,0943	0,0963	0,0983
0,10	0,1003	0,1024	0,1044	0,1064	0,1084
0,11	0,1104	0,1125	0,1145	0,1165	0,1186
0,12	0,1206	0,1226	0,1246	0,1267	0,1287
0,13	0,1307	0,1328	0,1348	0,1368	0,1389
0,14	0,1409	0,1430	0,1450	0,1471	0,1491
0,15	0,1511	0,1532	0,1552	0,1573	0,1593
0,16	0,1614	0,1634	0,1655	0,1676	0,1696
0,17	0,1717	0,1737	0,1758	0,1779	0,1799
0,18	0,1820	0,1841	0,1861	0,1882	0,1903
0,19	0,1923	0,1944	0,1965	0,1986	0,2007
0,20	0,2027	0,2048	0,2069	0,2090	0,2111
0,21	0,2132	0,2153	0,2174	0,2195	0,2216
0,22	0,2237	0,2258	0,2279	0,2300	0,2321
0,23	0,2342	0,2363	0,2384	0,2405	0,2427
0,24	0,2448	0,2469	0,2490	0,2512	0,2533
0,25	0,2554	0,2575	0,2597	0,2618	0,2640
0,26	0,2661	0,2683	0,2704	0,2726	0,2747
0,27	0,2769	0,2790	0,2812	0,2833	0,2855
0,28	0,2877	0,2899	0,2920	0,2942	0,2964
0,29	0,2986	0,3008	0,3029	0,3051	0,3073
0,30	0,3095	0,3117	0,3139	0,3161	0,3183
0,31	0,3205	0,3228	0,3250	0,3272	0,3294
0,32	0,3316	0,3339	0,3361	0,3383	0,3406
0,33	0,3428	0,3451	0,3473	0,3496	0,3518
0,34	0,3541	0,3564	0,3586	0,3609	0,3632
0,35	0,3654	0,3677	0,3700	0,3723	0,3746
0,36	0,3769	0,3792	0,3815	0,3838	0,3861
0,37	0,3884	0,3907	0,3931	0,3954	0,3977
0,38	0,4001	0,4024	0,4047	0,4071	0,4094
0,39	0,4118	0,4142	0,4165	0,4189	0,4213
0,40	0,4236	0,4260	0,4284	0,4308	0,4332
0,41	0,4356	0,4380	0,4404	0,4428	0,4453
0,42	0,4477	0,4501	0,4526	0,4550	0,4574
0,43	0,4599	0,4624	0,4648	0,4673	0,4698
0,44	0,4722	0,4747	0,4772	0,4797	0,4822
0,45	0,4847	0,4872	0,4897	0,4922	0,4948
0,46	0,4973	0,4999	0,5024	0,5049	0,5075
0,47	0,5101	0,5126	0,5152	0,5178	0,5204

Продолжение таблицы 10

Значение r_{ε}	,000	,002	,004	,006	,008
0,48	0,5230	0,5256	0,5282	0,5308	0,5334
0,49	0,5361	0,5387	0,5413	0,5440	0,5466
0,50	0,5493	0,5520	0,5547	0,5573	0,5600
0,51	0,5627	0,5654	0,5682	0,5709	0,5736
0,52	0,5763	0,5791	0,5818	0,5846	0,5874
0,53	0,5901	0,5929	0,5957	0,5985	0,6013
0,54	0,6042	0,6070	0,6098	0,6127	0,6155
0,55	0,6184	0,6213	0,6241	0,6270	0,6299
0,56	0,6328	0,6358	0,6387	0,6416	0,6446
0,57	0,6475	0,6505	0,6535	0,6565	0,6595
0,58	0,6625	0,6655	0,6685	0,6716	0,6746
0,59	0,6777	0,6807	0,6838	0,6869	0,6900
0,60	0,6931	0,6963	0,6994	0,7026	0,7057
0,61	0,7089	0,7121	0,7153	0,7185	0,7218
0,62	0,7250	0,7283	0,7315	0,7348	0,7381
0,63	0,7414	0,7447	0,7481	0,7514	0,7548
0,64	0,7582	0,7616	0,7650	0,7684	0,7718
0,65	0,7753	0,7788	0,7823	0,7858	0,7893
0,66	0,7928	0,7964	0,7999	0,8035	0,8071
0,67	0,8107	0,8144	0,8180	0,8217	0,8254
0,68	0,8291	0,8328	0,8366	0,8404	0,8441
0,69	0,8480	0,8518	0,8556	0,8595	0,8634
0,70	0,8673	0,8712	0,8752	0,8792	0,8832
0,71	0,8872	0,8912	0,8953	0,8994	0,9035
0,72	0,9076	0,9118	0,9160	0,9202	0,9245
0,73	0,9287	0,9330	0,9373	0,9417	0,9461
0,74	0,9505	0,9549	0,9594	0,9639	0,9684
0,75	0,9730	0,978	0,982	0,987	0,991
0,76	0,9962	1,001	1,006	1,011	1,015
0,77	1,020	1,025	1,030	1,035	1,040
0,78	1,045	1,050	1,056	1,061	1,066
0,79	1,071	1,077	1,082	0,088	1,093
0,80	1,099	1,104	1,110	1,116	1,121
0,81	1,127	1,133	1,139	1,145	1,151
0,82	1,157	1,163	1,169	1,175	1,182
0,83	1,188	1,195	1,201	1,208	1,214
0,84	1,221	1,228	1,235	1,242	1,249
0,85	1,256	1,263	1,271	1,278	1,286
0,86	1,293	1,301	1,309	1,317	1,325
0,87	1,333	1,341	1,350	1,358	1,367
0,88	1,376	1,385	1,394	1,403	1,412
0,89	1,422	1,432	1,442	1,452	1,462
0,90	1,472	1,483	1,494	1,505	1,516
0,91	1,528	1,539	1,551	1,564	1,576

Окончание таблицы 10

Значение r_{ϵ}	,000	,002	,004	,006	,008
0,92	1,589	1,602	1,616	1,630	1,644
0,93	1,658	1,673	1,689	1,705	1,721
0,94	1,738	1,756	1,774	1,792	1,812
0,95	1,832	1,853	1,874	1,897	1,921
0,96	1,946	1,972	2,000	2,029	2,060
0,97	2,092	2,127	2,165	2,205	2,249
0,98	2,298	2,351	2,410	2,477	2,555
0,99	2,647	2,759	2,903	3,106	3,453

7. С использованием таблицы 10 для приведенных в выражении (43) верхних M_{zB} и нижних M_{zH} границ для интервальной оценки математических ожиданий M_z находим верхние r_{BB}^* и нижние r_{BH}^* границы интервальной оценки выборочного коэффициента корреляции для различных значений доверительной вероятности β следующим образом:

$$r_{BH}^* = Z^{-1}(M_{zH}^*); \quad (46)$$

$$r_{BB}^* = Z^{-1}(M_{zB}^*), \quad (47)$$

где Z^{-1} – обратное преобразование Р. Фишера, которое берется из правой части таблицы 10. Результаты данной операции для рассматриваемого нами примера приведены в таблице 11.

Таблица 11. – Интервальные оценки для уточненного выборочного коэффициента корреляции Пирсона

β	M_{zH}^*	$Z^{-1}(M_{zH}^*) = r_{BH}^*$	M_{zB}^*	$Z^{-1}(M_{zB}^*) = r_{BB}^*$	$r_{xy}^* = r_B^* \mp \frac{r_B^* - r_{BH}^*}{r_{BB}^* - r_B^*}$
0,80	1,162	0,822	1,782	0,945	$0,9 \mp \frac{0,078}{0,045}$
0,90	1,072	0,790	1,872	0,954	$0,9 \mp \frac{0,11}{0,054}$
0,95	0,992	0,758	1,952	0,960	$0,9 \mp \frac{0,142}{0,06}$
0,99	0,842	0,687	2,102	0,971	$0,9 \mp \frac{0,213}{0,071}$

Анализ полученных результатов показывает:

1. При одном и том же объеме выборки величина доверительного интервала для выборочного коэффициента корреляции Пирсона при использовании распределения Фишера примерно в два раза меньше, чем при использовании распределений Лапласа и Стьюдента, что свидетельствует о более точной интервальной оценке коэффициента корреляции, получаемой с его помощью. При этом доверительный интервал по Фишеру является несимметричным относительно точечной оценки выборочного коэффициента корреляции Пирсона (коэффициент асимметрии примерно равен – (1,5...3), в то время как доверительные интервалы по Лапласу и Стьюденту являются симметричными.

2. С увеличением доверительной вероятности с 0,8 до 0,99 (на 24 %) доверительный интервал для коэффициента корреляции увеличивается с 0,123 до 0,284 (на 230 %).

6. Определение потребного объема выборки для интервальной оценки парного коэффициента корреляции Пирсона с заданной доверительной вероятностью и относительной погрешностью

В процессе проведения исследований и испытаний различных образцов ВВСТ часто приходится решать и обратную задачу, заключающуюся в необходимости определения потребного объема выборки n , при котором обеспечивается определение выборочного коэффициента корреляции с заданными значениями показателей достоверности (характеризуется значением доверительной вероятности) и точности (характеризуется значением относительной погрешности).

В доступной нам научно-технической литературе методики (формулы) расчета потребного объема выборки для интервальной оценки коэффициента корреляции Пирсона с заданной доверительной вероятностью и относительной погрешностью отсутствуют [30–48]. Поэтому мы приступим к их выводу последовательно для всех трех методик нахождения интервальной оценки парного коэффициента корреляции Пирсона, базирующихся на использовании Лапласа, Стьюдента и Р. Фишера.

Сначала получим формулу расчета потребного объема выборки для интервальной оценки коэффициента корреляции Пирсона с заданными значениями показателей достоверности и точности при использовании распределения Лапласа.

6.1. Методика расчета потребного объема выборки для интервальной оценки коэффициента корреляции Пирсона с заданными значениями показателей достоверности и точности при использовании распределения Лапласа

Данная методика получена следующим образом:

1. В формулу (32) поставим выражение (31) для расчета СКО ошибки оценки выборочного коэффициента корреляции, в результате будем иметь:

$$\varepsilon_r^* = t_{кр} \sigma_r^* = t_{кр} \sqrt{\frac{1 - (r_B^*)^2}{n - 2}}. \quad (48)$$

2. Запишем выражение для расчета: относительная погрешность оценки выборочного коэффициента корреляции случайных величин X и Y как отношение абсолютной погрешности его оценки ε_r^* к его величине r_B^*

$$\delta_r = \frac{\varepsilon_r^*}{r_B^*}. \quad (49)$$

3. На основании формулы (49) можно записать выражение для величины абсолютной погрешности оценки коэффициента корреляции через его относительную погрешность

$$\varepsilon_r^* = r_B^* \cdot \delta_r. \quad (50)$$

4. Подставим правую часть выражения (50) в формулу (48), в результате будем иметь

$$r_B^* \cdot \delta_r = t_{кр} \sqrt{\frac{1 - (r_B^*)^2}{n - 2}}. \quad (51)$$

5. Возведем левую и правую части выражения (51) в квадрат, в результате получим следующую формулу:

$$(r_B^*)^2 \cdot \delta_r^2 = t_{кр}^2 \frac{(1 - (r_B^*)^2)}{(n - 2)}. \quad (52)$$

6. Умножая левую и правую части равенства (52) на $(n-2)$, в результате будем иметь

$$(r_B^*)^2 \cdot \delta_r^2 (n-2) = t_{кр}^2 (1 - (r_B^*)^2). \quad (53)$$

7. Из уравнения (53) находим искомый объем выборки n

$$n = \frac{t_{кр}^2 (1 - (r_B^*)^2)}{\delta_r^2 (r_B^*)^2} + 2. \quad (54)$$

Результаты расчетов потребного количества экспериментов для различных значений доверительной вероятности β , выборочного коэффициента корреляции r_B и относительной погрешности δ_r приведены в таблицах 12–15.

Таблица 12. – Результаты расчетов для доверительной вероятности $\beta = 0,8$

r_B^*	Заданная относительная погрешность, %						
	30	25	20	15	10	5	1
0,1	1810	2605	4070	7234	16273	65086	1627091
0,2	440	633	988	1755	3946	15780	394448
0,3	187	268	417	741	1664	6649	166181
0,4	98	140	218	385	865	3453	86287
0,5	57	81	125	221	495	1974	49308
0,6	34	49	75	132	294	1171	29220
0,7	21	29	45	78	173	686	17108
0,8	12	17	25	43	94	372	9247
0,9	6	8	12	19	41	156	3857
0,99	2	3	3	3	5	15	336

Таблица 13. – Результаты расчетов для доверительной вероятности $\beta = 0,9$

r_B^*	Заданная относительная погрешность, %						
	30	25	20	15	10	5	1
0,1	2971	4278	6683	11880	26727	106900	2672457
0,2	722	1039	1622	2881	6481	25917	647870
0,3	305	439	684	1215	2731	10920	272946
0,4	159	229	356	632	1419	5671	141723
0,5	92	132	204	362	812	3241	80985
0,6	55	79	122	215	482	1922	47992
0,7	33	47	72	127	283	1126	28098
0,8	19	26	40	69	154	609	15186
0,9	9	12	18	30	65	255	6334
0,99	3	3	3	4	7	24	550

Таблица 14. – Результаты расчетов для доверительной вероятности $\beta = 0,95$

$r_{\text{в}}^*$	Заданная относительная погрешность, %						
	30	25	20	15	10	5	1
0,1	4228	6087	9510	16905	38034	152129	3803186
0,2	1026	1477	2307	4100	9222	36881	921986
0,3	434	623	973	1728	3886	15539	388430
0,4	226	325	506	898	2019	8069	201686
0,5	130	186	290	514	1154	4612	115250
0,6	78	111	173	306	685	2734	68297
0,7	46	66	102	180	402	1601	39986
0,8	26	37	56	98	218	866	21611
0,9	12	16	25	42	92	362	9013
0,99	3	3	4	5	10	33	782

Таблица 15. – Результаты расчетов для доверительной вероятности $\beta = 0,99$

$r_{\text{в}}^*$	Заданная относительная погрешность, %						
	30	25	20	15	10	5	1
0,1	7301	10513	16426	29199	65696	262779	6569420
0,2	1772	2550	3983	7080	15928	63705	1592588
0,3	748	1076	1679	2984	6712	26840	670953
0,4	389	559	873	1550	3486	13937	348380
0,5	223	321	500	887	1993	7965	199075
0,6	133	191	297	526	1182	4721	117971
0,7	79	113	175	309	693	2765	69068
0,8	43	62	95	168	375	1495	37328
0,9	19	27	41	71	158	625	15567
0,99	3	4	5	8	15	56	1349

Анализ полученных результатов показывает:

1) потребный объем выборки рассчитывается по сложной формуле (54) и зависит от квадратов всех входящих в нее величин;

2) при прочих равных условиях с увеличением доверительной вероятности β с 0,9 до 0,99 потребный объем выборки умеренно возрастает в $(t_{\text{кр},0,99} / t_{\text{кр},0,9})^2 = 2,458$ раз;

3) для заданной доверительной вероятности (например, $\beta = 0,9$) и фиксированной относительной погрешности (например, $\delta_r = 10\%$) с уменьшением коэффициента корреляции с 0,9 до 0,1 (в 9 раз) потребный объем выборки увеличивается в 411 раз (см. таблицу 13);

4) при прочих равных условиях с уменьшением относительной погрешности оценки выборочного коэффициента корреляции на порядок (например, с 10 до 1 %) потребный объем выборки увеличивается на 2 порядка (в 100 раз);

5) для заданной доверительной вероятности β при одновременном уменьшении выборочного коэффициента корреляции и относительной погрешности его оценки на порядок потребный объем выборки увеличивается на четыре порядка (в 10 000 раз).

6.2. Методика расчета требуемого объема выборки для интервальной оценки коэффициента корреляции Пирсона с заданными значениями показателей достоверности и точности при использовании распределения Стьюдента

Вторую методику расчета требуемого объема выборки для интервальной оценки коэффициента корреляции Пирсона с заданными значениями показателей достоверности и точности при использовании распределения Стьюдента подробно излагать не будем, так как она предусматривает выполнение тех же этапов работ с использованием тех же формул (48)–(54), что и первая методика. Отличие состоит лишь в том, что входящие в эти формулы критические значения критерия ($t_{кр}$) для заданных доверительных вероятностей β берутся из таблицы 4 (таблица распределения Стьюдента).

Для сравнения в таблице 7 для заданных в рассматриваемом примере доверительных вероятностей приведены критические значения критерия $t_{кр}$ для распределения Лапласа и распределения Стьюдента. Из данной таблицы видно, что критические значения этих критериев отличаются друг от друга не более чем на 4–12 %, поэтому также незначительно (в сторону увеличения) будут отличаться и результаты расчетов требуемого объема выборки по сравнению с указанными в таблицах 12–15.

Методика расчета требуемого объема выборки для интервальной оценки коэффициента корреляции Пирсона с заданными значениями показателей достоверности и точности при использовании распределения Р. Фишера будет рассмотрена в следующей статье ввиду ее сложности, громоздкости и необходимости проведения значительного объема вычислений.

Заключение

1. В данной статье разработаны методики расчета точечной и интервальной оценки коэффициента корреляции Пирсона двух зависимых непрерывных случайных величин X и Y (параметров и ТТХ испытуемого образца ВВСТ), базирующиеся на использовании распределений Лапласа (при большом объеме выборки), Стьюдента (при умеренном объеме выборки) и Р. Фишера (при малом объеме выборки).

2. Получение достоверных точечных и интервальных оценок парного и множественного, линейного и нелинейного коэффициентов корреляции непрерывных и дискретных зависимых случайных величин (зависимых параметров и ТТХ ВВСТ) необходимо для последующего расчета всех их числовых характеристик (математического ожидания, дисперсии, высших вероятностных моментов и т. д.), а также проведения корреляционного и регрессионного анализа разрабатываемого или испытуемого образца ВВСТ.

3. В статье также получены формулы и составлены таблицы, по которым можно определить требуемый объем выборки, обеспечивающий получение точечных и интервальных оценок указанного коэффициента корреляции с заданной доверительной вероятностью (0,9–0,99) и относительной погрешностью (10–1 %).

4. Требуется проведение дальнейших исследований по данной проблематике в следующих направлениях:

нахождение более точной аппроксимации плотности распределения Р. Фишера для повышения точности расчета интервальных оценок парного и множественного коэффициентов корреляции зависимых случайных величин (параметров и ТТХ образца ВВСТ);

вывод формул и составление таблиц для определения требуемого объема выборки зависимых случайных величин, при котором обеспечивается определение точечной и интервальной оценки парного и множественного коэффициентов корреляции с требуемой доверительной вероятностью (равной 0,9–0,99) и относительной погрешностью (равной 10–1 %).

Список литературы

1. Концепции строительства и развития Вооруженных Сил Республики Беларусь на период до 2020 года: Указ Президента Республики Беларусь, 2008 г.
2. Жадобин, Ю. В. Армия белорусского народа / Ю. В. Жадобин // Армия. – 2013. – № 1–2 (101–102). – С. 2–13.
3. Лотенков, И. Н. Техническое обеспечение Вооруженных Сил: становление и развитие на современном этапе / И. Н. Лотенков // Армия. – 2013. – № 1–2 (101–102). – С. 32–35.
4. Лотенков, И. Н. Вооружены и боеспособны – учения доказали / И. Н. Лотенков // Армия. – 2014. – № 1 (107). – С. 2–5.
5. Корчак, Ю. В. В оружейной сфере необходим качественный скачок / Ю. В. Корчак, А. В. Леонов, И. Л. Борисенков // Воздуш.-космич. оборона. – 2008. – № 6 (43) – С. 6–15.
6. Буренок, В. М. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация / В. М. Буренок, А. А. Ивлев, В. Ю. Корчак. – Тверь: Купол, 2009. – 634 с.
7. Буренок, В. М. К инновационной армии / В. М. Буренок // Воздуш.-космич. оборона. – 2009. – № 3 (46). – С. 16–25.
8. Буренок, В. М. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения / В. М. Буренок, Р. Н. Погребняк, А. П. Скотников. – М.: Машиностроение, 2010. – 368 с.
9. Буренок, В. М. Технологические и технические основы развития вооружения и военной техники / В. М. Буренок. – М.: Граница, 2011. – 210 с.
10. Брезгин, В. С. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе / В. С. Брезгин, А. И. Буравлев, В. М. Буренок. – М.: Граница, 2012. – 546 с.
11. Буренок, В. М. Направления совершенствования методической базы обоснования проекта новой Государственной программы вооружения / В. М. Буренок // Вооружение и экономика. – 2013. – № 1 (22). – С. 3–7.
12. Косачев, И. М. Методика сравнительного анализа однотипных образцов вооружения и военной техники / И. М. Косачев, И. М. Аношкин // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 2 (39). – С. 18–39.
13. Косачев, И. М. Методика определения перспективности, современности или моральной старости образцов вооружения и военной техники / И. М. Косачев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 3 (40). – С. 105–128.
14. Разработка проекта нормативно-технического документа общих технических требований «Система общих технических требований к видам вооружения и военной техники. Системы и комплексы (образцы) вооружения и военной техники. Общие требования к методам государственных испытаний»: отчет о НИР (заключ.) / Воен. акад. Респ. Беларусь; рук. И. М. Косачев. – Минск, 2014. – 71 с.
15. Косачев, И. М. Создание комплексной системы полунатурного моделирования для оценки эффективности автоматизированных систем управления военно-воздушными силами и войсками противовоздушной обороны / И. М. Косачев, А. В. Хижняк // Сб. докл. X всероссийской науч.-практ. конф. 21–22 октября 2009 г. – Ярославль: ЯЗРИ ПВО, 2009 г. – С. 105–115.
16. Косачев, И. М. Комплексная испытательно-моделирующая установка для полунатурных испытаний радиотехнических систем / И. М. Косачев, Ю. Е. Кулешов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 2 (43). – С. 78–123.
17. Лобейко, В. И. Современные подходы к организации испытаний сложных систем / В. И. Лобейко. – Астрахань: Астраханский ун-т, 2006. – 332 с.
18. Основы методологии испытаний ракетно-космических систем: учебн. – СПб: Воен. космич. акад. им. А. Ф. Можайского, 2006. – 635 с.
19. Старусев, А. В. Оценка эффективности испытаний АСУ специального назначения на основе полунатурного метода / А. В. Старусев. – Волгоград: Волгоград. ун-т, 2013. – 147 с.

20. Листовский, В. На очереди – новейшие технологии наземных испытаний / В. Листовский // Национальная оборона. – 2015. – № 6.
21. Уникальный стенд полунатурного моделирования создан в «ОКБ Сухого» для отработки бортового оборудования истребителя пятого поколения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.topwar.ru/>.
22. Вайпан, С. Н. Требуется комбинированная система испытаний МАК РЛДН / С. Н. Вайпан и [др.] // Воздушно-космич. оборона. – 2013. – № 2. – С. 30–36.
23. Косачев, И. М. Аналитическое моделирование стохастических систем / И. М. Косачев, М. Г. Ерошенков. – Минск: Наука и техника, 1993. – 264 с.
24. Косачев, И. М. Методология построения аналитических математических моделей РЛС, ЗРК и АСУ в интересах оценки эффективности группировок ПВО / И. М. Косачев, И. Ф. Олишевко // Сб. докл. IV науч.-техн. конф., Минск, 29–30 нояб. 2000 г. – Минск: Воен. акад. Респ. Беларусь, 2001. – С. 159–194.
25. Косачев, И. М. Аналитическая математическая модель системы телеуправления ЗУР / И. М. Косачев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2006. – № 4 (13). – С. 42–61.
26. Косачев, И. М. Математическая модель процесса самонаведения противорадиолокационной ракеты HARM на ЗРК, оснащенный средствами радиолокационной защиты типа «Дублер» / И. М. Косачев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2012. – № 2 (35). – С. 39–51.
27. Косачев, И. М. Методология аналитического математического моделирования боевой работы вооружения войск ПВО / И. М. Косачев // Сб. докл. IV науч.-техн. конф., Минск, 29–30 нояб. 2000 г. – Минск: Воен. Акад. Респ. Беларусь, 2001. – С. 195–220.
28. Косачев, И. М. Методология высокоточной нелинейной фильтрации случайных немарковских процессов в стохастических динамических системах с фиксированной структурой / И. М. Косачев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 4 (45). – С. 125–161.
29. Косачев, И. М. Методики расчета показателей достоверности и точности оцениваемых тактико-технических характеристик вооружения, военной и специальной техники / И. М. Косачев, Д. С. Нефедов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2015. – № 1 (46). – С. 78–123.
30. Теория вероятностей и математическая статистика / Л. К. Мартинсон [и др.]. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 424 с.
31. Храпов, В. Н. Эконометрика: учеб. метод. комплекс / В. Н. Храпов, А. Л. Осипов. – Новосибирск: Сибирская акад. гос. службы, 2002. – 235 с.
32. Боровиков, В. П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере. – М.: Питер, 2003. – 688 с.
33. Волковец, А. И. Теория вероятностей и математическая статистика: конспект лекций / А. И. Волковец, А. Б. Гуринович. – Минск: БГУИР, 2003. – 82 с.
34. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей: – 10-е изд. / Е. С. Вентцель. – М.: Академия, 2005. – 576 с.
35. Карасев, В. А. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб.-метод. пособие / В. А. Карасев, С. Н. Богданов, Г. Д. Лёвшина. – М.: Учеба, 2006. – 116 с.
36. Лисьев, В. П. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / В. П. Лисьев. – М.: Московский гос. ун-т эконом., статист. и информат., 2006. – 199 с.
37. Грицюк, С. Н. Математические методы и модели в экономике: учеб. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 384 с.
38. Гусаров, В. М. Общая теория статистики: учеб. пособие / В. М. Гусаров, С. М. Проява. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 207 с.
39. Рассел, Дж. Регрессионный анализ / Дж. Рассел. – М.: Книга по требованию, 2013. – 224 с.
40. Ивановский, Р. И. Теория вероятностей и математическая статистика. Основы, прикладные аспекты с примерами и задачами в среде Mathcad: учеб. пособие / Р. И. Ивановский. – СПб: БХВ-Петербург, 2008. – 528 с.

41. Вербная, В. П. Математика. Ч. 8. Математическая статистика / В. П. Вербная, Л. А. Мощная. – Новосибирск: Сибир. госуд. геодезич. акад., 2009. – 242 с.
42. Льюис, К. Д. Методы прогнозирования статистических данных / К. Д. Льюис. – М., 2009.
43. Лемешко, Б. Ю. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход: монограф. / Б. Ю. Лемешко и [др.]. – Новосибирск: НГТУ, 2011. – 888 с.
44. Шанченко, Н. И. Эконометрика: учеб. пособие / Н. И. Шанченко. – Ульяновск: Ул. ГТУ, 2011. – 117 с.
45. Харченко, М. А. Корреляционный анализ: учеб. пособие / М. А. Харченко – Воронеж: Воронежский ун-т, 2008. – 31 с.
46. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / В. Е. Гмурман. – 12-е изд. – М.: Юрайт, 2012. – 480 с.
47. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 816 с.
48. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе Statistica / В. П. Боровиков. – М.: Горячая линия–Телеком, 2012. – 288 с.
49. Драйпер, Н. Прикладной регрессионный анализ. – 3-е изд. / Н. Драйпер, Г. Смит. – М.: Вильямс, Диалектика, 2007. – 912 с.
50. Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения: СТБ ГОСТ Р 50779.10–2001. – М.: ВНИИСтандарт Госстандарта России, 2001. – 41 с.

*Сведения об авторах:

Косачев Иван Михайлович,

Касперович Максим Михайлович,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 27.07.2015 г.

ИМИТАЦИОННО-МОДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРА ОПТИМАЛЬНОГО СЖАТИЯ ПРИ АТАКЕ ГРУППОВОЙ ЦЕЛИ

УДК 621.396.96

О. Г. Лапука, В. В. Спесивцев*

Статья посвящена исследованию эффективности фильтра оптимального сжатия, используемого для решения проблемы радиолокационного наблюдения плотной группы целей в ходе ее ракетной атаки. Проанализировано влияние сверхсжатия принимаемых сигналов на вид дискриминационной характеристики дальномерного канала активной радиолокационной головки самонаведения управляемой ракеты. На основе факторного имитационно-модельного эксперимента получены результаты, характеризующие прирост эффективности атаки групповой цели за счет более раннего разрешения отдельных летательных аппаратов при использовании предлагаемого алгоритма цифровой обработки принимаемых сигналов.

The article investigates the optimal compression efficiency filter used to address the radar dense group goals during its rocket attacks. The influence supercompression received signals to look discriminatory characteristics ranging channel active radar guided missile seeker. On the basis of factor simulation-model experiment results obtained, describing the increase of efficiency of the attack group target by an earlier resolution of certain aircrafts by using the proposed algorithm of digital processing of receiving signals.

Наиболее сложной целью для атаки управляемым ракетным оружием является группа самолетов, находящихся в сомкнутом боевом порядке. Это связано с отсутствием возможности разрешения отдельных целей по дальности, доплеровской частоте или угловым координатам. Следствие этого – радиолокационное наблюдение плотной группы как единого объекта, отраженный сигнал от которого имеет существенные отличия от «стандартного» сигнала, отраженного от одиночной цели. Сопровождение плотной групповой цели в ходе ее атаки сопряжено с существенным возрастанием флуктуационных ошибок измерения координат, что вызывает увеличение интенсивности флуктуаций перегрузки атакующей ракеты с соответствующим возрастанием ее индуктивного сопротивления, уменьшением скорости и, соответственно, максимальной дальности полета [1]. Однако главная проблема атаки групповой цели – *позднее разрешение* и связанное с этим отсутствие возможности отработки контуром самонаведения конечного промаха, достаточного для поражения хотя бы одного из летательных аппаратов плотной группы с требуемой вероятностью.

Способ увеличения дальности разрешения отдельных целей плотной группы, основанный на использовании алгоритма внеосевого сопровождения [2], позволяет радикально решить данную проблему, однако только в тех ситуациях, когда угловые координаты одиночных целей сколь-либо существенно различаются. Имитационное моделирование процесса наведения показывает, что данное различие должно составлять хотя бы половину ширины главного лепестка диаграммы направленности антенны радиолокационной головки самонаведения на дальности 3...4 км, достаточной для успешной отработки конечного промаха по одной из целей. В случае, когда угловое различие между целями предельно мало, единственной возможностью успешной атаки плотной группы является разрешение отдельных целей по дальности.

Как показано в работе [3], использование фильтра оптимального сжатия (ФОС) позволяет существенно улучшить разрешающую способность по дальности при значительных отношениях сигнал-шум, что в ходе ракетной атаки обеспечивает более раннее разрешение отдельных целей плотной группы. Оптимальное сжатие обеспечивает фильтр, импульсная характеристика которого доставляет наименьшее (в среднеквадратическом смысле) отклонение полного нормированного отклика от идеальной «кнопочной» функции, т. е. минимум функционала

$$I_{\text{ФОС}} = \left\langle \|y - \lambda L\|^2 \right\rangle_n, \quad (1)$$

где y – отклик фильтра; $L = B J I = 0 \dots 0 \ 1 \ 0 \dots 0^T$ – идеальная «кнопочная» функция; $I = 1 \ 0 \dots 0^T$ – вектор-столбец, соответствующий дискретному конечномерному аналогу δ -функции; λ – нормирующий множитель, численно равный «центральному» значению отклика.

В результате выполнения процедуры стохастического синтеза было получено аналитическое выражение для импульсной характеристики ФОС, которое имеет вид [3]:

$$h = q^2 Q_0 + 2r_s - 1 \ I^{-1} \ Js, \quad (2)$$

где $Q = \alpha^2 Q_0 + \sigma_n^2 \ 2r_s - 1 \ I$; q – текущее отношение сигнал-шум; r_s – дискретная длительность полезного сигнала; J – единичная кроссдиагональная матрица.

Проведенный сравнительный анализ формулы (2) с аналогичными выражениями для согласованного фильтра $h_{\text{СФ}} = Js$ и фильтра максимального сжатия $h_{\text{ФМС}} = cQ_0^{-1}Js$ [3] позволяет говорить о том, что отношение сигнал-шум определяет степень близости ФОС к согласованному фильтру (СФ) или фильтру максимального сжатия (ФМС). В работе [3] показано, что в отличие от ФМС, реализующих потенциальные возможности по сверхсжатию принимаемого сигнала, фильтр оптимального сжатия с импульсной характеристикой вида (2) является устройством цифровой обработки, обеспечивающим максимально возможное временное сжатие при произвольном входном отношении сигнал-шум.

Так как форма импульсной характеристики ФОС зависит от входного отношения сигнал-шум, то реализация фильтра требует оценки этого параметра для последующего использования в алгоритме фильтрации. Структурная схема дискриминатора дальномерной следящей системы, реализующего функцию оценки рассогласования по дальности при произвольной длительности стробов, представлена на рисунке 1. Она содержит:

фильтр оптимального сжатия, обеспечивающий оптимальную обработку принимаемого сигнала по описанному выше критерию;

устройство формирования стробов (УФС), реализующее функцию временной расстановки раннего и позднего стробов дискриминатора с учетом их текущей длительности, определяемой отношением сигнал-шум;

устройства стробирования УС1 и УС2, обеспечивающие стробирование каналов обработки;

интеграторы И1 и И2, выполняющие функцию амплитудного детектирования (выделения физической огибающей) и накопления стробированных сигналов;

суммарно-разностный преобразователь и устройство формирования сигнала ошибки (УФСО), на выходе которого формируется нормированный к мощности сигнал, пропорциональный текущему рассогласованию следящей системы по дальности (времени задержки).

По мере приближения атакующей ракеты к цели, сопровождающегося увеличением отношения сигнал-шум, использование ФОС обеспечивает возможность существенного уменьшения ширины следящих стробов (как показано в [3], приблизительно в 3 раза), что приводит к соответствующему уменьшению ширины монотонной части дискриминационной характеристики дальномера. Последовательная трансформация данной характеристики при приближении ракеты к плотной группе целей представлена на рисунке 2.

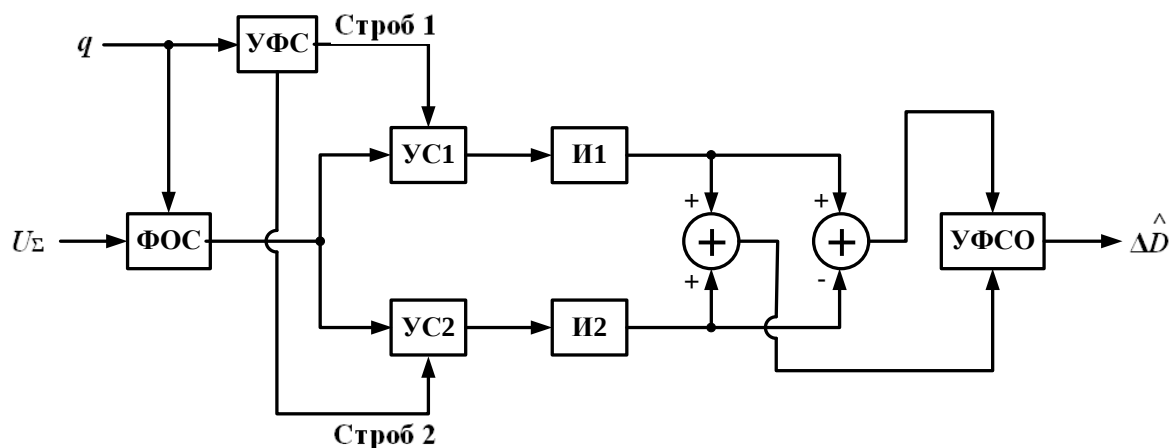


Рисунок 1. – Структурная схема дискриминатора дальномерной следящей системы

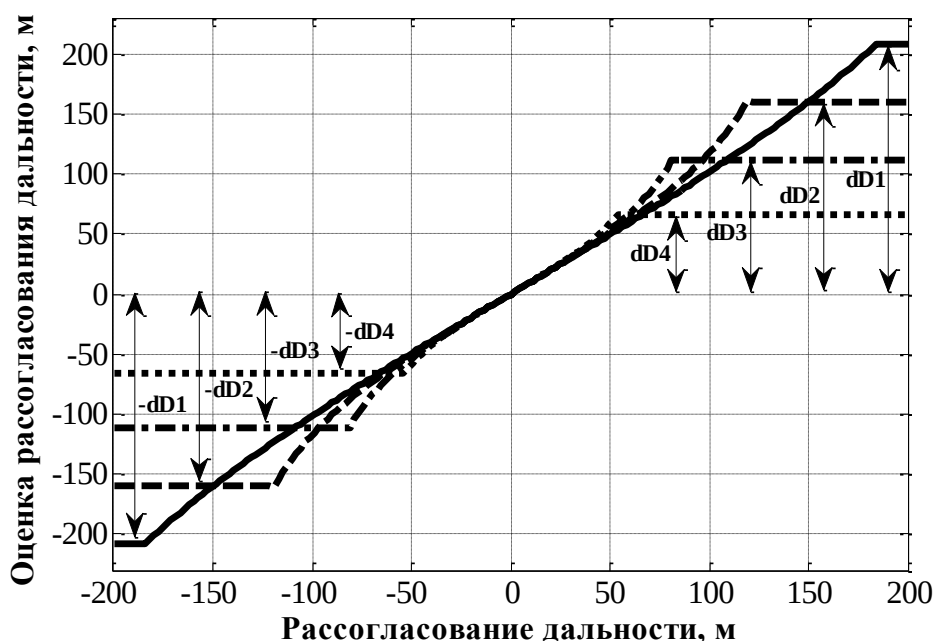


Рисунок 2. – Семейство дискриминационных характеристик дальномерного канала при использовании ФОС

Проанализируем зависимость дальности разрешения отдельных целей плотной группы от взаимного расстояния между ними. Рассмотрим вариант тактической ситуации, характеризуемый наведением ракеты с активной радиолокационной головкой самонаведения (АРГС) на плотную группу, не разрешаемую по угловым координатам, представляющую собой пару истребителей с эффективной площадью отражения каждого из них $\sigma = 10 \text{ м}^2$ (в логарифмическом представлении 10 дБ м²). Параметры АРГС: мощность передатчика РГС $P = 100 \text{ Вт}$ (20 дБ Вт), коэффициент усиления антенны $G = 25 \text{ дБ}$, длительность интервала когерентного накопления $\tau_{\text{кн}} = 20 \text{ мс}$ (–17 дБ с). Используемый зондирующий сигнал – когерентная пачка импульсов со скважностью $Q = 4$ (6 дБ), длина волны $\lambda = 3 \text{ см}$ (–15 дБ м).

Начальное отношение сигнал-шум на выходе согласованного фильтра приемника АРГС при наведении с дальности $D = 20 \text{ км}$ (43 дБ м) составит

$$q = \frac{PG^2\sigma\lambda^2\tau_{\text{кн}}}{4\pi^3 D^4 k_n k_b TQ} \rightarrow$$

$$\rightarrow 20 + 2 \times 25 + 10 - 2 \times 15 - 17 - 3 \times 11 - 4 \times 43 - 6 + 229 - 25 - 6 = 20 \text{ дБ} . \quad (3)$$

Здесь знаком $\rightarrow$ обозначен переход от линейной шкалы представления физических величин к логарифмической (дБ).

Можно показать, что по мере сближения ракеты с групповой целью происходит увеличение отношения сигнал-шум: на дальности 10 км оно становится равным 32 дБ, на дальности 5 км – 44 дБ и т. д. При этом алгоритм оптимальной обработки принимаемого сигнала плавно трансформируется от согласованной фильтрации к максимальному временному сжатию, обеспечивая постоянное улучшение разрешающей способности по дальности. В момент времени, когда она становится соответствующей разнице дальностей отдельных целей пары, происходит их разрешение с переходом на сопровождение одного из атакуемых истребителей.

График зависимостей дальности разрешения целей и соответствующего данной дальности отношения сигнал-шум от расстояния между целями представлен на рисунке 3. По графику видно, что при расстоянии между целями вдоль линии визирования, равном 200 м, их разрешение наступает на дальности около 14 км, расстоянии 150 м – на дальности около 11 км, расстоянии 100 м – на дальности около 8 км. Такая дальность является вполне достаточной для удовлетворительной отработки конечного промаха.

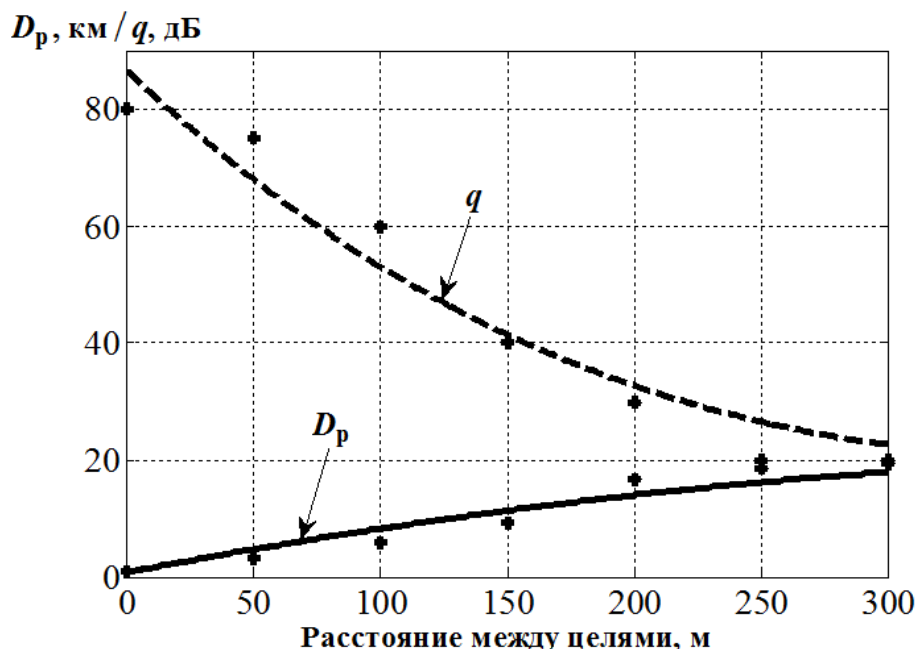


Рисунок 3. – Зависимость дальности разрешения и отношения сигнал-шум, реализованного в момент разрешения, от расстояния между целями

Эффективность предлагаемого способа наведения управляемой ракеты на групповую цель оценивалась с использованием имитационного математического моделирования. Один из базовых принципов, лежащих в основе имитационно-модельной оценки эффективности сложных технических систем, – обязательный учет негативных факторов, отрицательно влияющих на конечный результат. Применительно к решаемой задаче оптимального сжатия принимаемых сигналов в целях улучшения разрешающей способности по дальности таким фактором является неизбежное ухудшение отношения сигнал-шум (по сравнению с максимально возможным, соответствующим выходу согласованного фильтра). Это, безусловно, увеличивает СКО флуктуационных ошибок измерения координат, что в конечном счете приводит к ухудшению точности наведения управляемой ракеты. Кроме того, при реализации предлагаемых алгоритмов уменьшается ширина дискриминационной характеристики дальномерной следящей системы, что способствует увеличению вероятности срыва автосопровождения.

Для корректного учета данных факторов разработана имитационная модель контура наведения, обобщенная структура которой представлена в работе [2]. В модели реализована широко распространенная дальномерная следящая система на основе так называемого α - δ фильтра (рисунок 4). Новым элементом здесь является дискриминатор, обеспечивающий оптимальное временное сжатие принимаемого сигнала и управляемую регулировку ширины следящих стробов (как показано на рисунке 1).

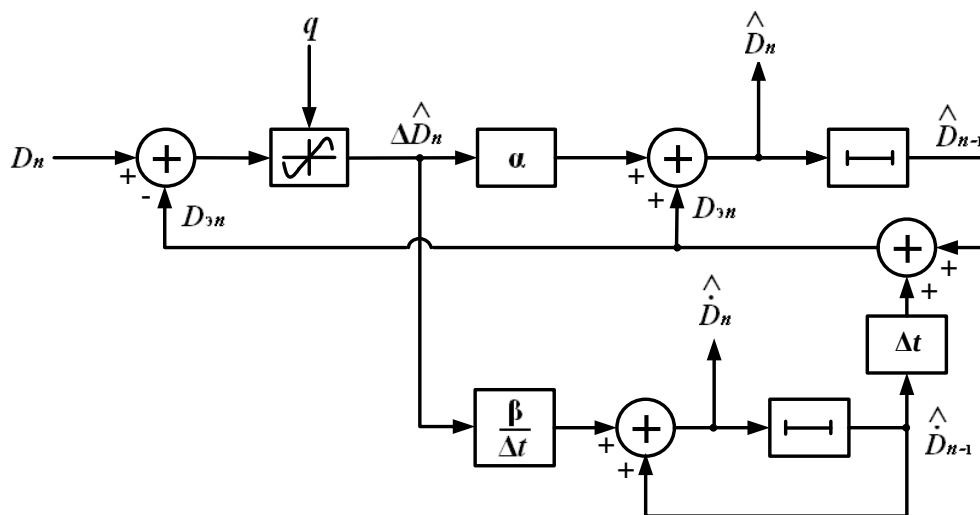


Рисунок 4. – Динамическая структурная схема дальномерной следящей системы

С использованием данной имитационной модели контура самонаведения АУР с АРГС проведен факторный эксперимент по оценке эффективности предлагаемой системы. Основные нефакторизуемые условия эксперимента аналогичны приведенным в работе [2]: моделировались множественные пуски ракет в заднюю полусферу по парной цели, выполняющей полет в групповом порядке «пеленг». Ракурс атаки выбирался случайным, распределенным по гауссовскому закону в пределах $(\pm 3\sigma)$ $-60...+60^\circ$.

При проведении факторного эксперимента расстояние между целями плотной группы выбиралось меньшим 250 м, т. е. таким, чтобы при стрельбе под любым ракурсом (из заданного сектора атаки) разрешения целей по дальности без использования алгоритма сверхсжатия не происходило. При моделировании в ходе каждой реализации самонаведения в процессе сближения ракеты с групповой целью в некоторой точке траектории наступало разрешение по угловым координатам, после чего ракета перенацеливалась с эквивалентного центра отражения плотной группы на отдельную цель и за оставшийся временной интервал обрабатывала конечный промах.

Факторный эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе алгоритм оптимального сжатия не использовался, то есть были реализованы штатные условия стрельбы. Результаты оценки вероятности поражения хотя бы одной из целей плотной группы, а также ее доверительных границ для доверительной вероятности 0,99, в зависимости от расстояния между целями плотной группы, представлены на рисунке 5. Из него видно, что по мере роста расстояния между целями разрешение по угловым координатам (в среднем) наступает раньше, при этом вероятность поражения хотя бы одной из целей растет. Низкие значения оценки вероятности поражения при малых расстояниях между целями объясняются отсутствием возможности разрешения отдельных целей по дальности практически по всей траектории, а разрешение по угловым координатам наступает слишком поздно. В этом случае система наведения не успевает в достаточной мере обработать конечный промах.

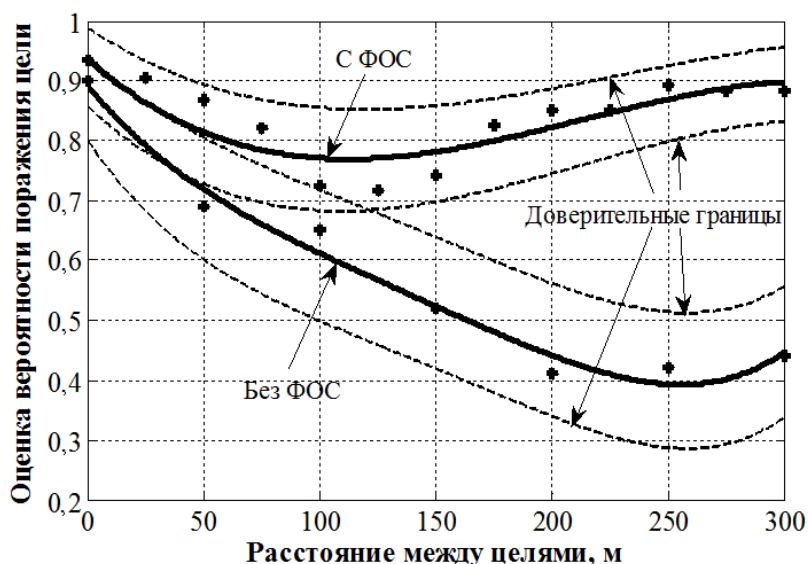


Рисунок 5. – Зависимость оценки вероятности поражения от расстояния между целями с использованием ФОС и без него

На втором этапе факторного эксперимента задействовался алгоритм оптимального сжатия, при этом начальные условия стрельбы оставались прежними. Результаты оценки эффективности ракетной атаки для данного этапа (с использованием ФОС) также представлены на рисунке. Использование алгоритма оптимального сжатия, в сравнении с предыдущим случаем, позволяет раньше разрешить цели по дальности. Следовательно, у контура наведения увеличивается время для отработки конечного промаха. Соответственно, и оценка вероятности поражения становится выше.

Обобщая полученные результаты, можно сказать, что использование фильтра оптимального сжатия обеспечивает разрешение целей плотной группы на существенно больших дальностях, что позволяет атакующей ракете в достаточной степени отработать промах по одной из целей. Несмотря на некоторые энергетические потери, вызванные отличием алгоритма обработки сигнала от согласованной фильтрации, вероятность поражения хотя бы одной цели плотной группы существенно увеличивается.

В заключение отметим, что перспективы значительного увеличения эффективности ракетной атаки плотной группы целей может обеспечить совместное использование предлагаемого алгоритма оптимального сжатия и внеосевого сопровождения [5]. Дело в том, что наибольший прирост в точности наведения ракеты каждый из них обеспечивает во «взаимно ортогональных» условиях: сверхсжатие наиболее эффективно при атаке с ракурса, соответствующего линии расположения целей, а внеосевое сопровождение – с ракурса, перпендикулярного данной линии. Если ракурс атаки находится в промежутке между данными «краеугольными» значениями, одновременно действуют оба фактора, однако «вклад» каждого из них в отдельности в общую эффективность несколько снижается (по сравнению с максимально возможным). Таким образом, следует ожидать, что совместное задействование обоих предлагаемых ресурсов обеспечит повышение эффективности боевого применения управляемого ракетного оружия по групповой цели в широком диапазоне условий.

Список литературы

1. Лапука, О. Г. Оценка величины индуктивного сопротивления ракеты, вызванного маневрированием цели / О. Г. Лапука // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2010. – № 2. – С. 141–146.

2. Лапука, О. Г. Внеосевое сопровождения как способ повышения эффективности ракетной атаки групповой воздушной цели / О. Г. Лапука, В. В. Спесивцев // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 26. – С. 108–116.
3. Спесивцев, В. В. Оптимальное временное сжатие сигналов при радиолокационном наблюдении плотной группы целей / В. В. Спесивцев // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 24. – С. 107–114.
4. Лапука, О. Г. Анализ и синтез в классе дискретных конечномерных систем: моногр. / О. Г. Лапука, К. К. Пашенко. – Минск: ВА РБ, 2010. – 372 с.
5. Лапука, О. Г. Анализ эффективности использования внеосевого сопровождения при атаке групповой цели / О. Г. Лапука, В. В. Спесивцев // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2015. – № 46. – С. 83–89.

*Сведения об авторах:

Лапука Олег Георгиевич,

Спесивцев Виталий Валерьевич,

УО «Военная академия Республики Беларусь».

Статья поступила в редакцию 30.05.2015 г.

5. ПРОБЛЕМЫ ВОЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ, ВОИНСКОГО ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

ДУХОВНОСТЬ, ДЕРЖАВНЫЙ АВТОРИТАРИЗМ, СУВЕРЕННАЯ НАРОДНАЯ ДЕМОКРАТИЯ – ФУНДАМЕНТ МОГУЩЕСТВА ГОСУДАРСТВ ЕВРАЗИЙСКОГО СОЮЗА И ПОСТРОЕНИЯ МНОГОПОЛЯРНОГО МИРА

УДК 32.001

Н. В. Карпиленя*

В статье на основе исследования цивилизационных, геополитических, геостратегических, духовных, социальных факторов [5, 6, 8, 10, 13, 24, 26–32] получили дальнейшее развитие идеи работы [25], представлен личный взгляд автора на модель политической системы рациональной смешанной формы политических режимов государств Евразийского союза, определяющую национальные интересы взаимоотношения личности, общества, государства и способную служить сбережению, укреплению, устойчивому развитию государств и народов, формированию и построению нового миропорядка.

The article based on the study of civilizational, geopolitical, geostrategic, spiritual, social factors [5, 6, 8, 10, 13, 24, 26–32], has been further development of the idea of [25], presents a personal view of the author on the model of the rational political system of the hybrid forms of political regimes of the states of the Eurasian Union, defining national interests in the relationship of individual, society, state, which is able to serve the conservation, consolidation, sustainable development of the states and peoples, the formation and building of a new world order.

Народ может простить писателям многое,
но не может простить молчание во времена,
когда решается его судьба.

Максим Танк

Политика – совокупность средств, необходимых
для того, чтобы прийти к власти, удерживаться
у власти и полезно ее использовать.

Н. Макиавелли

История – прошлая политика,
сегодняшняя политика – будущая история.

Н. В. Карпиленя

Введение

Всем незападным цивилизациям и государствам, в них входящим, чтобы строить так желаемый ими многополярный мир, следует извлечь уроки из прошлого, установить истинные причины побед и поражений в многочисленных войнах и военных конфликтах. К сожалению, ведь и ныне проблема военного противоборства никуда не исчезла. Так, к примеру, большое значение в теории К. Клаузевица [12] придается следующим **моральным силам**, влияющим на ход вооруженной борьбы: **талант полководца** (знания, воля и другие его качества), сохранившаяся в наших народах от Победы в Великой Отечественной войне **воинская доблесть армии**, обученной и сплоченной корпоративным духом, и **дух народа**, комплектующего армию (энтузиазм, фанатизм, вера, убеждение и др.).

История не раз подтверждала истину, что талант полководца, воинская доблесть его армии непременно зиждутся на духе всего народа того или иного государства. В статье

рассматриваются проблемы сохранения равновесия между этими составляющими, как между тремя точками притяжения, для обеспечения устойчивого развития государств Евразийского союза, способных (*по мнению автора. – Н. К.*) обеспечить мирный переход к построению многополярного, вместо предпринимаемых последних и, быть может, самых жестоких попыток в XXI в. формирования однополярного мира. По всему выходит, что именно твердая воля духа Человека находится в центре военного искусства. Общеизвестно, что Народный дух в продолжительном мире имеет тенденцию к снижению. Вот почему политическому руководству страны, Главнокомандующему Вооруженными силами (Верховному главнокомандующему) следует постоянно иметь в поле зрения эту невидимую связь со своим народом. Безусловно, наряду с моральными силами, т. е. духовными свойствами и их воздействием, следует рассматривать в неразрывной связи, выражаясь словами К. Клаузевица, физические, математические, географические, статистические факторы и помнить предостережение великого теоретика: «Да хранит Бог всякого теоретика от столь пагубного начинания рассматривать их по отдельности» [12]. В современной интерпретации данная фраза К. Клаузевица может быть представлена так: да хранит Бог всякого военного теоретика рассматривать цивилизационные, геополитические, геостратегические, геоэкономические, духовные, социальные, информационные и иные факторы, влияющие на национальную безопасность государства, по отдельности, вне их взаимной системной связи.

На основе цивилизационного, геополитического, геостратегического, геофилософского анализа протекания современных процессов автор с позиции цивилизации Суши рассматривает модель смешанной (демократической, авторитарной) формы политических режимов в государствах Евразийского союза, которая позволит перейти к формированию устойчивой системы многополярного мира и прекратить существующий тысячелетний натиск на Восток со стороны Запада, что поможет и ему самому вернуться к системе возрождения гуманизма, который был характерен в отдельные века для развития западной цивилизации.

1. О сути человека и времени, в котором мы живем: от прошлого, через настоящее, к лучшему будущему

Анализ показал, что всю историю человечества можно представить как последовательность трех видов **политического строя** [6, 31]: *ритуальный строй*, в котором власть носила по существу религиозный характер; *имперский строй*, где власть осуществлялась за счет военной мощи; *рыночный строй*, при котором власть принадлежит группе лиц, контролирующей экономику. Заветная цель каждого строя – религия, территория и **индивидуализм** соответственно. Сегодня мир, по мнению ряда исследователей [6, 10, 13, 22, 31], находится в завершении фазы рыночного строя, т. е. либерального, рыночного западного **индивидуализма**, или, по-другому, явного доминирования западной цивилизации, возглавляемой США (цивилизации Моря [10, 17, 24, 29, 30]). Многие цивилизации и государства, фундаментом которых выступают страны БРИКС (большинство стран, в числе которых Россия, Китай, Индия, принадлежат цивилизации Суши [10, 17, 24, 29, 30]), желают строить вместо однополярного многополярный культурно-исторический мир, основанный **на коллективизме и социально ориентированной экономике**.

Сегодня по ряду действий на международной арене государств незападной цивилизации (прежде всего России) становится очевидным, что человеческий ДУХ (сознание, воля, вера) все больше способен сформулировать свое отношение к любому окружающему явлению. Если в центре глобализации (с позиции цивилизации Моря) находятся деньги (мамона), а также материальные вещи (индивидуализм), то в центре цивилизации Суши они вторичны (после коллективного ДУХА).

Последовательно и целеустремленно реализуемый курс целого ряда стержневых государств на формирование многополярного мира – реальная антитеза однополярности

(глобализма) во всех ее проявлениях. По сути, многополярность – это совершенно иной взгляд на пространство Земли, нежели биполярность и однополярный мир. Да и в целом можно утверждать, что многополярность – это вектор геополитики Суши, обращенный в будущее и с позиции многих идеологий, культур, мировоззрений и религий не имеющий ничего общего с западным либеральным капитализмом.

Ближе всего к теории многополярности неоевразийство [10, 28] как мировоззрение, планетарный тренд и проект стратегической, геополитической, экономической интеграции Евразийского материка (от Лиссабона до Владивостока). Но вначале (*по мнению автора. – Н. К.*) должен быть реализован проект интеграции от Бреста до Владивостока и Пекина, да и в целом БРИКС.

Но. На пути к построению многополярного миропорядка встречаются серьезные препятствия. Ведь еще при переходе от ритуального, затем имперского строя с основной идентичностью человека традиционного общества «Я – это мои принципы», или «Есть, чтобы жить», к рыночному строю, в котором человек стал идентифицировать себя как «Я – это мои вещи», или «Жить, чтобы есть», была потеряна ДУША, следствием чего стали глубокие трансформации самого человека – его разума, воли, чувств.

Сегодня мы все чаще можем наблюдать, что целью жизни человека провозглашается философия успеха. Вместо идеи общего спасения, достигаемой коллективной ответственностью, рождается идея личного успеха, где каждый отвечает лишь за себя. Личное благо становится выше общего. Коллективизм, который является нравственным принципом всех незападных обществ, даже в них все чаще сменяется индивидуализмом. По-другому это означает: женщины не знают, кого любить; мужчины не знают, чему служить. Сегодня народы США, Европы, России, Азии и т. д. побеждают сами себя: «Горе побежденным» [13].

Предпримем попытку проанализировать причины возникших препятствий в гуманитарной идентичности человека, превращающихся ныне в проблемы на пути построения многополярного мира, на примере последних десятилетий с распада биполярной системы миропорядка.

Анализ показывает, что первым элементом в цепи событий, приведших к гибели СССР, стали дезорганизация, разрушение, подрыв действовавшей социальной социалистической системы управления. Но вторым, более сложным и гораздо важным, было искажение, а в последующем планомерное разрушение советских, да и вообще РУСских [32] смыслов.

Была заблаговременно тщательно подготовлена, отрежиссирована и проведена атака на Идеальное вообще с помощью новейшего информационного оружия. Произошла тотальная диссоциация советских смыслов. Информационные и интеллектуальные вирусы были нацелены в каждую клеточку тела, и прежде всего, естественно, в историческое самосознание, ибо речь шла о советской идентичности, имеющей глубокие культурно-исторические корни во всей предшествующей народной жизни.

Задача противника (внутреннего и внешнего) состояла в том, чтобы обрушить Идеальное вообще, чтобы лишить его мобилизующей силы. В качестве подтверждения можно привести следующее высказывание министра иностранных дел Российской Федерации начала 90-х Козырева: «Обсуждали национальную идею, потом решили: какая ни будет, начнется это чертово воодушевление, зачем оно нужно? И решили: пусть деньги будут национальной идеей» [13].

Вот почему сегодня наш путь должен состоять и включать помимо диалектики (философского учения о всеобщих связях, о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления; научного метода изучения природы и общества в их развитии путем вскрытия внутренних противоречий и борьбы противоположностей [14]) и метафизику. Под **метафизикой** (автором. – **Н. К.**) понимается необходимость сохранения неизменности целого ряда присущих цивилизациям своих, раз и навсегда данных и недоступных опыту культурно-исторических начал мира, таких как религиозные, традиционные семейные

ценности брака мужчины и женщины и др., ради смыслов, языка и коммуникаций. Вот почему нельзя не согласиться сегодня с высказыванием советского космонавта Георгия Гречко: *«Нельзя противопоставлять науку и религию. Наука изучает мир вещей, а религия занимается душой. Поэтому надо иметь научный ум и религиозную душу»*. Автору этих строк видится чрезвычайно важным именно такое осознание человеком своего бытия на пути к более мирному сосуществованию всех государств и цивилизаций.

Сегодня мир в целом находится в тупике: геополитическом, экономическом, внутривнутриполитическом, идеологическом, историческом, метафизическом. И следует не просто ставить вопрос: «Что делать? Кто виноват?», а вопрос: «Кто же это все «что» будет делать?»!

Всем людям, населяющим планету, пора начинать понимать, что против социальной энергии по устранению порока сознания ДЕНЕГ эффективна только социальная энергия сознания ДУХА, которая (по мнению автора. – **Н. К.**) возможна только через повышение общей духовности всех наций и народностей. Но и здесь можем встречать непреодолимые препятствия. Посудите сами на примере последних ста лет истории России. С отказа царя Николая II в начале марта 1917 г. от престола и свершения Великой Октябрьской социалистической революции в СССР строили коммунизм, что может быть интерпретировано сегодня как православие (на фундаменте Москва – Третий Рим), **но без Бога**. Сама возможность построения коммунизма в СССР вполне объяснима и лежит в коллективистском духе всего русского народа.

«Революция» в СССР начала 90-х годов конца XX века и сегодняшние события показывают, что в России, как и в большинстве государств бывшего постсоветского геополитического пространства, строится капитализм, который можно интерпретировать как протестантизм, **но без Бога**. Но. И здесь главное противоречие всей многовековой жизни русского народа – *капитализм всегда был плохо совместим с Россией*. Да и сегодня ведь более 80 % граждан России относят себя к православным. Примерно столько же граждан (в процентном отношении) относят себя к православным и в Беларуси, Украине. Да и в Грузии и Молдове свыше 50 % православных верующих.

Некоторые черты капитализма как строя [13]:

построил новую политическую систему, назвав ее *демократической*;

сделал закон гиперрегулятором построенного им принципиально нового общества;

сформировал новую общность – нацию (народ минус вера);

«атомизировал» традиционное общество.

Сегодня крайне важно, чтобы «атомизированное» капиталистической конкуренцией в политике и рынком в экономике, ради выгоды и прибыли любой ценой, население (большинства стран, прежде всего западной цивилизации), теряющее нравственные ориентиры в погоне за «наслаждениями и жизнью в шоколаде», когда богатые становятся еще богаче за счет остальных, должно вновь стать народом, т. е. должна быть выстроена новая идентичность. Слагаемые пробуждения: надо, чтобы у всего народа, прежде всего евразийских государств, несущих в себе коллективную память в архетипе народа, проснулся инстинкт самосохранения; чтобы у наиболее «успешных» из нас проснулась еще и совесть, останавливающая от пороков вседозволенности, алчности, эгоизма; чтобы у всего народа проснулась еще и осторожность, которая свойственна сильно загнанному зверю, чтобы эволюционными, медленными изменениями внутри каждого из нас прийти к качественному изменению нынешнего общества потребления. Для этого нужен идеологический, мировоззренческий и социальный прорыв в совершенно новое качество сознания и самосознания.

Образование и воспитание – вот основные элементы, с помощью которых человек меняет свое сознание и мировоззрение. Всем нам надо осознать наше советское прошлое: факты, смысл фактов, неочевидные моменты и то, что было недостроено в СССР [13].

На планете есть три региона, реализующих разного рода капиталистические проекты: проект № 1 – Большой Дальний Восток, реализующий до недавнего времени «успешный»

западный проект под названием Модерн, но на своей национально-особенной базе многовековой культуры; проект № 2 – Большой Запад, реализующий свой же проект, но только уже под названием Постмодерн в желании править всем миром; проект № 3 – Большой Юг, реализующий капиталистический проект, находясь лишь в самом начале его развития, под названием Контрмодерн.

Государствам же Евразийского союза нужен новый – НАШ Проект. Его фундаментальные камни [13]:

индустриальный и постиндустриальный коллективизм в соединении с аграрным коллективизмом;

новый человек;

новый гуманизм;

история как сверхценность.

Наступило время, когда нам надо сказать себе: «Вот так пойду, вот этим путем, вот к этой цели». А для этого нужны:

идеология и метафизика,

командный состав,

дисциплина,

тактика,

стратегия,

и главное – жертвенный Дух воина, ученого и организатора в одном лице, способного Служить всему Обществу (а не индивидуализм, эгоцентризм (технизм)).

Здесь уместно вспомнить одно из высказываний великого реформатора Российской империи Петра Аркадьевича Столыпина: «Там, где деньги, – там дьявол. Родина требует себе служения настолько жертвенно чистого, что малейшая мысль о личной выгоде омрачает душу и парализует работу».

Для постепенной реализации столь грандиозного Проекта нужно создать и опереться на новый политический класс, который может собрать только ДУХ. Новых людей соберет СМЫСЛ под названием Проект Сверхмодерна.

Известно, что человеческие общества – это системы, обладающие регуляторами. Их три: искусственная среда (по Марксу), общество (по Веберу), человек (по Фромму) [13]. У нас также должны быть ТРИ цели: создание, регулирование, трансформация и развитие каждого из них. Вся история человечества – это замена обществ, использующих одни регуляторы, обществами, использующими другие регуляторы. От того, какие регуляторы преобладают в обществе, зависит его состояние и развитие.

Сегодня главные *наши враги – моральный слом и погасший дух*, которые увеличивают антропологические ножницы (разрыв между развитием технической среды и качествами самого человека – «барьер Питерса») [13, 31]).

Вот почему главное сегодня для нас – служение идеальному (идеалам), восстановление чести, любви, счастья, ощущения различия между безумием «иметь» и счастьем «БЫТЬ». Если эти задачи не тривиальные, не политические, а гораздо более сложные решим, мы решим все задачи и политические. ***Если внутри человека удалось поместить комплекс исторической неполноценности, отвращение к своей исторической судьбе – все, конец: нет идентичности, нет достоинства, нет чести.*** Это – раб.

Настроения новых людей, особенно в России после ее воссоединения с Крымом, сегодня много значат. Но! Они пока не превращаются в умонастроения, тем более в мировоззрение. А не превратившись в него, они не могут рождать мотивации. Не рождая мотивации, они не приведут к действию. И это первая проблема нашей эпохи. Отказавшись от коллективизма (любить и «БЫТЬ») и поставив на индивидуализм (иметь, иметь, иметь), человек сам стал алчущим, помещенным в социальные ножницы и принужденным к беспомощному выполнению правил социально-ролевых игр Нового времени, т. е. вместо моральных регуляторов главным стали деньги, чтобы не думать больше ни о чем. Человек

без цельного мировоззрения всегда был и есть ныне инструмент, который продается, как картошка на базаре. У него нет принципов, и он готов делать что угодно, если ему выгодно.

Есть убеждение (автора. – **Н. К.**), что, если главная задача государства – формирование сознания – будет решена, создание экономики или армии – вопрос времени. Но для этого-то и нужна государственная идеология, которая есть и успешно реализуется в Беларуси, но которой нет в России. Статья 13, п. 2 Основного закона России прямо указывает, что «никакая идеология не может устанавливаться в качестве государственной или обязательной» [2]. Вот почему даже приступать ныне к разговору о восстановлении тысячелетних ценностей народного сознания российского народа в России нет возможности. Сразу слышим окрики из США, с Запада, прозападной либеральной интеллигенции России, которая и стояла у истоков разрушения СССР, а ранее и Российской империи: «Соблюдайте Конституцию России».

Да и, к сожалению, проводимая образовательная, а значит, и воспитательная политика в государствах Евразийского союза по включению в капиталистическую систему конкуренции, а следовательно, ценностей, именуемая Болонской системой образования, способствует продлению агонии Запада и не может привести нас к Проекту Сверхмодерна. Да и наука в целом стремительно дегуманизируется, и в этом смысле сама может стать смертью человечества. Но если она возьмет барьер и перейдет в новое качество, то действительно может сформировать новый мегаисторический проект.

Это могут сделать Россия, Беларусь, Казахстан и повести всех за собой. Именно метафизика нужна нам для восстановления разрушенной смысловой целостности, языка и коммуникаций. Без этого изменить наши страны нельзя. Нельзя искусственно поджигать идеологию, если она лишена метафизики. Да и у нас был негативный пример, когда в СССР мы действовали лишь идеологически, а не геополитически. Мы отчетливо должны понять, что когда ослабевают смыслы, моральный, нравственный стержень, то слабеет именно человек с сильной смысловой мотивацией. И тогда усиливается в нем сорняк с мощной корневой системой, т. е. человек становится тем, кто хочет иметь все и сейчас. Он превращается в «прорву». Предательство Горбачева и Ельцина, Шушкевича, Кравчука вскрыло для «прорвы» фантастические возможности, и она «ломанулась» вперед. Интеллигенция СССР 90-х, по сути прозападная, сознательно, как показывает жизнь, разрушила смыслы, на которых держалось большинство народа, разрушила некое Идеальное, пусть даже иллюзорное. И тогда «табун» (*весь народ СССР*) ломанулся вперед. «Табун» оказался наиболее выгоден для разного рода дельцов, приватизировавших за копейки народное достояние, созданное неимоверно тяжелым трудом всего народа СССР, восстановившего страну после Великой Отечественной войны. Следствием предательства «элиты без чести и совести» стало наше сегодняшнее псевдообщество без внутреннего морального регулятора в человеке. Коррупция, особенно в высших эшелонах власти, есть итог моральной, духовной слабости человека, его внутренней деградации. Но ведь еще Платон предупреждал, что *«переход от правильной к неправильной форме правления в государстве-нации осуществляется вследствие разрушения морали»*. **Вот почему, если мы так желаем развивать демократический политический режим и не скатываться в различные формы его тоталитарного проявления, человечеству остается согласиться, что всемерное повышение духовности каждого человека, целого народа-нации – есть непреложный стратегический путь сохранения как самого Человека, так и всех народов на единой планете.**

В одном из публичных выступлений в 2015 году Патриарх Московский и всея Руси отметил: *«На смену христианской нравственности идет гедонистический культ, в жертву которому приносятся и семейная верность, и жизнь не рожденных младенцев, и сама природа человека. В Европе возрождается идеология крестоносцев, которая в натиске на Восток всегда приводила в конечном итоге к войнам»*.

Что же надо делать человеку дня сегодняшнего, чтобы вернуться к своим нравственным истокам первородства? Надо вначале попытаться подумать и ответить Себе

Любимому на вопросы: «Кто Я – человек ХХІ в.? Для чего я живу? Во имя Чего я готов умереть?»

Сколько во мне Одним, Целом человеке-личности материального, социального и духовного в соотношении:

первое: «Я» – это мои вещи, т. е. живу ради личной корысти, материального, плотского удовольствия (гедонизма), во вселении в душу «бесов», по Ф. М. Достоевскому, ощущая счастье в БЕЗУМИИ «иметь, иметь, иметь», или

второе: «Я» – это мои принципы, т. е. живу ради возможности богатеть вместе с народом, а не за его счет, видя цель своей жизни в Славе Отечества, сохранении своей Чести – СЧАСТЬЕ быть: Воле, Вере и Любви своего «Первородства-Идеального», что всецело может и должно осуществляться в Личности ОФИЦЕРА, в Кодексе Чести которого проверенные суровыми временами слова: *«Душу – Богу, сердце – женщине, долг – Отечеству, Честь – никому»*. Да и в Кодексе Чести Славянина есть такие слова: *«Как вышнюю заповедь, усвой: величие Славянина никогда не измерялось материальными благами, а лишь мерой мужества и труда, отданного Отечеству»*.

Если во мне на 100 % первое – значит, «Я» абсолютно алчный, себялюбивый эгоист, склонный к обогащению, наслаждению жизнью без раздумий о моральных нормах, правилах, ценностях, не придающий значения словам нижеприведенной японской пословицы: *«Если родители работают, а дети наслаждаются жизнью, внуки будут просить милостыню»*.

Если во мне на 100 % второе – значит, «Я» сознательно могу регулировать свой уровень материального благополучия и готов к тому (ради сохранения чести и своих моральных принципов), выражаясь словами философа Ильина, чтобы *«жить ради того, за что можно и умереть»*. **Это и есть новый человек, человек Сверхмодерна.**

Если мне, человеку, не присущи два крайних варианта, уже можно начинать создавать Себя. Если же еще есть ощущение, что главное во мне – превышение принципов над «вещизмом» (или, словами С. Е. Кургияна, «чечевичной похлебкой» [13]), или по-иному **ДУХОВНОСТЬ**, т. е. **свойство души, состоящее в преобладании духовных, нравственных, интеллектуальных качеств над материальными** [14] (можно порадоваться лишь за свою генетическую наследственность) – значит, «Я» уже начинаю соответствовать метафизическому мироощущению, миропониманию, мировосприятию, что ДОБРО для меня находится как минимум в системе координат – Честь, Совесть, Справедливость, Достоинство, что получило свое воплощение в православных христианских ценностях, а также большинстве других религий цивилизаций. Следует помнить, что в Кодексе Чести Славянина отмечена и такая ценность: *«Будь гордым и честным. Ни голод, ни холод, ни страх смерти не должны сломить твоего Духа, если ты истинный сын Славянского наРОДа»*.

Если «Я» не в состоянии определить Себя, т. е. свою идентичность, и у меня не развито отношение к Чести – значит, «я» не в состоянии противостоять навязываемым извне ценностям и, по сути, «я» – РАБ! И «я» буду готов, не сопротивляясь, принимать любое течение государственных и общественных дел. Такое мировоззрение офицера может свидетельствовать лишь о том, что за время обучения в вузе он плохо изучен командирами и первичное офицерское звание было присвоено по халатности его командиров (начальников). Следовательно, такой офицер для мирного времени вреден, а для военного – опасен. Бесполезно ожидать от этого офицера тактических и стратегических результатов, и от него нужно при ближайшей возможности аттестования решительно избавиться, чтобы не испытывать позор от его руководства подчиненными, их обучения и воспитания. Он не пригоден как офицер. Мы ведь помним слова М. И. Драгомирова: *«Каковы офицеры, такая и армия»*. Армия без внутреннего стержня Чести в офицере – не армия, а сбор нытиков, постоянно жалующихся на неудовлетворительное государственное содержание. Она не способна побеждать. Система профессионально-психологического отбора уже при рассмотрении заявления о приеме для сдачи вступительных экзаменов должна поставить

такому кандидату запрет на профессию офицера, ибо такой «офицер» все равно покинет строй при первой же возможности или по истечении первого офицерского контракта. Правда, здесь имеется одна сложность: оценивающий группы ППО сам должен неуклонно следовать принципам Чести, Долга или, по крайней мере, признавать, что всячески стремиться к самосовершенствованию.

С другой стороны, унификация смыслов и образа жизни в качестве средства разрушения социокультурной идентичности, дискредитация понятий национальных ценностей, использование информационных технологий для паразитарного инфицирования экономик уже на наноуровне биржевых транзакций и тотальный персональный контроль – вот далеко не полный перечень возможностей так называемой «мягкой силы» при проведении «цветных революций» для свержения неугодных Западу «диктаторских, тоталитарных» режимов в «борьбе народов за демократию» и «освобождение от тиранов, диктаторов». И сегодня даже этих методов уже недостаточно для компенсации последствий безграничной корысти, этого главного источника кризисов и войн.

Социокультурная идентичность, как важнейшая часть стратегических ценностей, является системообразующим элементом жизненного пространства, наряду со средой обитания включающим уклады и смыслы жизни. В этом плане проблема импортозамещения культурных ценностей и экспортируемого Западом образа жизни является не менее важной и сложной задачей, чем замещение промышленных технологий. По всему выходит, что и в настоящее время мы не осознали предостережения Петра Великого о том, что *«Европа необходима нам на несколько десятилетий, однако затем нам должно отдалиться от нее»* [15, с. 58].

Анализ элитологической мысли и практики в ее западной, восточной (которая изучена значительно слабее) и российской версиях, проведенный философом и политологом РФ А. М. Старостиным [20], показывает существенную зависимость той или другой из них от цивилизационного опыта и его своеобразия, а также от доминирующих культурно-мировоззренческих ориентаций. Если западные культурно-мировоззренческие ориентации строятся на опорных категориях **«индивид – гражданское общество – право – рынок – прогресс – свобода – разум»**, то восточные – на таких универсалиях, как **«государство – традиция – иерархия – порядок – вера – стабильность»**. Своеобразие российских культурно-мировоззренческих ориентаций образуют базовые элементы: **«общество – государство – мир (умиротворение) – духовность – всеединство – совесть – справедливость»**. Есть свои особенности и на региональном уровне.

Всем нам сегодня следует ясно осознать, что идет возглавляемая Западом невидимая война по изменению человека традиционного общества с присущими ему в большей степени качествами человека принципов и превращение его в человека материального благополучия и гедониста (удовольствия, наслаждения жизнью, после меня «хоть потоп»), человека без внутреннего стержня, без моральных принципов, не имеющего ни Веры, ни Долга, ни Чести.

Для чего это делается? Первую пятерку стран, имеющих самый высокий государственный долг, возглавляют страны, входящие в ЕС в целом, прежде всего, Германия, Франция, Великобритания, а также США, имеющие внешний долг ВВП от 98 % (США) до 396 % (Великобритания). Россия, например, имеет внешний долг (на начало 2014 г.) всего в 36 %. Анализ показывает, что государственный долг в пересчете на одного жителя США, Канады, Австралии, а также стран, входящих в ЕС, НАТО, превышает многократно такой же показатель для стран остального мира (от 31 тыс. до 157 тыс. долл. США на одного человека). Вышеперечисленные и целый ряд других, прежде всего кажущихся «успешными», стран не способны обслуживать свой внешний долг и в течение более ста, а некоторые и шестисот лет вернуть его. Эти страны, объединившись в НАТО, ЕС, объявляют, по сути, крестовый поход и санкции, а в конечном счете под видом «демократии» объявляют войну тем странам, которым больше всего должны, и разрушают их государственность, приводя к власти своих представителей, которые и списывают их государственный долг, или, как в Ливии, Ираке, ряде других стран, отбирают из своих банков принадлежащие «диктаторам»

средства. Это же коллективный (со стороны западных стран) грабеж, мошенничество мирового масштаба со стороны стран, входящих в «золотой миллиард», живущих за счет остального мира! Вот почему, чтобы не оказаться в списке приведения к «демократии», следует быть сплоченным единым народом. Народам государств (многоконфессиональным, многонациональным) Евразийского союза (*по мнению автора. – Н. К.*) для устойчивого формирования многополярного мира вообще желательно считать себя РУСами, РУСичами, РУСскими (людьми Чести) во все времена своей истории единого народа [32]. Уже только это «отобьет» желание производить на наших исторических землях «цветные революции».

2. Об одном из подходов духовной самоидентификации личности на примере Беларуси

Сегодня всем очевидно, что к основным **политическим идеологиям** XX века относятся либерализм, социализм, анархизм, корпоративизм, марксизм, коммунизм, социал-демократия, консерватизм, национализм, фашизм и христианская демократия. Объединяет их одно: они все – порождение западной цивилизации. Ни одна другая цивилизация не дала достаточно значимой политической идеологии. Запад, в свою очередь, никогда не порождал основной религии. Все главные мировые религии появились в незападных цивилизациях и в большинстве случаев раньше, чем западная цивилизация. По мере того как мир уходит от господства Запада, сходят на нет идеологии, олицетворяющие позднюю западную цивилизацию, и на их место приходят религиозные и другие формы культурной идентичности [22, с. 68].

Проведя анализ ряда руководящих документов в Беларуси, нельзя не отметить, что цель социально-экономического развития Республики Беларусь – движение к обществу постиндустриального (ноосферного) типа, в котором мерилом благосостояния являются **духовные ценности и знания человека, живущего в гармонии с окружающей средой**.

Предпримем попытку обозначить возможность возрождения человека государств Евразийского союза в духовной сфере на примере законодательной реализации интересов общества в Беларуси.

Анализ показывает, что выживание человечества и его дальнейший социальный прогресс зависят от решения глобальных проблем, связанных со взаимоотношениями человека и природы, со сферой международных отношений, а также со взаимоотношениями личности и общества в государстве.

Одними из основных тенденций современного мира на новом историческом этапе являются:

попытки формирования и навязывания идеологии глобализма, призванной подменить или исказить традиционные духовно-нравственные ценности народов;

начавшийся в тяжелом геополитическом противостоянии США, Запада в целом и России, стран БРИКС переход от однополярного к многополярному мироустройству, а также обострение борьбы за сферы влияния и природные ресурсы.

Защита духовной среды и сохранение культурного многообразия относятся к важным проблемам взаимоотношений личности и общества и в Беларуси. Именно в попытках подменить или исказить присущие белорусскому народу традиционные духовно-нравственные ценности кроется самая главная угроза и личности, и обществу, и государству. Конституция Республики Беларусь [1, ст.ст. 2, 3, 57 и др.] четко определяет как права человека, свободы и гарантии их реализации, являющиеся высшей ценностью и целью общества и государства, так и обязанности и ответственность гражданина перед обществом и государством.

Совершенствование белорусской государственности и обеспечение на этой основе всестороннего прогресса общества невозможно без определения идентичности граждан и белорусского общества в целом [3, 17].

Концепция национальной безопасности (НБ) Республики Беларусь определяет, что цель обеспечения НБ РБ – достижение и поддержание такого уровня защищенности **личности, общества, государства** от внутренних и внешних угроз, который гарантирует устойчивое развитие РБ и реализацию ее национальных интересов. Цель развития РБ – построение сильной и процветающей Беларуси.

Объектами национальной безопасности Республики Беларусь являются [3]:

личность – ее конституционные права, свободы и законные интересы;

общество – его материальные и духовные ценности, система общественных отношений, охраняемых нормами права;

государство – его суверенитет, независимость, территориальная целостность, конституционный строй.

В [3] определено, что **национальные интересы** Республики Беларусь – совокупность потребностей государства по реализации сбалансированных интересов **личности, общества, государства**, позволяющих обеспечивать конституционные права, свободы, высокое качество жизни граждан, независимость, территориальную целостность, суверенитет и устойчивое развитие Республики Беларусь.

Какая же идеология способна реализовать баланс вышеперечисленных интересов? Очевидно, что только государственная, ибо «идеология политических партий, религиозных или иных общественных объединений, социальных групп не может устанавливаться в качестве обязательной для граждан» [1, ст. 4].

Идеологическим предпочтениям народа белорусского государства соответствуют:

для **личности** – **идеология либерализма** [7, с. 44], являющаяся наиболее влиятельной и популярной в современном мире. Ее некоторые идеи мы можем использовать при построении своей собственной идеологической доктрины. Это идеи *о развитии свободной личности, соблюдении в белорусском государстве демократических прав и свобод граждан, разделении властей, верховенстве закона*, которые необходимы для построения в Беларуси демократического государства, основанного на принципах взаимной ответственности человека и общества;

для **общества** – **идеология консерватизма** [7, с. 44], с которой белорусские граждане меньше знакомы, хотя отдельные его постулаты в силу особенностей характера и менталитета белорусов нам, без сомнения, не чужды. Это прежде всего уважительное отношение к государству и власти, память о своем прошлом и своих предках, нравственный абсолютизм, который означает сохранение прошлого как единства поколений. Консервативные идеи проявляются в таких чертах белорусов, как *добразычлівасць, памяркоўнасць, талерантнасць, разважлівасць*. Они всегда были присущи жителям белорусских земель, бережно сохранялись и передавались из поколения в поколение, находятся в крови и у современных белорусов;

для **государства** – **коммунистическая идеология** [7, с. 43]. С ней Беларусь прожила практически весь XX век, с ней связаны не только разочарования, но и свершения, с ней были одержаны великие победы – над нищетой, безграмотностью и, наконец, фашизмом в годы Второй мировой войны. Именно поэтому Беларусь вправе сегодня использовать некоторые идеи марксизма, а также близкой к нему идеологии социал-демократизма, которые не являются чуждыми и вредными. Это идеи *коллективизма, патриотизма, интернационализма, социальной справедливости, заботы о ближнем* и т. д., идеи, которые прочно вошли в идеологический фундамент современного белорусского общества. Подобные идеи также очень близки большинству народов и государств бывшего постсоветского пространства.

Таким образом, если принять за «единицу» идеальное состояние – обеспечение национально-государственного суверенитета и устойчивого развития Республики Беларусь, тогда национальные интересы Республики Беларусь, как совокупность потребностей государства по реализации **сбалансированных интересов личности, общества, государства**, можно условно представить «суммой по 0,33 каждой из трех составляющих» [23]. Именно

такое соотношение в потребности внутреннего самоощущения каждого гражданина Республики Беларусь способно вести к сплочению общества в государстве, участвующем в формировании и построении многополярного мира, реализуя многовекторную внешнюю государственную политику и обеспечивая национально-государственный суверенитет. По сути, подобная духовная самоидентификация человеком себя в обществе и государстве является самореализацией внутренней духовной потребности человека принципов, т. е. «Я – это мои принципы», описанного выше. Разумеется, такое соотношение может меняться в пользу государства, когда оно оказывается перед угрозой своему суверенитету, территориальной целостности и независимости.

Строя вместе сильную и процветающую Беларусь, находясь в центре культурно-цивилизационного и геополитического разлома западной и российской цивилизаций в условиях динамично меняющегося мира, мы должны понять способы интеграции для гармоничного сосуществования всего народа и развития в окружающей нас сложной системе, осознать весь ход исторического процесса в диалектическом единстве.

Чтобы построить сильное и процветающее государство, необходимо решить проблему объединения индивидов общества для достижения коллективной цели, что возможно лишь при обеспечении суверенитета страны. Следовательно, требуется решать и проблему сильной государственной власти, что реализуемо при наличии боеспособной военной организации государства, боеспособных и боеготовых вооруженных сил.

Таким образом, *нам необходимо соединить личностные интересы (с преобладающими в них индивидуалистическими началами) с развивающимся гражданским обществом множества индивидуалистических начал и коллективными интересами независимого, суверенного государства, которые можно осуществить лишь при объединении нации коллективистским духом, т. е. создать «гармоническую симфонию оркестра» личностных и коллективистских ценностей* [25].

Обеспечить достижение такой цели и реализацию общенациональных интересов может (и должна сделать) государственная власть и созданная ею политическая система.

Непременным условием успеха должна служить практика устойчивого существования системы разделения властей – законодательной, исполнительной, судебной, у истоков теоретической проработки которой находились еще Локк, Монтескье и др.

3. Обоснование формулы триединства: духовность личности, державный авторитаризм государства, суверенная народная демократия общества

3.1. Духовность как основной элемент – фундамент всей конструкции триединства

Сейчас, как и во все времена, идет бой самый главный – бой за душу человека.

Еще Эпикур считал, что **законы и справедливость** для каждого времени и места должны быть свои. Эти слова мыслителя и сегодня актуальны. Потому нам следует отчетливо представлять всю многообразную, слабоструктурированную, во многом неопределенную взаимосвязь событий текущей картины мира и во всей этой сложности найти свое место, чтобы направить все усилия на укрепление государства, реализацию своих интересов, не разрушая общепринятых всеми цивилизациями норм и правил общежития на единой планете.

Ведь еще Сократ залогом процветания общества считал нравственное совершенствование человека. Исходя из нравственно-разумной основы государства, Сократ заложил традицию разделения форм правления на правильные и неправильные. К правильным он относил монархию, аристократию и **демократию**, а к неправильным – тиранию, олигархию, охлократию. Платон, в свою очередь, считал, что нужно воспитывать не только тело, но и душу воинов, а также утверждал, что одной из причин нестабильности демократии является то, что она чрезмерно стремится к свободе. Кстати, Платон, как и Сократ, также выделял шесть форм правления, но демократию относил к неправильной,

считая, что реально существующие формы правления имеют тенденцию к вырождению и смене друг друга *по мере разложения общественной морали*. Аристотель также относил демократию к неправильной форме правления. Наилучшая форма, с точки зрения Аристотеля, должна сочетать в себе достоинства различных «чистых» форм, т. е. должна быть смешанной [18, 28].

В основе общественной морали лежит духовность каждого человека. Сохраним духовность в человеке – сбережем и приумножим духовные скрепы всего общества, дух целого народа. «Демократия» в грязных технологиях сетецентризма в геополитической борьбе [32] заключается именно в психологическом надломе нации через конкуренцию как в политике, так и в экономике, что неминуемо порождает коррупцию, вседозволенность власть имущих, что затем приводит к разрушению самой идеи народовластия, т. е. демократии. Иными словами, демократия в руках сегодняшней «элиты» целых государств и военно-политического блока НАТО означает подчинение себе мира. Чтобы противостоять, надо создать такую конструкцию, когда главным в приходе к власти будет не личное благо, а общее благо всего народа.

В знаменитом выражении графа С. С. Уварова *«православие, самодержавие, народность»* первый элемент триады – православие [33]. Нисколько не принижая роль православия, безусловно, самого главного актора дальнейшего развития православной (евразийской) цивилизации, который может в перспективе вернуться на свое историческое место, сегодня в постсоветской трансформации марксистских, коммунистических ценностей для постепенной консолидации наших многосоставных, многоконфессиональных обществ (так, только в Беларуси насчитывается 25 конфессий и 140 национальностей) считаем *целесообразным полагать фундаментом всей конструкции триединства именно духовность* как обобщающий элемент, который может сплотить все конфессии постсоветского геополитического пространства. Прошедшие почти 25 лет постсоветской жизни все больше приводят многих граждан бывшего СССР к пониманию, что то наше прошлое советское общество можно считать обществом, в котором была попытка построить «рай на земле», но без Бога. Иными словами, идея коммунизма, *закрепленная в Кодексе строителя коммунизма*, как идея православия, но без Бога.

Сегодня мир под натиском западной цивилизации со свойственными только ей ценностями, направленными на благо лишь личности, переживает усиление действия факторов-«тяжеловесов», с рождения присущих каждому человеку, – эгоизма, наживы, алчности, порока, вседозволенности. Человек под действием этих факторов ничего не видит, кроме своей личности и личного интереса. Захватившая все общества коррупция – это есть не что иное, как вырвавшаяся наружу «раковая болезнь» самой личности, стремящейся к личному обогащению, презрев всякие моральные человеческие нормы. Ведь еще Конфуций, живший во времена доносов, искал спасение целого народа в укреплении нравственных начал, какими считал заботу о старших, о родне, чувство уважения и любви к людям, живущим рядом, и др.

Платон, в свою очередь, считал, что трем началам человеческой души – разуму, воле и чувствам соответствуют три добродетели – мудрость, мужество и благоразумие. Более того, он утверждал, что правильные формы правления вырождаются в неправильные, как было отмечено выше, по мере разложения общественной морали. Не наблюдаем ли мы в наши дни тенденции существенного понижения нравственных начал, по Конфуцию, и разложения общественной морали, по Платону (однополые браки и др.)? Не потому ли насаждаемая странами Запада либеральная демократия, которая создает предпосылки для разложения традиционных обществ, государств и цивилизаций, приводит к неуправляемой охлократии (события последних 20 лет в Югославии, Ливии, Сирии, Египте, Украине...)? Ведь еще Гоббс утверждал, что *«человек – существо разумное, но эгоистичное, подверженное страстям»*. Вот почему именно общее повышение духовности всей нации в результате искусно проводимой государственной идеологии путем государственного образования на всех ступенях и воспитания и может эволюционно, медленно исправлять

человеческую природу, служить фактором исправления человеческой личности, которой с рождения присуща эгоистичность.

Таким образом, в результате духовного развития человека улучшатся нравы общества, общественная мораль. Из такого общества народом будут выдвигаться лучшие лидеры, которые будут «богатеть» вместе с народом, а не за его счет. Такие лидеры обретут народное доверие, и государство будет развиваться в направлении приумножения материального и духовного в гармонии с окружающей средой, в которой обитает человек, а значит, более успешно решаются и многие проблемы человечества на единой планете. *Именно общее повышение духовности человека станет противоядием в нем самом против таких пороков, как эгоизм, алчность, нажива, что неизбежно скажется на снижении коррупционных проявлений в обществе в целом.*

3.2. Державный авторитаризм – основа сильного независимого государства

Всем очевидно, что в основе человеческой жизнедеятельности лежит удовлетворение потребностей. *Потребности* – это объективная нужда человека в предметах материального и духовного производства. Осознанные потребности выступают как интерес. *Интерес* – это способ связи индивида с окружающей средой в целях удовлетворения своих потребностей. Но и интересы еще недостаточно для того, чтобы потребности были удовлетворены. Пусковым механизмом интереса является воля. Однако у каждого человека есть индивидуальная воля, и, если бы каждый руководствовался только своей волей, получилось бы «своеволие», хаос, «борьба всех против всех».

Следовательно, возникают коллективная и общественная потребности и интерес в регуляции волеизъявления граждан. Такую функцию выполняет власть, понимаемая, по Веберу, как *«способность провести свою волю, навязывая ее, если необходимо, другим людям»*. С появлением публичной, выделяемой из общества власти возникает политика. **Политика** – сфера деятельности, в которой реализуются отношения господства и подчинения между социальными классами и слоями, связанные с завоеванием, распределением, удержанием, осуществлением или ниспровержением власти.

Развитие международных событий последних десятилетий позволяет утверждать правильность высказывания Ж. Руссо, что *«лишь сильное государство обеспечивает свободу своим гражданам»*. По мнению М. Вебера, *«государство есть отношение господства людей над людьми, опирающееся на легитимное (то есть считающееся легитимным) насилие как средство»*.

Из курса политологии известно, что государственная власть – это разновидность политической власти, которая обладает суверенитетом, наличием воли, авторитетом и способностью к принуждению.

Суверенитет (от фр. *souveraineté*) – это независимое полномочие субъекта права при принятии решений в пределах предоставленных ему полномочий. Суверенитет означает не зависящее ни от каких сил и обстоятельств верховенство субъекта. Государственный суверенитет – это верховенство государства в пределах собственных границ и его самостоятельность в международных делах.

В качестве возможной стратегии политической модернизации государств Евразийского союза автор предлагает не либеральный (Даль), а **консервативный подход** (С. Хантингтон), т. е. осуществление модернизации в рамках более жесткого **державного** (по мнению автора. – **Н. К.**) **авторитарного режима существующего ныне демократического конституционного строя**, который является необходимым условием достижения целей переходного периода от традиционного (натуральное хозяйство, сословная структура и традиционные этические нормы в качестве регулятора общественных отношений) общества к обществу индустриального типа, основанному на машинной технологии производства и рациональных принципах организации различных сфер общественной жизни. Ниже приводится обоснование такой необходимости.

Итальянского философа Никколо Макиавелли (1469–1527) считают первым мыслителем, заложившим фундамент обоснования силы государства на базе качеств разума и силы самого государя. В своих трудах (и прежде всего, «Государь») он подчеркивал: только при сильном правителе возможно создать независимое итальянское государство, освободиться от чужеземного ига; для сохранения власти правитель должен уметь правильно отступать от требований добра и справедливости, сочетать в себе социально одобряемые качества, а также власть и силу, необходимые для сохранения жизни и благосклонности подданных. Для достижения успеха в политике, считал Н. Макиавелли, необходимо руководствоваться не столько законами нравственности, сколько знанием человеческой природы и правильным подбором средств достижения, удержания и использования ВЛАСТИ. При этом власть являлась для Макиавелли не самоцелью, а средством создания общего блага, под которым он понимал согласие и стабильность в государстве и которого можно достичь хорошими законами и сильным войском. Н. Макиавелли также считал, что *«мудрому государю надлежит принять меры к тому, чтобы граждане всегда и при любых обстоятельствах имели потребность в государе и государстве – только тогда он может положиться на их верность»*.

Английский философ Томас Гоббс (1588–1679), разделяя мнение древнеримского писателя Плавта – автора известного изречения *«человек человеку волк»*, считает, что эгоистическая природа человека препятствует созданию гармоничного общества, кооперации и исключает альтруизм и солидарность. Но человек при этом наделен рассудком. Так, по мысли Гоббса, люди обнаруживают потребность в «социальном контракте», т. е. базовом соглашении, где все вместе добровольно отказываются от безграничной и ничем не сдерживаемой реализации своих эгоистических желаний в пользу системы общепринятых правил. Левиафан – это земной бог, созданный людьми в процессе социального контракта для предотвращения взаимного самоистребления и обуздания анархии. Левиафан – это сильное современное государство.

Француз Жан Боден (1530–1569) является первым теоретиком концепции суверенитета. С точки зрения Ж. Бодена, суверенным является тот правитель, над которым не стоит никакой другой властной инстанции, кроме Бога. После Бодена тезис о суверенитете как об основной черте современного государства стал общепринятым в политической науке. Именно Боден дал толкование суверенитета как абсолютной власти государства над обществом.

Анализ современной обстановки позволяет утверждать, что суверенное национальное государство должно строиться на трех основных политико-философских моментах: «князе» (по Н. Макиавелли), воплощающем рациональность, волю и эффективность, «Левиафане» (по Т. Гоббсу), как аппарате легитимного насилия, и «суверенитете» (по Ж. Бодену), как основной черте современного государства [11].

Но, в отличие от Гоббса, западного исследователя, жившего в эпоху жестокого противостояния всех против всех, считающего, что «Левиафан» не ставит перед собой цели исправить природу человека (это невозможно и нереалистично) и что он просто призван предотвращать анархию и закономерное истребление человеком человека, *автор статьи, исходя в том числе из практического опыта управления большими воинскими подразделениями, считает, что именно на фундаменте державного авторитаризма возможно медленное духовное совершенствование человека*. В то же время практическая реализация державного авторитаризма должна строиться с учетом предостережения В. И. Ленина, утверждавшего, что «во главе государства должны стоять люди, не обремененные большим капиталом. Богатый у власти будет думать только о сохранении и преумножении своего капитала, а не народа».

Таким образом, чтобы обеспечить медленное изменение человека, его духовное совершенство, реализуя высказывание Спенсера о том, что только медленное изменение человека в процессе социальной жизни может произвести устойчивые перемены к лучшему,

государственная власть должна обладать свойством державного авторитаризма. Раскроем содержание данного термина.

Держава (от др. рус. *дыржа* – владычество, могущество) – независимое, самостоятельное государство.

Авторитаризм (от лат. *auctoritas* – власть, влияние) – политический режим. По сути, авторитарный режим – это «компромисс» между тоталитаризмом и демократией, он является переходным от тоталитаризма к демократии, равно как от демократии к тоталитаризму. Авторитарный режим близок к тоталитаризму по политическому признаку, а к демократии – по экономическому. При любом авторитаризме контроль правительства над обществом не является всеобъемлющим, что и отличает его от тоталитаризма. Авторитарная власть основывается на личности лидера, его способности удержать власть и привлекать сторонников. «Суров, но справедлив» – вот характеристика идеального правителя на Руси. **Для современных независимых евразийских государств, которые являются продолжением культурно-исторических традиций Руси, Российской империи, СССР, в архетипе, менталитете народа сохранилась внутренняя готовность подчинения своему демократически избранному национальному лидеру.**

Следовательно, авторитаризм – это, во-первых, социально-политическая система, основанная на подчинении государству или его лидерам; во-вторых, социальная установка или черта личности, характеризующаяся уверенностью в том, что в обществе должны существовать строгая и безусловная преданность правителю, беспрекословное подчинение людей авторитетам и властям [4]. Цель государства – быть реально независимым, самостоятельным в решении своих внутренних и внешних проблем требует наличия в своей конструкции державного авторитаризма.

Ведь русское государство *во всей своей истории (за исключением последних 10 лет XX века в России)* идеократично по своей природе. Власть, согласно традиционному русскому пониманию, дается прежде всего для служения и исполнения некоего предназначения, за которое придется отчитаться и перед людьми, и перед Богом.

Русская ментальность в качестве идеала государственной власти санкционирует власть единоличную (ответственную), сильную (авторитетную) и справедливую (нравственную). По всему выходит, нынешняя Россия (как Беларусь и ряд других стран бывшего постсоветского пространства, по мнению автора статьи) – вождистская, патерналистская, авторитарно-патриархальная страна, и народам, в ней проживающим, нужен не часто переизбираемый чиновник-менеджер, а строгий и справедливый Отец нации [9]. Нельзя не согласиться с теми, кто считает, что либеральная установка на регулярную сменяемость высшей власти принципиально неверна и вредна.

Таким образом, в целом странам Евразийского союза не подходят ни модель либеральной демократии, ни возвращение к традиционной монархии.

3.3. Суверенная народная демократия – желаемая цель развития государства

Президенту США, одному из организаторов Республиканской партии А. Линкольну (1809–1869) принадлежит известное определение, что **демократия** (от греч. *demos* – народ и *kratos* – власть) – «правление народа, осуществляемое для народа посредством народа».

Важнейшим принципом (критерием) демократии является *народный суверенитет*, т. е. признание всеми того, что народ – источник власти и носитель верховной власти.

Идея народной демократии берет свое начало в трудах Вольтера, Руссо, Франклина, Адамса, Мэдисона, Гамильтона и др. Но сегодня, в условиях доминирования либеральной западной демократии с вызовами разрушения других (незападных) государств и цивилизаций, именно **суверенная народная демократия** может способствовать укреплению государств-наций и служить многополярному устройству человеческих цивилизаций во имя упрочения мира на планете Земля и предотвращения цивилизационных и геополитических противостояний.

Суверенная демократия – концепция, введенная в широкий оборот в России В. Ю. Сурковым в 2005–2006 гг. Надо отметить, что данный термин широко использовался в разных значениях начиная с XVIII в. Так, Руссо использовал словосочетание *democratic souveraine* (фр.) для обозначения верховной власти народа [19].

По сути, демократия ныне должна отражать процесс выборов не как противоборство интересов, а как **единство власти и всего народа**. В этом смысле российское понятие *суверенной демократии* отличается от европейского понятия демократии. В современном смысле *суверенная демократия* заключается в возможности для российского государства не подчиняться другим крупным центрам власти, как это обречены делать маленькие государства Центральной Европы.

Некоторые исследователи считают, что суверенная (и справедливая) демократия России – вот лингвистическая и сущностная формула политической философии Путина.

По мнению В. Ю. Суркова, «суверенная демократия – это образ политической жизни общества, при котором власти, их органы и действия выбираются, формируются и направляются исключительно российской нацией во всем ее многообразии и целостности ради достижения материального благосостояния, свободы и справедливости всеми гражданами, социальными группами и народами, ее образующими» [21].

В то же время смысл добавленного (автором. – **Н. К.**) слова **народная (коллективистская)** в том, что суверенная демократия должна быть основана «на полном экономическом и политическом суверенитете народа страны» [16], а не быть плюралистической, не говоря уже о либеральной (индивидуалистской).

В настоящее время очень важно, чтобы нынешняя демократическая модель управления страной учитывала социальные интересы большинства граждан, а не только национальной буржуазии, которой позволено нынешней властью России вернуть в основном несправедливо приобретенное с 90-х годов прошлого века имущество из-за рубежа. Другими словами, вернувшиеся национальной буржуазией богатства из-за рубежа должны начать работать на социальную защиту всего населения страны, а не послужить новой формой еще большего разрыва между богатыми и бедными. По сути, Россия подходит к тому моменту своего исторического развития, чтобы те, кому позволили сохранить незаконно вывезенный народный капитал, поступили так, чтобы он вновь стал работать на весь народ, а не обратился в средство дальнейшего личного обогащения. Российской власти следует предпринять исчерпывающие меры, чтобы проект возвращения капитала не стал ширмой прикрытия для сохранения личного капитала не только от мощных внешних игроков, но и от недовольства собственного народа. Ибо российские крупные собственники, прикрываясь термином «суверенная демократия» и закрыв страну от «лишних» взоров, будут еще жестче эксплуатировать население.

Другими словами, в результате западных санкций и возможного скорого отъема всего российского капитала, хранящегося в западных банках, возвращенный российскими собственниками капитал призван помочь России повысить экономическую безопасность страны и стать работать на общее благо. Только в этом случае российский народ может признать пользу такого решения действующей власти и простить его «ограбление».

По сути, конструкция суверенной демократии, являющейся наряду с социал-демократией и центризмом официальной идеологией «Единой России», требует (по мнению автора. – **Н. К.**) соединения с конструкцией народной демократии, представляемой КП РФ, а в обобщенном виде должна быть реализована как **суверенная народная демократия, что позволит не только соединить государственные интересы в России, но и приблизиться к социальной направленности всей конструкции государственного устройства Беларуси. А значит, наконец, подойти к построению действительно Союзного государства Россия – Беларусь, что станет локомотивом развития всего Евразийского союза.**

Можно считать, что обобщенный термин «суверенная народная демократия» есть оригинальное авторское понимание будущего идеального государственного строя России

в его внешней политике, не совпадающей с политикой Запада. Во внутренней политике смысл формулы близок к формуле идеального «стабильного государства».

Таким образом, предлагаемая формула триединства государственного управления, сочетающая в себе **духовность личности, державный авторитаризм государства, суверенную народную демократию общества**, подразумевает наличие **смешанной формы правления – державный авторитаризм Президента (Главы) государства и всей демократической конструкции государственной власти, всемерно повышающей духовность личности, всей нации на фундаменте суверенной народной демократии, одной из главных забот которой будет улучшение нравственных начал в человеке.** Да. Именно такой формы народной демократии, которая будет способствовать укреплению самого государства-суверена, его целостности, строгому соблюдению конституционных прав и свобод, а не только ничем и никем не ограниченных прав и свобод подверженной страстям и порокам эгоистической гедонической личности, нацеленной на потребление.

Представляется, что интегральным результатом формулы триединства будет медленное, эволюционное изменение человека от человека «Я – это мои вещи» к человеку будущего, идентифицирующему себя как «Я – это мои принципы».

Идеология государства, ориентированная на повышение духовности человека и укрепление государства-нации и построенная на фундаменте патриотизма, коллективизма, социальной справедливости, будет служить политической социализации личности и общества в целом. В этом единстве будут происходить выражение, сбор и обобщение интересов, политическое рекрутирование (отбор) элиты во власть, а затем политическая коммуникация с представителями всех структур власти, которые призваны заниматься нормотворчеством, применять принятые законодателями правила и нормы, осуществлять контроль за этим процессом, распределять материальные и духовные ценности в обществе и в итоге эффективно использовать коллективные действия для достижения общих целей построения сильной и процветающей России и Беларуси, а также служить ориентиром для всего Евразийского союза.

Именно такая конструкция и будет способна в максимальной степени приблизить возможность реализации эффективности, легальности и легитимности политической власти в государстве в целом. Напомним, что **эффективность власти** – это ее результативность, т. е. соответствие действий, осуществляемых по ее воле, тем целям, которые она ставит перед собой и обществом. **Легальность** означает осуществление власти в рамках закона, т. е. законность власти. А **легитимность** означает авторитет власти, ее признание гражданами.

Всем незападным цивилизациям, строящим многополярный мир, следует понять самую главную для себя опасность, которая заключается в западной демократии (частая смена власти) и рыночной экономике, так как именно не имеющая моральных регуляторов конкуренция в политике (демократия) и экономике (рыночная экономика) есть следствие перехода, по Платону, от правильной к неправильным формам правления. Именно они – эти формы правления – приводят к разрушению общественной морали, что является питательной почвой для появления крайних форм тоталитаризма и других бед человечества. По мнению автора, именно следование ряда государств незападных цивилизаций по пути западной демократии и рыночной экономики приводит их страны к охлократии (власти толпы в политике) и полному разрушению собственной экономики. Необходимо, наконец, осознать, что сам капитализм, несущий в себе и демократию, и рыночную экономику, не решает главных проблем человечества – сокращения бедности и безработицы, тех социальных условий, которые разрушают государство и приводят к гражданским и иным войнам.

Формула *духовность, державный авторитаризм, суверенная народная демократия* состоит в том, что духовно, нравственно, интеллектуально развитый национальный лидер, отдающий себя служению державе на благо всего народа и Отечества, обогащая вместе с народом, а не за его счет, станет всемерно заботиться о духовности каждого человека

и делать все для обеспечения подлинного народного суверенитета государства-нации, реализуя демократические принципы народовластия.

Сильная (легальная и легитимная, соответственно, законная и авторитетная) и эффективная государственная власть социально ориентированной страны (государства всеобщего благоденствия) может и должна стать неперенным условием расцвета духовного потенциала человека будущего, его материального благополучия, сбережения народа-нации, сохранения общественной стабильности, укрепления государства, ибо практика жизни ряда государств убедительно свидетельствует, что, выражаясь словами Дж. Вашингтона, *«люди без принуждения не примут и не будут выполнять меры, направленные для их же собственного блага»*. Вот почему проблема «поднятия» самого человека, его духовный рост есть непреложная задача ответственного государства и его власти в широком смысле – как его государственных, так и негосударственных политических институтов всего гражданского общества.

Заключение

Представляется, что построение сильных государств Евразийского союза возможно лишь на фундаменте моральных оснований, а не только юридических и экономических, к чему все еще тяготеет часть национальных элит.

Очевидно, что сегодня главная задача России, некоторых других постсоветских стран Евразийского союза и человечества в целом – не превратиться окончательно в «ням-ням» [13], не позволить игрокам (США, ЕС в блоке НАТО) расчлнить род человеческий на некие разновидности. Вот почему нам так необходимо действительное «возрождение и внедрение в массовое сознание мировоззрения, отвечающего подлинным традициям России, связанного с приматом духовного над материальным, культом скромности, честного труда, взаимопомощи. Необходимо культурно-нравственное единение всего населения, изменение системы ценностей, возведение в абсолют моральных ценностей» [9]. *Ведь нам хорошо известно на примере распада СССР, что развалить систему можно, разрушая связи и демонтируя цель. И ныне слабейшее звено всей сегодняшней системы власти ряда государств Евразийского союза – прозападная либеральная часть населения, имеющая собственность, банковские счета, обучающая своих детей на Западе, уклоняющаяся от службы в Вооруженных силах своих государств и не планирующая служить своему народу и Отечеству.*

Духовность, державный авторитаризм, суверенная народная демократия – есть общий ненулевой регулятивный вектор, обеспечивающий баланс интересов человека, общества, государства, устойчивое развитие и прогресс государства-нации, а для сегодняшних Евразийских государств только и способный остановить «однополярную идею» глобализма, т. е. доминирования Запада над остальным человечеством, а по сути, возврат к колониализму, который существовал в предыдущие эпохи. Только такой магистральный путь может покончить с индивидуализмом человеческого существа, медленно изменять человеческую природу и сохранить планету Земля для будущих поколений Людей.

Очевидно, что только человек, ясно осознающий себя как часть самых больших МЫ, т. е. идентифицирующий свою принадлежность к определенной цивилизации, а следовательно, и к геополитическому местоположению, сумевший следовать ментальному архетипу своего народа; человек, стремящийся к внутреннему духовному самосовершенствованию; человек Знаний, рационально расходующий земные ресурсы и живущий в гармонии с окружающей средой – только такой Новый Человек будет способен максимально самоограничивать свой эгоизм, алчность, корысть и другие врожденные пороки человека.

Дух народа, воинская доблесть военной организации государства, как и общая духовность человека, не могут служить разменной политической монетой либералов,

консерваторов, социалистов и других политических идеологических течений, существующих в разной степени в каждом государстве, если оно заявляет своей целью быть суверенным, независимым и целостным.

Только стабильная общественно-политическая система государства (на фундаменте духовности народа) с государственной идеологией и сильным национальным лидером (а лучше Отцом (Матерью) нации) способна, не шарахаясь под давлением рукотворных внешних и объективно-субъективных внутренних обстоятельств, строить желаемое будущее, учитывая пожелания каждого человека и волю всего народа (особенно когда он многонационален и многоконфессионален), а в сложное для страны время – с оружием в руках защитить суверенитет, конституционный строй и независимость государства.

Список литературы

1. Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). – Минск: Амалфея, 2008. – 48 с.
2. Конституция Российской Федерации. – М.: Проспект, 2013. – 32 с.
3. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь: утв. Указом Президента РБ № 575 от 9 нояб. 2010 г. – Минск: Белорус. Дом печати, 2011. – 46 с.
4. Авторитаризм // Большой юридический словарь / А. Я. Сухарев [и др.]. – М.: Инфра-М, 2003.
5. Сетецентризм: геополитические и военно-политические аспекты современности: учеб. / В. И. Анненков [и др.]; под общ. ред. В. И. Анненкова. – М.: РУСАВИА, 2013. – 496 с.
6. Аттали, Ж. Краткая история будущего / Ж. Аттали; пер. с франц. – СПб.: Питер, 2014. – 288 с.
7. Вонсович, Л. В. Основы идеологии белорусского государства: ответы на экзаменац. вопр. / Л. В. Вонсович. – 4-е изд. – Минск: ТетраСистемс, 2010. – 192 с.
8. Данилевский, Н. Я. Россия и Европа. Эпоха столкновения цивилизаций / Н. Я. Данилевский. – М.: Алгоритм, 2014. – 592 с. – (Золотой фонд политической мысли).
9. Добреньков, В. И. Основы политологии. Консервативный взгляд: учеб. пособие для вузов / В. И. Добреньков, С. О. Епишев. – М.: Акад. проект; Альма матер, 2013. – 311 с. – (Gaudeamus)
10. Дугин, А. Г. Геополитика: учеб. пособие для вузов / А. Г. Дугин. – М.: Акад. проект, Гаудеамус, 2011. – 583 с. – (Gaudeamus).
11. Дугин, А. Г. Международные отношения. Парадигмы, теория, социология: учеб. пособие для вузов / А. Г. Дугин. – М.: Акад. проект, 2013. – 348 с. – (Gaudeamus).
12. Клаузевиц, К. О войне / К. Клаузевиц; пер. с нем. – М.: Эксмо; СПб.: Мидгард, 2007. – 864 с.: ил.
13. Кургинян, С. Е. Суть времени: в 2 т. / С. Е. Кургинян. – М.: МОФ ЭТЦ, 2013. – Т. 1. – 592 с., Т. 2. – 680 с.
14. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка: 8000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова; Российская АН; Российский фонд культуры. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: АЗЪ, 1995. – 928 с.
15. Леклерк, А. Русское влияние в Евразии: Геополитическая история от становления государства до времен Путина / А. Леклерк. – М.: Альпина Паблишер, 2014. – 367 с.
16. Мельников, И. России нужна народная демократия, основанная на полном экономическом и политическом суверенитете страны // Правда. – 2006. – 1–4 сент.
17. Философская инноватика и современная геополитика: отчет о НИР «Идентичность-РБ» (заключ.) / УО «ВА РБ»; рук. темы В. А. Ксенофонов. – Минск, 2014. – 258 с.
18. Политология: учеб.-метод. пособие / О. И. Адамюк [и др.]; под общ. ред. В. А. Ксенофонтова. – Минск: ВА РБ, 2012. – 356 с.

19. Руссо Жан Жак // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890–1907.
20. Старостин, А. М. Философские инновации: концепция и основные сферы проявлений: моногр. / А. М. Старостин. – Ростов н/Д: СКАГС, 2009. – 564 с.
21. Сурков, В. Ю. Национализация будущего / В. Ю. Сурков // Эксперт. – 2006. – 20 нояб.
22. Хаттингтон, С. Столкновение цивилизаций / С. Хаттингтон; пер. с англ. Т. Велимеева. – М.: АСТ, 2014. – 571 с.
23. Карпиленя, Н. В. Об одном из подходов обеспечения национально-государственного суверенитета и развития Республики Беларусь / Н. В. Карпиленя // Актуальные проблемы социально-гуманитарного знания в контексте обеспечения национальной безопасности: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 10–11 апр. 2014 г. / Воен. акад. Респ. Беларусь; редкол.: В. А. Ксенофонтов [и др.]. – Минск, 2015. – Ч. 2. – С. 118–121.
24. Карпиленя, Н. В. Геополитика: борьба за пространство и могущество в Евразии / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 3 (40). – С. 23–29.
25. Карпиленя, Н. В. Духовно-политические основы государственной целостности России: история и современные проблемы построения Евразийского союза / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 4 (41). – С. 146–153.
26. Карпиленя, Н. В. Проект «Духовность Человека» – альтернативная Западу всемирно-историческая модель развития России и государств Евразийского союза / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 1 (42). – С. 98–108.
27. Карпиленя, Н. В. Фундамент могущества государств Евразийского союза – в сплаве приоритетных черт характера личностей общества / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 2 (43). – С. 202–215.
28. Карпиленя, Н. В. Неоевразийство как мировоззрение, планетарный тренд и интеграционный проект: суть нашего времени / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 3 (44). – С. 139–149.
29. Карпиленя, Н. В. О месте Республики Беларусь в цивилизационном и геополитическом противостоянии России и Запада / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2014. – № 4 (45). – С. 41–57.
30. Карпиленя, Н. В. Геополитика: борьба за пространство и могущество в Евразии / Н. В. Карпиленя // Вестн. Акад. воен. наук РФ. – 2014. – № 4 (49). – С. 4–9.
31. Карпиленя, Н. В. К новому миропорядку без «горячего» столкновения цивилизаций / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2015. – № 1 (46). – С. 10–27.
32. Карпиленя, Н. В. Базовое условие достижения целей «сетевцентрической войны» и «цветной революции» в геополитической борьбе – психологический надлом подчиняемой нации / Н. В. Карпиленя // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2015. – № 2 (47). – С. 46–67.
33. Платонов, С. Ф. Полный курс лекций по русской истории / С. Ф. Платонов. – СПб.: Литера, 1999. – 800 с.

*Сведения об авторе:

Карпиленя Николай Васильевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 21.05.2015 г.

ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

УДК 355:378

А. В. Коклевский*

В статье раскрыты дидактические аспекты разработки и применения в процессе профессиональной подготовки будущих военных специалистов электронных тренажеров. Выявлены принципы создания электронных тренажеров, их функции и возможности по формированию социально-профессиональной компетентности младших командиров и офицеров.

The article deals with didactic aspects of the development and application in the process of training future military experts electronic simulators. Identified principles of electronic simulators, their functions and features for the formation of social and professional competence of junior commanders and officers.

В настоящее время в образовательной деятельности учреждений высшего образования произошли существенные изменения. Они характеризуются переходом с пятилетней на четырехлетнюю программу обучения, подготовка специалистов осуществляется по учебным планам и образовательным программам, определяющим в качестве результата профессиональной подготовки в университете (академии) сформированные академические, социально-личностные и профессиональные компетенции [5] и др. Указанные изменения детерминируют необходимость поиска инновационных форм, методов и средств обучения, а также учебно-методического обеспечения формирования у обучающихся социально-профессиональной компетентности.

Анализ отечественных (А. И. Жук, О. Л. Жук, А. П. Лобанов, В. Ф. Тамело и др.) и зарубежных (А. Л. Андреев, В. И. Байденко, И. А. Зимняя и др.) педагогических исследований, посвященных проблемам подготовки будущих специалистов в учреждениях высшего образования, показывает, что интегрированным результатом профессиональной подготовки будущих специалистов является сформированная у них социально-профессиональная компетентность, которая выступает важнейшим критерием качества современного высшего образования. В статье социально-профессиональная компетентность рассматривается автором как сложное личностное качество будущего военного специалиста, которое обеспечивает эффективное разрешение профессиональных, социальных, личностных проблем в нестабильных условиях (изменения, кризис, множественность выбора). Она проявляется в способности выпускника не только выполнять типовые задания, но и решать задачи высокой степени сложности и неопределенности, управлять гибкими, краткосрочными, межатраслевыми проектами [3, с. 95].

Очевидно, что для эффективного формирования социально-профессиональной компетентности будущих специалистов необходимо учебно-методическое обеспечение, разработанное на основе компетентностного подхода. В качестве одной из составляющих такого обеспечения автор рассматривает электронные тренажеры.

Рассмотрим дидактические аспекты разработки и применения в процессе профессиональной подготовки электронных тренажеров.

В педагогической литературе наряду с термином «электронный тренажер» встречаются определения «компьютерная обучающая программа», «симулятор». Зачастую данные определения отождествляются или подменяются одно другим. В связи с этим рассмотрим содержание вышеуказанных электронных средств обучения.

Анализ интернет-ресурсов [11] показывает, что компьютерная обучающая программа представляет собой эффективное средство для подготовки специалистов по эксплуатации сложного наукоемкого оборудования, обладающее интерактивным пользовательским

интерфейсом, диалоговыми функциями и элементами мультимедиа. При этом в качестве учебной информационной базы обучающемуся предъявляется адаптированный структурированный материал, соответствующий нормативно-технической документации. Весь учебный материал по курсу разделен на отдельные блоки (разделы). Каждый блок имеет в своем составе ряд учебных вопросов. Эффективность обучения и контроля обеспечивается рациональным сочетанием интерактивного текста с мультимедийными возможностями предъявления схем, рисунков, 3D-моделей, фотографий, анимации, видео. Компьютерные обучающие программы получили широкое распространение при изучении иностранного языка и дисциплин социально-гуманитарного цикла.

В отличие от компьютерной обучающей программы *симулятор* (от англ. *simulate* – симулировать) определяется как жанр компьютерных игр, в которых симулируются различные виды деятельности человека, в основном различные спортивные состязания, пилотирование самолетов, автомобильные гонки и др. Главный показатель качества игры этого жанра – максимальная приближенность игрового процесса к реальным событиям [9].

Российские исследователи М. И. Беляев, В. В. Гриншкун, Г. А. Краснова полагают, что *электронные тренажеры* предназначены для отработки практических умений и навыков. Такие средства особенно эффективны для обучения действиям в условиях сложных и даже чрезвычайных ситуаций при отработке противоаварийных действий. Кроме этого, электронные тренажеры используются для отработки умений и навыков решения задач. В таком случае они обеспечивают получение краткой информации по теории, тренировку самостоятельности на различных уровнях подготовки, контроль и самоконтроль [1].

В Положении об электронном учебно-методическом комплексе по дисциплине для высших учебных заведений Республики Беларусь [7] электронный тренажер определяется как программный комплекс, в процессе работы которого поэтапно предлагаются задания, требующие от обучающегося активных действий.

Анализ приведенных выше дефиниций, а также результаты исследований, проведенных в последнее десятилетие российскими учеными А. В. Осиным [6], В. А. Трайневым [10] и др., показывают, что важным условием, обеспечивающим формирование и развитие социально-профессиональной компетентности будущих специалистов, выступает разработка и внедрение в учебный процесс электронных тренажеров. При этом в электронные тренажеры целесообразно включать элементы компьютерных обучающих программ и симуляторов.

Российский исследователь Г. К. Селевко полагает, что при условии систематического использования в учебном процессе электронных средств обучения «формируется человек, умеющий действовать не только по образцу, но и самостоятельно, получающий необходимую информацию из максимально большего числа источников; умеющий ее анализировать, выдвигать гипотезы, строить модели, экспериментировать и делать выводы, принимать решения в сложных ситуациях» [8, с. 70]. Соглашаясь с мнением ученого и опираясь на результаты проведенного исследования [4], автор установил, что разработка и внедрение в процесс подготовки будущих военных специалистов наряду с традиционными средствами обучения электронных тренажеров выступит важным фактором в формировании их социально-профессиональной компетентности. Это обеспечивается интеграцией традиционных и инновационных методов, технологий и средств обучения, расширением возможностей поиска информации, облегченным доступом к ней, оптимизацией диагностики результатов обучения.

Проведенное автором исследование [4] позволило выявить следующие дидактические аспекты разработки и применения электронных тренажеров в процессе подготовки военных специалистов: целеполагание на основе определения компетенций и их составляющих; функции; принципы; вовлечение будущих специалистов в проектную деятельность по созданию тренажеров.

Рассмотрим их подробнее на примере конструирования электронного тренажера «Выполнение огневых задач № 1, 2 Курса подготовки артиллерии (КПА-2000)» и его применения в учебном процессе. Тренажер разрабатывался на кафедре боевого применения артиллерии военного факультета Белорусского государственного университета под обобщенную, диагностично поставленную для обучающегося дидактическую цель: *уметь выполнять огневые задачи № 1, 2 на имитационных средствах*. Достижение в ходе учебного процесса такой цели обеспечит сформированность профессиональной компетенции (ПК) в выполнении огневых задач № 1, 2 Курса подготовки артиллерии (КПА-2000). Указанная компетенция включает обобщенные знания, умения, опыт и личностные качества, необходимые для выполнения указанной задачи (рисунок 1).



Рисунок 1. – Содержание ПК выполнения огневых задач № 1, 2 КПА-2000

На этапе конструирования автор предположил, что электронный тренажер должен выполнять следующие функции:

компетентностную (способствует формированию и развитию профессиональной компетентности в выполнении огневой задачи);

интерактивную (обеспечивает устойчивую обратную связь в системе «человек – машина»);

рефлексивную (позволяет отследить ошибки, допущенные обучающимся на каждом этапе выполнения задачи).

Также при разработке тренажера автор руководствовался следующими принципами:

содержательно-технологической интеграции военных дисциплин. Тренажер может обеспечить выполнение действий (операций), осваиваемых при изучении таких дисциплин, как «Военная топография», «Управление огнем артиллерии», «Боевая работа», «Огневая подготовка» (целеуказание от ориентира, эксплуатация приборов разведки и артиллерийского орудия), «Тактическая подготовка» (уяснение задачи, оценка обстановки, принятие решения, управление подразделением);

незавершенности обучения с применением только тренажерных средств. Многократное выполнение с высокими результатами задачи на тренажере не гарантирует в полной мере эффективного выполнения подобной задачи на аутентичных средствах огневого поражения. Как бы качественно ни был сконструирован электронный тренажер, он не обеспечит в полной мере моделирование всех нештатных ситуаций при выполнении огневых задач;

трансфера компетенций. Систематическое успешное выполнение огневой задачи на электронном тренажере будет способствовать переносу обобщенных знаний, умений и опыта

для выполнения подобной задачи в учебно-боевой (боевой) обстановке, а также для выполнения более широкого спектра огневых и управленческих задач в военно-профессиональной деятельности;

индивидуализации и комфортности обучения. Электронный тренажер позволяет фиксировать индивидуальные учебные достижения обучающихся, в зависимости от наличия персональных компьютеров в аудитории увеличить пропускную способность в выполнении огневых задач на учебном занятии. Тренажер должен быть простым в использовании, обладать дружественным интерфейсом, его можно загрузить в планшетный персональный компьютер и использовать для тренировок в свободное от учебных занятий время.

Важным дидактическим аспектом создания электронных тренажеров является также вовлечение будущих специалистов в проектную деятельность. Тренажеры создаются студентами во внеучебное время в течение 7–8 (3–4) семестров. Тематика реализуемого обучающимися проекта имеет военную/военно-педагогическую направленность, но междисциплинарный характер проектной деятельности требует от студентов актуализации знаний и умений в разных областях, а также личного опыта и интуиции.

Все электронные тренажеры создаются студентами в группах, в состав которых в зависимости от сложности проекта могут входить 5–8 человек (1–2 преподавателя и 4–6 студентов). Роли в проектной группе распределяются следующим образом: руководитель проекта – один из студентов, консультанты – преподаватели военного и гражданского факультетов, другие представители команды: программисты, дизайнеры, разработчики тестовых заданий. Тема проекта согласуется с преподавателями дисциплин базовых факультетов: «Методы программирования и информатика», «Программирование и математическое моделирование», «Основы информационных технологий». При планировании проекта учитывается уровень владения студентами информационно-коммуникационными технологиями («пользователь», «любитель», «профессионал», «веб-дизайнер» и др.). В роли руководителя проекта выступают студенты как социально-гуманитарных, так и естественно-научных факультетов. Необходимо отметить, что доминирующее положение в реализации проекта занимают студенты. Преподаватели в учебно-исследовательскую деятельность студентов включаются крайне редко, как правило, только на этапе постановки проектной задачи или на промежуточном этапе, когда в силу недостаточно высокой компетентности руководителя имеют место «тупиковые решения». Электронные тренажеры, созданные студентами под нашим руководством (или при нашем участии), экспонировались на международных выставках научно-технической продукции: в 2008–2013 гг. – на международных выставках «Техника. Информация. Безопасность. Оборудование» (tibo'), в 2011 г. – на 12-й Международной специализированной выставке «Перспективные технологии и системы: информатика, телекоммуникации, безопасность» и отмечены дипломами. Перечень продукции размещен на сайте <http://www.bsuproduct.by>. Все тренажеры внедрены в учебный процесс военных факультетов гражданских учреждений высшего образования, а также в процесс боевой подготовки воинских частей.

Будучи вовлеченными в реализацию проекта, студенты погружаются в контекст будущей профессиональной деятельности (А. А. Вербицкий, О. Г. Ларионова) [2]. В ходе исследовательской деятельности над проектом у них развиваются коммуникативные способности, научно-исследовательские и управленческие умения, умение работать в команде.

При разработке проекта студенты включаются в следующие стадии технологического процесса: определение проблемы и задач проекта; конструирование технологии осуществления проекта; деятельность по реализации проекта; предварительная проверка промежуточных результатов; коррекция способов деятельности и устранение недостатков; испытание полученного продукта; оценивание и рефлексия.

В творческой деятельности студентов по реализации проекта формируются следующие компоненты социально-профессиональной компетентности: ценностно-мотивационный (принятие проекта как лично значимой ценности и внутренние

побуждения к достижению поставленной цели), когнитивно-деятельностный (овладение новыми технологическими знаниями и умениями), эмоционально-волевой (способность адекватно регулировать проявление компетентности в соответствии с ситуациями социального и профессионального взаимодействия) и рефлексивно-оценочный (защита проекта, сопоставление достигнутых результатов с запроектированными целями, оценка используемых при разработке проекта технологий).

Результаты исследования свидетельствуют, что при создании обучающимися электронных тренажеров достигается выполнение следующих задач:

развитие у студентов коммуникативных способностей, конструктивного мышления, умений работать в команде;

формирование управленческих умений (находясь в роли руководителя проекта, студенты учатся управлять персоналом, организовывать взаимодействие и принимать оптимальные решения в сложной ситуации, т. е. «погружаться» в учебно-профессиональную деятельность);

формирование умений инновационной деятельности: научный поиск, создание новшества, реализация новшества и рефлексия нововведения. В большинстве случаев в ходе совместного сотрудничества студентам приходится заниматься не репродуктивной, а творческой деятельностью, находить нечто новое (например, самостоятельно осваивать языки программирования, не изучаемые в рамках учебной программы, осуществлять поиск знаний из различных областей науки и практики: теории стрельбы артиллерии, теории ошибок);

взаимное обогащение военной подготовки и других дисциплин, изучаемых студентами на базовых факультетах, установление междисциплинарных связей (например, сведения из теории вероятностей и теории ошибок в обосновании правил стрельбы артиллерии, сведения из квантовой механики и оптики при изучении оптико-электронных приборов, основы менеджмента и основы работы командиров по управлению подразделениями);

активизация учебно-познавательной деятельности студентов при проведении ими занятий по военной подготовке самостоятельно с использованием тестирующих и обучающих программ, устройств, тренажеров, электронных учебно-методических комплексов, учебных фильмов, созданных ими самими.

Результаты исследования подтвердили наше предположение о том, что вовлечение студентов в проектную деятельность является существенным фактором формирования их социально-профессиональной компетентности. При этом в первую очередь формируются компетенции в научно-исследовательской, организационно-управленческой, проектно-конструкторской и инновационной деятельности.

Рассмотрим порядок работы с тренажером «Выполнение огневых задач № 1, 2 Курса подготовки артиллерии (КПА-2000)», разработанным под нашим руководством.

Запустив программу-тренажер, обучающиеся изучают условия и порядок выполнения огневой задачи. Затем, выбрав один из возможных вариантов панорамы местности, готовятся к выполнению задачи. При необходимости получить справочную информацию (сведения из Таблиц стрельбы, величина выноса точки прицеливания, уязвимые места цели) студенты переходят к нужному разделу. Так у них формируются умения осмысления полученной задачи, сбора, анализа и оценки информации, необходимой для принятия решения. Завершив подготовку к выполнению задачи, обучающиеся решают ее. Тренажер на основе случайного выбора представляет цели для поражения. Студенты, действуя в роли командира, выбирают цели и, учитывая при этом степень их важности и потенциальной угрозы для своих войск, принимают решение на поражение цели и доводят его до подчиненных (рисунок 2). Данный этап выполнения задачи способствует формированию умений делать осознанный выбор в ограниченное время, отдавать предпочтение наиболее эффективной технологии выполнения поставленной задачи, осуществлять эффективную коммуникацию. Тренажер фиксирует допущенные студентами ошибки и демонстрирует их во «всплывающих» окнах на экране компьютера (рисунок 3). В этом случае обучающиеся должны быстро внести

коррективы в принятое решение и продолжить выполнение задачи. На следующем этапе выполнения задачи обучающиеся действуют в роли наводчиков орудий. Это позволяет студентам оперативно выявить и оценить последствия ошибок, допущенных ими на предыдущем этапе (при действии в роли командиров). Важной особенностью тренажера является возможность осуществления механических операций (работа с прицельными приспособлениями, наводка орудия) в виртуальном формате. Это способствует формированию у студентов сложных умственно-сенсорно-моторных навыков в работе по изучению электронной панорамы местности и использованию виртуальных прицельных приспособлений и механизмов наведения, на основе которых впоследствии сложные навыки при практической работе на местности и реальных артиллерийских орудиях будут формироваться более эффективно. Значимым этапом выполнения огневой задачи является ее оценивание: электронный тренажер демонстрирует обучающимся оценку выполнения огневой задачи с учетом допущенных ошибок, времени и точности огня, что позволяет студентам рассматривать подготовку к профессиональной деятельности с позиции системного подхода, способствует формированию у них рефлексивных умений, чувства ответственности за выполнение поставленных задач.



**Рисунок 2. – Этап выполнения огневой задачи
(действия обучающихся в роли командиров орудий)**



**Рисунок 3. – Этап выполнения огневой задачи
(действия обучающихся в роли наводчиков орудий)**

Таким образом, электронный тренажер позволяет моделировать завершённый технологический процесс: *наличие проблемы – определение цели – поэтапная деятельность по осуществлению цели – получение результата – рефлексия.*

Осмысление приведенных в статье дидактических аспектов разработки и применения в процессе подготовки военных специалистов электронных тренажеров позволяет сделать следующие выводы:

1. Для того чтобы в процессе профессиональной подготовки будущих военных специалистов обеспечить формирование и развитие их социально-профессиональной компетентности, необходимо в качестве учебно-методического обеспечения использовать как тренажеры (в том числе и электронные), так и аутентичные средства (боевую технику, вооружение и приборы). При конструировании электронных тренажеров важно обеспечить их полифункциональность (функции: *компетентностная, интерактивная и рефлексивная*) и комплекс принципов: *содержательно-технологическая интеграция военных дисциплин; незавершенность обучения одними тренажерными средствами; индивидуализация и комфортность обучения*). Это обеспечит целостный и личностно-ориентированный характер учебного процесса.

2. Создаваемые на факультетах (кафедрах) военных учебных заведений электронные тренажеры целесообразно включать в состав электронных учебно-методических комплексов дисциплин, что позволит в процессе профессиональной подготовки как на занятиях, так и в ходе самостоятельной работы увеличить уровень мотивации обучающихся за счет включения в тренажер элементов компьютерных игр; повысить эффективность и качество процесса обучения благодаря созданию обучающимся комфортных условий для работы; формировать у будущих специалистов универсальные профессиональные умения (делать осознанный выбор, принимать оптимальное решение в сложных ситуациях), необходимые в военно-профессиональной деятельности за счет моделирования сложных учебно-профессиональных ситуаций; контролировать и оценивать результаты своей деятельности; развивать творческое мышление за счет уменьшения доли репродуктивной деятельности.

3. Для создания электронных тренажеров необходимо создавать проектные группы из числа преподавательского состава, специалистов в области программирования с обязательным привлечением обучающихся (курсантов, слушателей, студентов). Важно разрабатывать программные продукты в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Это будет способствовать развитию исследовательских умений и творческого потенциала обучающихся, а также обогащению электронной учебно-материальной базы военного учебного заведения.

В настоящей статье автор не претендует на исчерпывающее решение заявленной проблемы. Конструирование и внедрение электронных средств обучения (в том числе и электронных тренажеров) в процесс профессиональной подготовки военных специалистов может выступить предметом отдельного педагогического исследования на уровне кандидатской (магистерской) диссертации.

Список литературы

1. Беляев, М. И. Технология создания электронных средств обучения / М. И. Беляев, В. В. Гриншкун, Г. А. Краснова. – М.: РУДН, 2006. – 130 с.
2. Вербицкий, А. А. Личностный и компетентностный подходы в образовании / А. А. Вербицкий, О. Г. Ларионова. – М.: Логос, 2010. – 336 с.
3. Жук, О. Л. Педагогическая подготовка студентов: компетентностный подход / О. Л. Жук. – Минск: Респ. ин-т высш. шк., 2009. – 336 с.
4. Коклевский, А. В. Методическая система формирования технологической компетентности будущих специалистов в процессе военной подготовки в классическом университете: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / А. В. Коклевский; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2013. – 234 л.

5. Макет образовательного стандарта высшего образования первой ступени: приказ М-ва образования Респ. Беларусь, 13 июня 2013 г., № 374 [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.nihe.bsu.by/index.php/ru/norm-doc>. – Дата доступа: 27.02.2015.
6. Осин, А. В. Создание учебных материалов нового поколения [Электронный ресурс] / А. В. Осин. – 2010. – Режим доступа: <http://www.rnmc.ru/ideas/osin/sozdmater.php>. – Дата доступа: 26.02.2015.
7. Положение об электронном учебно-методическом комплексе по дисциплине для высших учебных заведений Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск: Респ. ин-т высш. шк., 2008. – Режим доступа: <http://www.nihe.by/info/10/umk2.doc>. – Дата доступа: 27.02.2015.
8. Селевко, Г. К. Педагогические технологии на основе информационно-коммуникационных средств / Г. К. Селевко. – М.: НИИ школьных технологий, 2005. – 208 с.
9. Симулятор // Больш. энцикл.: в 62 т. – М.: ТЕРРА, 2006. – Т. 45. – С. 245.
10. Трайнев, В. А. Информационные коммуникационные педагогические технологии (обобщения и рекомендации): учеб. пособие / В. А. Трайнев, И. В. Трайнев. – 3-е изд. – М.: Дашков и К°, 2008. – 280 с.
11. Компьютерные обучающие программы и системы [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://neotech-marine.ru/kor>. – Дата доступа: 27.02.2015.

* Сведения об авторе:
 Коклевский Александр Владимирович,
 УО «Военная академия Республики Беларусь».
 Статья поступила в редакцию 02.03.2015 г.

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ГРАЖДАНСКО-ВОЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 355.02(476)

В. А. Ксенофонов*

В статье анализируются во многом дискуссионные, еще не до конца изученные актуальные аспекты гражданско-военных отношений и их исследования. Осуществляется социально-философское осмысление гражданско-военных отношений, обоснованы перспективы развития теории в контексте обеспечения национальной безопасности.

In many respects disputable not fully studied topical aspects of civil-military relations are analyzed. Social-philosophical analysis of civil-military relations is realized. Perspectives of theory development in the context of providing state national security are proved.

Разработка теории гражданско-военных отношений (ГВО) для современного этапа развития Республики Беларусь является не только важнейшей научной проблемой, но и носит практически-политический характер. Несмотря на глубокое научно-теоретическое обоснование проблем военной политики, в особенности внешних ее аспектов, военно-политическая практика в контексте ГВО осуществляется порой интуитивным путем, опираясь на теоретические основы, разработанные в основном западными теоретиками социально-политической мысли, а также на концепции и модели, которые конституируются на постсоветском пространстве.

Уже накоплен определенный научно-теоретический потенциал. Среди авторов работ можно выделить таких российских специалистов, как С. Н. Вагин, А. И. Владимиров, В. А. Греджев, Ю. В. Гуськов, Н. Ю. Данилова, В. С. Емец, К. Ю. Колесниченко, Л. В. Певень, Е. А. Трикило и др. [2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 17]. Данные исследования выступают теоретической базой для понимания диалектики армии и общества. Вместе с тем комплексного исследования теории ГВО пока не проведено.

Стоит отметить, что применяемая методология национальной безопасности в Беларуси позволяет государственно-политическому руководству обеспечивать мир, стабильность и безопасность [14], но противоречивость и динамика развития социально-политической практики делают жизненно важным необходимость концептуального рассмотрения и обоснования собственной теории ГВО в диалектической связи с теорией национальной безопасности и исключительно исходя из национальных интересов республики.

Известно, что «понятие «методология» имеет два основных значения: система определенных способов и приемов, применяемых в той или иной сфере деятельности (в науке, политике, искусстве и т. п.); учение об этой системе, общая теория метода, теория в действии» [12, с. 167]. Исходя из данной категории и определяя методологию науки как систему принципов и методов организации и осуществления теоретической и практической научной деятельности, под методологическими аспектами исследования теории ГВО будем понимать теоретические принципы, определяющие рациональную интеллектуальную и практическую деятельность людей, адекватно отражающие закономерные связи и отношения реальной действительности в обозначенной предметной области.

Как отмечает известный российский ученый В. П. Кохановский, «в современной методологии науки выделяют следующие основные элементы теории: 1. Исходные основания – фундаментальные понятия, принципы, законы, уравнения, аксиомы и т. п. 2. Идеализированный объект – абстрактная модель существенных свойств и связей изучаемых предметов... 3. Логика теории – совокупность определенных правил и способов доказательства, нацеленных на прояснение структуры и изменение знания. 4. Философские установки и ценностные факторы. 5. Совокупность законов и утверждений, выведенных

в качестве следствий из основоположений данной теории в соответствии с конкретными принципами» [12, с. 142].

Обратим внимание, что теория имеет свои основные особенности: это не отдельные научные положения, а их совокупность, целостная развивающаяся система; знание должно не просто описывать совокупность фактов, но и объяснять их, т. е. осуществлять вскрытие причин и закономерностей явления; обязательно наличие обоснования и доказательство входящих в теорию положений; теория стремится к расширению знаний и непрерывному их углублению о познаваемом предмете; характер теории определяется степенью обоснованности ее определяющего начала, отражающего фундаментальную закономерность данного предмета.

Научная теория выполняет вполне определенные функции: синтетическая, т. е. объединение истинных знаний в целостную систему; объяснительная – выявление причинных и иных зависимостей, связей явления, его существенных характеристик, генезис, развитие и т. п.; методологическая – на ее основе формируются многообразные методы, способы и приемы теоретической и практической деятельности; предсказательная или прогностическая, т. е. научное предвидение; практическая – руководство к действию по изменению реальной действительности. Справедливо утверждение о том, что нет ничего практичнее, чем хорошая теория [12, с. 146].

Характеризуя научное познание, обратим внимание, что его главной задачей и основной функцией является открытие законов изучаемой области действительности, без которых нет и не может быть научной теории. Следовательно, закон – «ключевой элемент теории, которая есть не что иное как система законов, выражающих сущность, глубинные связи изучаемого объекта... во всей его целостности и конкретности, как единство многообразного» [12, с. 147]. По словам В. П. Кохановского, «ключевая задача научного исследования – «поднять опыт до всеобщего», найти законы данной предметной области, определенной сферы (фрагмента) реальной действительности, выразить их в соответствующих понятиях, абстракциях, теориях, идеях, принципах и т. п. Решение этой задачи может быть успешным в том случае, если ученый будет исходить из двух основных посылок: реальности мира в его целостности и развитии и законосообразности этого мира, т. е. того, что он «пронизан» совокупностью объективных законов» [12, с. 149]. Дело в том, что объективные законы «регулируют» весь мировой процесс и военно-политические отношения в том числе, обеспечивают в мире определенный порядок, действуют с необходимостью, обеспечивают самодвижение и могут и должны быть познаваемы. Их несоблюдение в различных областях свидетельствует, как правило, либо о некомпетентности занятых людей данным видом деятельности, либо об умышленном искажении реальности в целях извлечения личных (групповых) выгод.

Поскольку исследование ГВО относится к проблеме социального познания, следует учитывать два важнейших аспекта: оно социально, так как возникает и функционирует в конкретном обществе и детерминировано социально-культурными причинами. В широком смысле познание гуманитарно, ибо выполняется социальным субъектом (человеком); одна из форм познавательной деятельности – познание общества, т. е. определение законов (закономерностей) социальных процессов и явлений, в отличие от двух других: познания природы и самого познания.

Раскрывая сущность социально-философского познания, обратим внимание на его наиболее важные специфические характеристики:

1. В широком смысле предмет социального познания – сфера человеческой деятельности в многообразных формах. Как отмечал Гегель, есть две основных формы объективного процесса: природа и целесообразная деятельность людей. Безусловно, эта сфера сочетает в себе единство объективного (социальные законы) и субъективного (индивидуальные интересы, цели, намерения и т. п.).

2. Социальное познание ориентировано прежде всего на процессы, т. е. на развитие общественных явлений, определение законов, причин и источников общественного развития.

Главное здесь динамика, а не статика социальных явлений. В этой характеристике особенно важно соблюдать принцип историзма – рассмотрение явлений как процессов, в их возникновении, развитии и преобразовании. В точке бифуркации невозможно предсказать направление дальнейшего развития системы, присутствует неопределенность.

3. Акцент познания устремлен на единичное, индивидуальное, уникальное на основе общего, закономерного. Уточним следующее: а) в гуманитарной сфере выявляем «неточные законы, тенденции», которые очень сложно открыть ввиду его исключительной сложности (внутренний мир человека, его духовный мир и т. д.). Возникают трудности обобщения, генерализации в данной сфере; б) уникальность социально-исторических явлений не исключает выявления общего, закономерного. Мы исследуем явления в определенной системе взаимодействия; в) гуманитарный материал сильно индивидуализирован и его сложно структурировать и осуществить типологизацию и унификацию.

4. В предмет социального познания постоянно включен активный субъект (человек). Здесь проявляются не только субъект-объектные, но субъект-субъектные отношения (коммуникации). Актуализируется задача понять чужое «Я» в качестве субъективно-деятельного начала.

5. Социально-гуманитарное познание – это ценностно-смысловое освоение и воспроизведение человеческого бытия. Гуманитарное познание выявляет и обосновывает смысл существующего.

6. Неразрывна и постоянна связь социального познания с ценностями, с мировоззренческими и смысложизненными компонентами. Ценностные ориентации регулируют поведение людей и исследовательскую деятельность ученых, поступки политиков и т. п. С мировоззренческим фактором связано переосмысление истории, он отражает теоретико-оценочный уровень науки, на котором делаются оценки и строятся концептуальные модели прошлого. Аксиологическая оценка имеет существенное значение.

7. Важное значение в социальном познании имеет процедура понимания. Понимание есть постижение смысла того или иного явления, его места в мире, его функций в системе целого, оно помогает нам раскрыть бесконечные смыслы глубины бытия.

8. Сложный, очень опосредованный характер взаимосвязи объекта и субъекта социально-гуманитарного познания. Если в естественных науках познание нацелено на вещи, их свойства и отношения, то в гуманитарных – на тексты, которым присущи значение, смысл, ценность. Поэтому «текстовая природа» одна из особенностей гуманитарного познания. Важная роль отводится диалектике объекта и субъекта. Социально-гуманитарное познание – это вторичное отражение социальной действительности, так как этот процесс опосредован текстами.

9. Ввиду текстовой природы социального познания особое место в гуманитарных науках занимает семиотическая проблематика. Известно, что семиотика – наука, исследующая свойства знаков и знаковых систем. Без понятий «текст», «знак», «символ», «язык» не может быть и речи о социально-гуманитарном познании.

10. Определяющая роль принадлежит диалогу, который еще с античных времен стал известен как литературная форма, употребляемая для изложения проблем с помощью диалектики.

11. Особо важное значение для социального познания имеет философия и ее метод – диалектика. Необходимо увидеть противоречия общественного развития и адекватно выразить диалектику бытия в теории.

12. Социальное познание ориентировано преимущественно на качественную сторону изучаемой им действительности. Здесь явления и процессы исследуются главным образом со стороны качества и единичного (индивидуального), а не количества и всеобщего. Даже при использовании математических методов в гуманитарных науках, они остаются вспомогательными методами, но не главными.

13. Своеобразное сочетание эмпирического и теоретического компонентов в социальном познании. Возможности эмпирических методов в социальном познании ограничены, роль теоретического базиса гуманитарного познания более значительна.

14. Отсутствие общепризнанных парадигм. Происходит своеобразный «теоретический анархизм» и нет «единственно истинной теории». Поэтому возможность выбора концептуально-теоретической схемы социальной реальности не аномалия, а норма.

Чрезвычайная сложность общества и ГВО как предмета исследования социальных наук объективно требует сложных и разнообразных методов его анализа [12, с. 451–477].

Проблема ГВО имеет давнюю историю. Еще мыслители древности отводили много внимания взаимодействию гражданских и военных людей. Изменялось сущностное содержание отношений, но их роль как фактора устойчивого развития общества, его стабильности и безопасности, никогда не теряла своего значения.

Вполне закономерно, что в Концепции национальной безопасности Республики Беларусь одним из основных национальных интересов в политической сфере определено «развитие гражданского общества с учетом национальных традиций и особенностей» [14, с. 13], а к внутренним источникам угроз национальной безопасности отнесен «недостаточный уровень развития гражданского общества» [14, с. 21].

ГВО представляют собой сложную систему взаимосвязей и взаимовлияний гражданского общества (ГО) и военной организации государства (ВОГ), выступают в форме социального феномена, имеющего характер целостного явления и свою специфику. Таков подход к пониманию данного феномена в широком смысле. В узком плане их сторонами принято называть гражданских и военных как носителей определенного социального представительства. Данное понимание демонстрируют зарубежные исследователи проблемы. Категории «гражданские» и «военные» они доводят до абсолютного противопоставления, полагая, что они отражают различные миры – «мир гражданских» и «мир военных», сферы гражданской и военной жизни [5, с. 101]. Нельзя не учитывать исторической тенденции: военные возникают из гражданских и затем возвращаются в их структуру. Взаимодействие гражданских и военных начал общественной жизни должно быть подчинено интересам развития общества, государства и личности, их безопасности. Стоит учесть мнение белорусского ученого-экономиста В. Г. Ольшевского, что «применение принципов системности к анализу военной сферы позволяет сделать вывод о том, что она органично вплетена во все сферы общественной жизни» [15].

Сегодня ряд специалистов в области ГВО сводят всю проблематику к вопросам гражданского контроля (ГК). Это достаточно ограниченная позиция, что убедительно показано в исследовании Н. Даниловой «Армия и общество: принципы взаимодействия». Она представила классические и современные подходы в данной области, раскрыла проблемы формирования сбалансированных ГВО, осуществления ГК, реформирования военного профессионализма, и реагирования институтов ГО на изменения в политике безопасности и обороны [8].

Термин «гражданско-военные отношения» впервые был употреблен в англоязычной литературе в 1950-х годах. Проблематика взаимоотношений общества, армии и государства только начинает комплексную проработку в нашей социально-политической науке и практике, поэтому важно на основе накопленного научно-теоретического багажа и социальной практики с учетом национальных интересов определить собственную модель ГВО.

ГВО являются результатом длительной эволюции процесса проникновения гражданского качества в военную сферу. Без этого качества военная сфера действительности (и все ее основные компоненты) лишена социальных мотивов и интересов, посредством которых ВОГ функционирует в соответствии со своим предназначением.

В. В. Серебрянников считает, что ГВО распадаются на два больших блока: отношение гражданских к военным и отношение военных к гражданским. Каждый из них подразделяется на когнитивные, чувственно-эмоциональные, поведенческие действия

относительно друг друга [8, с. 46]. Они могут быть спокойно-гармоничными, стабилизирующими, взаимодоверительными, напряженно-противоречивыми, враждебно-конфликтными [8, с. 47].

А. И. Владимиров определяет ГВО как «области отношений между Армией и Обществом, а также внутри Армии, где служат граждане этого Общества, отношения в Обществе по поводу Армии, между Армией и другими государственными структурами государственной власти, между Армией и территориями ее дислокации» [4, с. 32].

Исходя из различных подходов определим, что ГВО – это диалектическое единство общества и армии, или гражданской и военной сферы, подчиненное интересам стабильного функционирования системы национальной безопасности государства.

ГВО в современной философско-политической науке классифицируются по ряду оснований, главным определяющим среди которых является их социальное содержание, т. е. интересы и цели в отношении к обществу, а также общества к армии. По данному основанию они делятся на следующие модели: ГВО – согласия (совпадающие); разделения (различающиеся); конфликта (противоположные) [5, с. 103–105].

ГВО как результат взаимодействия и взаимовлияния выступают в качестве социального феномена, имеющего свою специфику.

К факторам, определяющим специфику ГВО, их своеобразие можно отнести следующие: во-первых, форма государственного устройства и сложившийся характер взаимосвязи государства и гражданского общества; во-вторых, характер политического режима и зависящий от него господствующий в обществе тип принятия политических решений; в-третьих, исторически сложившиеся ценностно-культурные (ментальные) основы взаимодействия гражданского и военного компонентов общественной жизни; в-четвертых, состояние государственно-политического развития того или иного государства [5, с. 107].

Важнейшей группой факторов, влияющих на состояние ГВО, выступает также совокупность геополитических, демографических, конфессиональных, информационных и других обстоятельств, составляющих социальные грани военной безопасности. Интегрируясь с другими факторами, они способны динамично воздействовать на ГВО, придавать им определенные признаки и свойства.

ГВО находятся в тесной противоречивой взаимосвязи с военно-политическими отношениями, под которыми понимается «совокупность идеологически мотивированных взаимодействий между субъектами политики (социально-политическими общностями, институтами и их военными организациями), складывающихся в процессе специфической деятельности по реализации экономических, политических и иных интересов с применением или возможностью применения вооруженного насилия» [5, с. 343].

В любом обществе функционирование ГВО по сферам их проявления (экономическая, социальная, политическая, учебно-боевая, духовная) предполагает наличие конкретной системы воздействия, посредством которой они возникают, поддерживаются и осуществляются.

«Гражданское качество» ВОГ не возникает само по себе, без элементов, регулирующих этот процесс. Но воздействие ГО на ВОГ с точки зрения механизма этого воздействия имеет вполне определенную специфику.

Построение такого механизма впервые осуществил российский ученый В. С. Емец [10].

Исследование воздействия ГО на ВОГ свидетельствует о том, что оно осуществляется комплексно и составляет определенную систему, основными структурными компонентами которой являются национальные интересы Беларуси, ценности гражданской культуры, нормативные правовые акты и процедуры, массовые общественные организации граждан и самих военнослужащих, средства массовой информации [13, с. 33].

Национальные интересы Беларуси – ключевой элемент общей системы национальной безопасности и основной элемент в системе влияния ГО на ВОГ, так как обеспечивают

избирательное отношение к политической и военно-политической деятельности государства в системе общей безопасности страны.

В исследовании под национальными интересами Республики Беларусь понимается сложное и многоаспектное явление, представляющее собой осознанные, объективно существующие, вытекающие из самого факта существования в мире наций и государств многообразные потребности, которые несут на себе отпечаток национальных духовных ценностей и конкретизируются на государственном уровне в виде официально провозглашенных целей и политико-правовых установок.

Сбалансированные интересы личности, общества, государства определяют национальные интересы Беларуси в политической, экономической, научно-технологической, социальной, демографической, информационной, военной, экологической сферах, отражая одновременно внутренние и международные стороны.

Таким образом, национальные интересы Беларуси являются стержневым элементом общей системы безопасности и, по нашему мнению, основным элементом в системе влияния ГО на ВОГ.

Специфика влияния ГО на ВОГ детерминирована степенью зрелости, сформированностью самого ГО и современным этапом общественного развития Республики Беларусь. Не случайно в основных направлениях нейтрализации внутренних источников угроз и защиты от внешних угроз национальной безопасности в политической сфере отмечено, что «дальнейшая деbüroкратизация общественных отношений, расширение практики и совершенствование механизмов государственно-частного партнерства призваны обеспечивать конструктивную направленность деятельности общественных объединений, повышения созидательной активности населения и выступают основой формирования и развития белорусского гражданского общества» [14, с. 28].

Сегодня наше государство обеспечивает свою военную безопасность исходя из принципов оборонной достаточности и стратегического сдерживания потенциальной агрессии, отдавая приоритет невоенным средствам [14, с. 35].

Одним из элементов системы обеспечения военной безопасности невоенными средствами выступает ГО, а точнее его готовность и понимание защищать национальные интересы личности, общества и государства.

Формирование в Беларуси ГО является одним из важных факторов обеспечения военной безопасности. Беларусь находится на этапе совершенствования ГО и соответствующей ему ВОГ.

Наиболее очевидным выражением зрелости ГО, исходя из проведенного анализа, является его эффективный контроль над ВОГ и системой национальной безопасности страны.

Формированию нового качественного состояния ГВО будет способствовать создание эффективной системы ГК над военной политикой [9].

Следует подчеркнуть, что основными критериями функционирования ГВО и реализации системы ГК в области военной политики должны быть национальные интересы Республики Беларусь и стабильное функционирование военной сферы, всей системы национальной безопасности государства.

Принимая во внимание, что основными элементами системы национальной безопасности белорусского государства определены политическая, экономическая, научно-технологическая, социальная, демографическая, информационная, военная, экологическая сферы безопасности, можно предположить, что основные потенциалы, обеспечивающие функционирование и развитие общества, являются базовыми для функционирования другой подсистемы – ГВО. Подсистема ГВО диалектически зависит от совокупности потенциалов общества, влияющих на обороноспособность и национальную безопасность государства в целом. На наш взгляд, определяя место подсистемы ГВО, можно утверждать, что, находясь во взаимосвязи с национальными интересами, она составляет ядро (стержень) системы национальной безопасности и характеризует наиболее существенные связи и отношения

между указанными выше компонентами национальной безопасности. Было бы упрощением делать обобщения по функционированию ГВО без анализа каждого входящего в них элементов.

Система ГВО базируется на совокупных возможностях государства, которыми оно располагает в различных сферах жизни для решения стоящих перед ним задач как внутри страны, так и за ее пределами. Обозначим лишь элементы совокупного потенциала государства:

экономический потенциал – характеризует общие экономические возможности государства. Фиксирующимися показателями являются: национальный доход; национальный доход на душу населения; валовой внутренний продукт; валовой национальный продукт; объем промышленного производства; производительность труда в промышленности; объем сельскохозяйственного производства; производительность труда в сельском хозяйстве и др.;

социальный потенциал – выражает возможности социальной системы общества, что определяется рядом показателей: характер отношений между классами, социальными группами; характер отношений между этническими общностями; широта социальной базы государственной власти; степень и характер поддержки населением внутренней и внешней политики государства;

политический потенциал – выражает возможности, заложенные в политической системе государства, способность данной системы мобилизовать материальные и духовные силы страны в целях решения стоящих перед государством и обществом задач, что фиксируется основными показателями: легитимность политической власти; эффективность политической власти; ресурсы власти; устойчивость политической власти; уровень развития демократии; характер отношений между государством и ГО;

духовный потенциал – возможности, которыми располагает государство в духовной сфере жизни для достижения актуальных целей внутри страны и за ее пределами; основными показателями развития духовного потенциала выступают: уровень развития уровней и форм общественного сознания, наличие государственной и национальной идеи, степень восприятия широкими народными массами и поддержки ими экономических, социально-политических и этических концепций и установок, внедряемых правящими кругами в общественное сознание;

научный потенциал – выражает возможности фундаментальной и прикладной науки содействовать решению кардинальных теоретических и практических задач во всех сферах жизни общества и характеризуется следующими показателями: уровень развития науки; обеспеченность кадрами; информационная обеспеченность; материально-техническая обеспеченность [5, с. 370].

Безусловно, каждый элемент совокупного потенциала имеет военную составляющую и непосредственно влияет на развитие и функционирование ГВО. При детальном анализе взаимосвязей в рамках ГВО необходимо рассматривать все существенные связи и отношения, влияющие на обороноспособность государства и функционирование всей системы национальной безопасности.

Важнейшей проблемой и определяющим условием для формирования в государстве и обществе системы ГВО, по нашему убеждению, является осмысление теории войны. Сложно возразить известному генералу и ученому – Александру Ивановичу Владимирову в том, что «анализ истории человечества доказывает, что сам процесс возникновения и строительства государств в истории человечества прямо и непосредственно связан с войной как важнейшей частью бытия самого социума, ...государство исторически формировалось для целей выживания социума, а значит, для нужд войны, строилось и развивалось как ее инструмент» [3, с. 157]. «Война не альтернативна миру, она есть процесс реализации его потенциала» [3, с. 256]. Поэтому стоит понимать, что выстраивать систему безопасности и ее элементы, а также развивать теорию ГВО невозможно, не уяснив законов современной и перспективной войны. Можно утверждать, что в причинно-следственной цепи ГВО теория войны становится определяющей, а проблемы

государственного и военного строительства и управления зависят именно от сущностного содержания войны.

В современном глобализирующемся мире все структуры (социально-экономическая, политическая, военная, культурная) пронизываются информационными каналами, которые являются основой интегрирующих сетей. Как отмечают авторы учебника под общей редакцией профессора В. И. Анненкова, «сеть из чисто технического средства превратилась в главную системообразующую основу современного общества. ...Теория «сетевой войны» в рамках международных отношений, разработанная в США, исходит из необходимости контролировать мировую ситуацию так, чтобы основные глобальные процессы разворачивались в интересах США или хотя бы им не противоречили. ...Это новая мировоззренческая философия противоборства, основанная на приоритете ведения противоборства в информационно-когнитивной сфере над физической средой ведения противоборства (борьбы)» [1, с. 11].

Возможности статьи, сложность и фундаментальность исследуемого предмета ГВО не позволили до конца раскрыть все методологические аспекты исследования, во многом они были просто обозначены. По нашему мнению, это только начало разрабатываемой тематики. Целью дальнейшего исследования является анализ методологических основ ГВО как относительно самостоятельной социальной системы в контексте обеспечения национальной безопасности, в изучении специфики их функционирования в Республике Беларусь и Союзном государстве.

Список литературы

1. Сетецентризм: геополитические и военно-политические аспекты современности: учеб. / В. И. Анненков [и др.]; под общ. ред. проф. В. И. Анненкова. – М.: РУСАВИА, 2013. – 496.
2. Вагин, С. Н. Социальный институт армии в системе институциональных взаимодействий современного российского общества: дис. ... канд. социол. наук: 22.00.04 / С. Н. Вагин. – Новочеркасск, 2009. – 184 с.
3. Владимиров, А. И. Основы общей теории войны: моногр.: в 2 ч. Ч. 1. Основы теории войны / А. И. Владимиров. – М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2013. – 832 с.
4. Владимиров, А. И. Некоторые аспекты военно-гражданских отношений в России / А. И. Владимиров // Военно-гражданские отношения в демократическом обществе: сб. докл. МОНФ. – М., 1998. – С.31–48.
5. Военная политология. – М.: Красная звезда, 2006. – 400 с.
6. Греджев, В. А. Взаимодействие военной организации государства и гражданского общества в современной России: социально-философский анализ: дис. ... канд. филос. наук: 09.00.11 / В. А. Греджев. – Воен. ун-т. – Москва, 2003. – 150 с.
7. Гуськов, Ю. В. Армия в системе отношений государства и гражданского общества: дис. ... докт. полит. наук: 23.00.02 / Воен. ун-т. – М., 2005. – 249 с.
8. Данилова, Н. Ю. Армия и общество: принципы взаимодействия / Н. Ю. Данилова. – СПб.: Норма, 2007. – 344 с.
9. Демократический контроль над военной сферой в России и странах СНГ / Под ред. А. И. Никитина. – М.: Эслан, 2002. – 248 с.
10. Емец, В. С. Влияние гражданского общества на военную организацию государства: дис. ... канд. филос. наук: 09.00.10 / В. С. Емец. – Воен. ун-т. – М., 1998. – 188 с.
11. Колесниченко, К. Ю. Армия и политика: теория и практика прикладного политического анализа: моногр. / К. Ю. Колесниченко. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2014. – 144 с.
12. Кохановский, В. П. Философия и методология науки: учеб. для высш. учеб. заведений / В. П. Кохановский. – Ростов н/Д.: Феникс, 1999. – 576 с.

13. Ксенофонтов, В. А. Военная политика и гражданское общество: аспекты взаимодействия / В. А. Ксенофонтов // Гуманитарные проблемы военного дела. – 2014. – № 1. – С. 32–34.
14. Национальная безопасность Республики Беларусь / С. В. Зась [и др.]; под ред. М. В. Мясниковича и Л. С. Мальцева. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 557 с.
15. Ольшевский, В. Г. Военная сфера в социальной структуре общества: методологические предпосылки анализа / В. Г. Ольшевский // Вест. Военн. ун-та. – 2010. – № 2 (22). – С. 116–122.
16. Певень, Л. В. Гражданско-военные отношения в России и национальная безопасность / Л. В. Певень // Власть. – 2009. – № 2. – С. 38–42.
17. Трикило, Е. А. Военно-гражданские отношения в условиях демократии: социально-философский анализ: дис. ... канд. филос. наук: 09.00.11 / Е. А. Трикило. – М., 2002. – 144 с.

* Сведения об авторе:

Ксенофонтов Владислав Анатольевич,
УО «Военная академия Республики Беларусь».
Статья поступила в редакцию 26.06.2015 г.