2016
№ 2 (35)

Вооружение и экономика

46 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации

Российская академия ракетных и артиллерийских наук

Академия проблем военной экономики и финансов

Вооружение и экономика

№ 2 (35) / 2016

Электронный научный журнал

http://www.viek.ru

Содержание

Военно-техническая политика

Буренок В.М. Интернет-технологии как средство добывания развединформации **3**

Горчица Г.И., Ищук В.А., Морозов О.А. Проблемные вопросы развития моделирования в интересах решения задач военного строительства на современном этапе **8**

Буравлев А.И. Когнитивная модель управления совокупным потенциалом государства **15**

Печатнов Ю.А. Теория сдерживания: генезис **25**

Цырендоржиев С.Р. К вопросу о месте теории стратегического сдерживания в системе военных наук **33**

Козирацкий Ю.Л., Аносов Р.С., Бывших Д.М. Обоснование технологий развития системы радиоэлектронной борьбы. Применение законов развития технических систем **38**

Шевчук А.Б., Платонов А.П. Фортификационная подготовка обороны границ Российского государства **53**

Издается с 2008 года

Журнал «Вооружение и экономика» включен в Перечень перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Свидетельство о регистрации СМИ от 7 декабря 2012 г. № ФС77-52083

ISSN 2071-0151

Издатель: Российская академия ракетных и артиллерийских наук: 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3

rk@viek.ru

Главный редактор
дтн проф. Буренок В.М.

Редакционная коллегия
дтн проф. Анищенко В.Н.
ктн доц. Ачасов О.Б.
дтн проф. Буравлев А.И.
дэн проф. Венедиктов А.А.
(зам. гл. ред. – уч. секр.)
дэн проф. Викулов С.Ф.
(зам. гл. редактора)
дтн проф. Гальцов Е.М.
дтн проф. Горчица Г.И.
дтн проф. Горшков В.А.
дэн проф. Козин М.Н.
ктн снс Косенко А.А.
дэн проф. Лавринов Г.А.
(зам. гл. редактора)
дэн проф. Леонов А.В.
кэн проф. Савинский П.Ф.
дэн проф. Хрусталев Е.Ю.
двн проф. Целыковских А.А.

Оформление, верстка
Венедиктова М.М.

Редактор
Молчанова Т.М.

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Ответственность за достоверность материалов несут авторы.

Военная экономика

Подольский А.Г., Иванов С.В. Методический подход к рациональному обеспечению оборонно-промышленного комплекса трудовыми ресурсами **75**

Буравлев А.И., Нестеров А.А. Методика военно-экономического анализа целесообразности закупки образцов вооружения и военной техники **83**

Венедиктов А.А. Использование производственной функции Кобба-Дугласа в военно-экономических исследованиях **90**

Сведения об авторах **96**

Аннотации и ключевые слова **99**

Правила представления авторами рукописей **103**

Порядок рецензирования рукописей **105**

Карточка статьи **106**

Карточка автора **106**

Условия подписки на полнотекстовую версию в Интернете **106**

В.М. Буренок, доктор технических наук, профессор

Интернет-технологии как средство добывания развединформации

Анализируются возможности Интернет-технологий по добыванию информации в интересах изучения военно-политического, экономического, промышленно-технологического, социального положения в зарубежных странах. Рассмотрены в этом аспекте концепции больших данных и Интернета вещей.

Обобщая многие определения разведки, можно сказать, что это действия, направленные на повышение осведомленности о состоянии, намерениях и действиях противника (сейчас чаще употребляют термин «партнер»).

Разведка осуществляется для того, чтобы на основе осведомленности о противнике («партнере») принимать решения и предпринимать действия, обеспечивающие собственный успех (в экономике, политике, военной области и т. д.). То есть разведка – это действие, подчиненное целям принятия и реализации эффективных решений по подавлению противника (масштабы и аспекты этого подавления могут быть самые различные, вплоть до разрушения государства, как это было с СССР).

В последние десятилетия, особенно в последние годы, технологические возможности по добыванию развединформации претерпели значительные изменения.

Этому способствовало беспрецедентное раскрытие различных видов информации (экономической, технической, технологической и т. д.), переход к обмену этой информации через Интернет, появление огромного количества социальных сетей, формирование на базе Интернет-технологий баз данных различных компаний и т. п. Это неизбежно должно было повлечь за собой пересмотр процедуры и характера принимаемых на их основе решений и предпринимаемых действий.

В США такой пересмотр нашел отражение в трех основополагающих документах: «Стратегия национальной безопасности США-2015», «Военная стратегия США-2015» и «Третья оборонная инициатива инвестиций и инноваций», одобренная в 2014 году.

Если обобщить их содержание, то можно выделить три ключевых момента.

Во-первых, наблюдается последовательный отказ от четкого разделения войны и мира. Этот процесс начался в США с конца прошлого века с разработки и опробования на практике таких концепций как гибридные, иррегулярные, асимметричные, прокси, нечеткие войны. Итогом стало признание не только в теоретическом, но и сугубо в практическом плане неразличимости состояния войны и мира в современных условиях. В соответствии с этим, в официальных американских документах все реже используется четкий, в том числе имеющий правовое определение, термин «война» и все шире «жесткие противоборства», «конфликты переменной интенсивности», «ответы на угрозы», «активные операции» и т. п. К сожалению, наши военные теоретики старой формации до сих пор бьются над «загадкой»: информационная (кибер-, экономическая и прочие) война – это война или не война и когда объявлять мобилизацию, расчехлять пушки, подвешивать бомбы?

Во-вторых, американское военное и разведывательное сообщества исходят из понимания войны как конфликта в пяти средах – суша, море, воздух, космос и киберпространство – и в семи сферах жесткого противоборства, в том числе огневого (традиционные войны), внешнеполитического, внутриполитического (прямое непосредственное участие во внутриполитической борьбе в иных странах), информационного, финансово-эко-

номического, поведенческого (насильственное воздействие на поведение посредством манипулирования привычками, стереотипами, ценностями, поведенческими паттернами и т. п.) и технологического (использование технологий для разрушения суверенного информационного, финансово-экономического, ментального и иных пространств).

В-третьих, отказ от традиционного деления экономики, производства, образования и других сфер жизни на военную и гражданскую. В рамках Третьей оборонной инициативы на государственном уровне заявлено, что больше нет гражданских и военных отраслей, а все американские бизнесы, компании, университеты и даже общество должны работать на благо национальной безопасности, решая военные и разведывательные задачи. При этом законодательное закрепление получил тезис о том, что отныне все высокие технологии в технической, социальной, когнитивной, организационной и иных сферах, имеют двойное назначение. Также при планировании бюджета 2015 года впервые было закреплено, что разведка отныне обязана не только заниматься добычей, обработкой, анализом информации и обеспечением принятия решений, но и непосредственно проводить активные операции, направленные на обеспечение глобального американского доминирования.

Эти новации в способах достижения победы США над противником («партнером») и предопределяют ведение противоборства в Интернете и средствами Интернета. Учитывая весьма обширный блок возможных способов и мер ведения такого противоборства, остановимся только на двух концептах: «больших данных» и Интернете вещей.

По данным компании Cisco объем сгенерированных в Интернете данных в 2012 году составил 2,8 зеттабайт и увеличится до 40 зеттабайт к 2020 году (эти данные подтверждены и в отчете компании IDC Digital Universe). Примерно треть передаваемых данных составляют автоматически сгенерированные данные, т. е. управляющие сигналы и информация, характеризующие работу машин, оборудования, устройств, присоединенных к Интернету. На 40% ежегодно растет объем корпоративной информации, передаваемой и хранящейся в сети Интернет.

Число пользователей Интернета в мире к концу 2013 года составило 2,7 млрд человек, или 39% населения Земли, а к 2016 году, по данным Центра новостей ООН, эта доля составит 65-75% населения. Как ожидается, количество корпоративных пользователей Интернета во всем мире увеличится с 1,6 миллиарда в 2011 году до 2,3 миллиарда в 2016 году.

Такие объемы информации не под силу проанализировать никакому человеческому мозгу. Огромное количество (до 60%) такой информации не структурировано, поэтому увязать содержание (выявить корреляцию) различных источников информации и сделать на этой основе полезные выводы невозможно. Это явление называется «большие данные» (Big Data): огромный, постоянно пополняющийся архив отображений поведенческой активности самых различных объектов (субъектов), от отдельных государств и огромных компаний до небольших групп и отдельных индивидуумов.

Ученые определили несколько характеристик, соответствие которым позволяет относить данные к категории больших. Речь идет о «трех V»: volume, velocity, variety.

Объем (Volume) – накопленная база данных (БД) является слишком большой для обработки и хранения традиционными способами. В настоящее время Big Data делят на три группы [2]: «быстрые данные» (Fast Data), их объем измеряется терабайтами; «большая аналитика» (Big Analytics) – петабайтные данные и «глубокое проникновение» (Deep Insight) – экзабайты, зеттабайты [1]. Группы различаются между собой не только оперируемыми объемами данных, но и качеством решения по их обработке.

Скорость (Velocity) – скорость накопления и обработки данных превышает возможности

типичных БД по занесению, хранению, управлению и анализу информации на экстремальном пределе практичности.

Многообразие (Variety) – наличие возможности параллельной обработки структурированных и неструктурированных данных.

По прогнозам Wikibon, объем рынка Big Data вырастет в 2015 году до 38,4 млрд долл. США и увеличится по сравнению с предыдущим годом на 36%, в 2020 году он составит 68,7 млрд долл. США.

Технологии «больших данных» позволяют осуществлять структуризацию, классификацию и оценку корреляции той или иной совокупности информации о людях, компаниях, событиях. Такие сведения должны обеспечить точное понимание взаимосвязи (взаимозависимости) тех или иных характеристик или действий любого объекта (субъекта) и достигаемого при этом результата.

Обработка для Fast Data не предполагает получения новых знаний, ее результаты соотносятся с априорными знаниями и позволяют судить о том, как протекают те или иные процессы, она позволяет лучше и детальнее увидеть происходящее, подтвердить или отвергнуть какие-то гипотезы. Из существующих сейчас технологий для решения задач Fast Data подходят программные продукты Greenplum, Netezza, Oracle Exadata, Teradata, СУБД типа Verica.

Задачи, решаемые средствами Big Analytics, служат для преобразования информации в новое знание. Однако на этом уровне не предполагается автоматическая генерация и выбор решений или какие-либо автономные действия аналитической системы. Представителями такой аналитики являются продукты MATLAB, SAS, Revolution R, Apache Hive, SciPy Apache и Mahout.

Высший уровень, Deep Insight, предполагает обнаружение знаний и закономерностей, априорно неизвестных, выявление корреляций и получение информации для принятия решений и осуществления действий с прогнозируемым результатом. То есть результаты такого анализа дают возможность осуществлять прогнозирование поведения объекта не только при его самостоятельном действии, но и под воздействием внешнего влияния (то есть моделировать поведение по принципу «Что будет, если...», «Что нужно сделать, чтобы...»). Таким образом, становится возможным определение и осуществление наиболее эффективных способов воздействия на тот или иной объект (его составные части, внутренние и внешние связи и т. п.) для достижения желаемого итога.

Гигантские объемы, отличающие «большие данные», требуют соответствующих компьютеров, и сегодня практически все основные производители предлагают специализированные программно-аппаратные системы: SAP HANA, Oracle Big Data Appliance, IBM Netezza Data Appliance, EMC Greenplum и многие другие. Ведущими поставщиками программного обеспечения являются компании Aster Data, Greenplum, IBM, Microsoft, Netezza, Oracle и ряд других.

Технология «больших данных» представляет собой не машинную, а человеко-машинную технологию, то есть требует наличия специалистов высочайшего уровня квалификации, как правило, обладающих образованием и профессиональными навыками не только в области информационных, но и других наук. Сегодня, например, в США по оценкам экспертов не хватает от 50 до 70 тыс. специалистов подобного рода.

Для решения этой проблемы в 2015 году университетами США начато осуществление двух новых программ, проводимых на деньги военно-разведывательного комплекса.

Первая программа – Talents for America – реализуется в рамках нового, принятого в 2014 году, эмиграционного законодательства США. Разведывательно-оборонный комплекс выделил 9 отраслей, 26 дисциплин, по которым уполномочил и профинансировал открытие американскими университетами бесплатных онлайн курсов с выдачей дипломов. Смысл программы состоит в том, что для по-

лучения диплома молодые люди из других стран мира должны выполнить определенные зачеты, а иногда сдать письменные экзамены, либо тесты. Лучшие из лучших получают приглашения в американские университеты топ-25 в магистратуру или, в отдельных случаях, в бакалавриат с предоставлением не только учебной визы, но и стипендии на обучение. Последнее является для Америки беспрецедентным, поскольку ранее иностранным студентам стипендии предоставлялись в исключительных случаях и носили незначительный характер. Теперь же они приравнены к наиболее оплачиваемым спортивным стипендиям. Благодаря этой программе американские университеты надеются привлечь в течение 2016-2020 годов не менее 10 тыс. наиболее талантливых выпускников и студентов из наиболее интересных стран, к числу которых относятся Россия и Белоруссия, наряду с еще 13 странами.

Вторая, революционная по американским и международным меркам программа Gold sand начинает осуществляться с 2016 года. Программа включает обучение отобранных преподавателей и студентов в специальных школах, занятия в которых ведут отставные, а подчас и действующие разведчики, формирующие у обучающихся особые навыки и умения. Задачей преподавателей и студентов, участвующих в программе, является установление онлайн и оффлайн контактов со сверстниками за рубежом и поиск среди них тех, кто способен стать инновационными лидерами. В работе используются самые различные каналы коммуникаций: от межуниверситетского обмена до дружеского туризма. Кроме того, особые надежды программа связывает с прошедшими специальную подготовку американскими преподавателями, обучающими студентов ведущих университетов за рубежом, в том числе в России.

Источником пополнения «больших данных» в последние годы становится упомянутый ранее Интернет вещей (Internet of Things, IoT). Это концепция информационно-коммуникационно-вычислительной сети любых физических объектов («вещей»), оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, обеспечивающая исключение из части действий и операций человека.

Первый шаг на пути к созданию Интернета вещей был сделан в 1974 году при повсеместном внедрении штрих-кода. Второй – после создания и внедрения технологии RFID (radio frequency identification – радиочастотные метки) и похожей технологии NFC (near field communication – коммуникация ближнего поля). Причем важную роль здесь сыграло то, что стоимость этих технологий за последние годы снизилась до пренебрежительно малых величин. Третий шаг или фактор – достижение за последние 20 лет невероятной дешевизны баз данных, необходимых для сбора, хранения и обработки данных от миллиардов элементов новой системы. Четвертый шаг – это замена интернет-протокола с IPv4 на IPv6. Первый интернет-протокол позволял вместить не более 4 миллиардов IP-адресов. Создание Интернета вещей предполагает увеличение IP-адресов на порядки. IPv6 – новый интернет-протокол, который обеспечивает предоставление практически бесконечного числа таких адресов. С помощью последнего можно подключать к интернету все, что имеет программное обеспечение: велосипед, кофе-машину, холодильник, вообще любое механическое, электрическое, электронное устройство и не только устройство – это может быть любая деталь, материал, вплоть до рубашки, пуговицы, шнурков на обуви и т. п.

Интернет вещей – это источник информации, который не подвержен никакому искажению, как это возможно в Интернете людей (то есть в информации, генерируемой в Интернет-сети человеком или с участием человека). Контроль за действием любого объекта (субъекта) становится тотальным, неподконтрольным, постоянным и неизбежным.

Ведущие интернет-компании, например, Google, понимая важность и перспективность этой технологии, начали усиленно проводить политику завоевания превосходства в области Интернета вещей, в том числе путем приобретения компаний, достигших здесь определенных успехов.

В сентябре 2013 года правительство Японии опубликовало информацию о разработке национальной программы по «большим данным». Летом того же года правительство Австралии заявило, что рассматривает «большие данные» как важнейший национальный стратегический ресурс… К сожалению, ничего подобного в России не делается.

Список использованных источников

1. Ларина Е.С., Овчинский В.С. Кибервойны XXI века. – М.: Книжный мир, 2014. – 352 с.

2. Ларина Е.С., Овчинский В.С. Мировойна, все против всех. Новейшие концепции боевых действий англосаксов. – М.: Книжный мир, 2015. –217 с.

3. Материалы экспертно-дискуссионного клуба «Аналитика»: декабрь 2014 – май 2015. – Т. 1. – М., 2015.

Г. И. Горчица, доктор военных наук, профессор
В.А. Ищук, кандидат физико-математических наук, доцент
О.А. Морозов, кандидат технических наук, доцент

Проблемные вопросы развития моделирования в интересах решения задач военного строительства на современном этапе

Рассматриваются проблемные вопросы организационного, нормативно-правового, технологического и технического видов обеспечения разработки и применения инструментария военной науки – моделирующих комплексов. Приведен перечень инновационных технологий, базирующихся на компьютерных моделях боевых действий. Рассмотрены перспективы применения полномасштабных технологий виртуальной реальности.

Одной из важнейших задач строительства и развития наших Вооруженных Сил (ВС), сформулированной в Военной доктрине Российской Федерации, является приведение структуры ВС, их состава, численности и оснащенности современными (перспективными) образцами вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) в соответствие с прогнозируемыми военными угрозами, содержанием и характером военных конфликтов, задачами в мирное время, в период непосредственной угрозы агрессии и в военное время, а также с политическими, социально-экономическими, демографическими и военно-техническими условиями и возможностями Российской Федерации. Вполне понятно, что решение этой задачи, как и абсолютного большинства всех других задач, сформулированных в военной доктрине, невозможно без развития методологического и методического аппарата как оценки эффективности различных решений в области военного строительства, так и выработки их оптимальных (рациональных) вариантов. В любом случае речь идет об исследованиях вариантов сложных организационно-технических систем и, следовательно, практически единственным научным инструментом объективных оценок в руках исследователей является системный подход.

Важнейшим направлением обеспечения реализации системного подхода при формировании планов и программ строительства, подготовки и применения ВС РФ и их компонентов является разработка и широкое применение военной наукой основного ее инструментария — системы математических моделей и разрабатываемых на их основе расчетно-моделирующих аппаратно-программных комплексов. Такие комплексы обеспечивают прогнозное компьютерное моделирование процессов вооруженного противоборства на различных его уровнях (стратегическом, оперативном, тактическом) в зависимости от характеристик применяемых средств вооруженной борьбы, используемых ресурсов, условий, в которых ведутся боевые действия, реализуемых форм, способов и тактических приемов ведения этих действий.

В настоящее время значительно возросло внимание руководства Министерства обороны и оборонно-промышленного комплекса РФ к осмыслению роли военной науки в обосновании мероприятий строительства ВС РФ, перспектив развития ВВСТ, адекватных существующим угрозам безопасности государства. Вместе с тем в меньшей степени рассматриваются проблемные вопросы организационного, нормативно-правового, информаци-

онного, технологического и технического видов ее обеспечения, разработки и применения инструментария моделирующих комплексов [2, 3, 4].

В определенной степени на разрешение этих проблемных вопросов было ориентировано проведение в 2014 году на базе 3 ЦНИИ Минобороны России научно-технической конференции, посвященной проблемам применения и выработки направлений развития систем моделирования военных действий в интересах обоснования перспектив развития ВВСТ. Целью конференции являлась консолидация сил Минобороны России, организаций промышленности, Высшей школы, Российской академии наук (РАН), Российской академии ракетных и артиллерийских наук (РАРАН), Российской инженерной академии (РИА) и ряда других организаций в области развития существующих и создания нового поколения математических моделей военных действий для обеспечения исследований перспектив развития комплектов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) войсковых формирований тактического звена Сил общего назначения (СОН) ВС РФ. При этом акцентировалось внимание на использовании моделей, реализованных на базе перспективных информационных технологий моделирования, с учетом основных факторов, оказывающих существенное влияние на ход и исход моделируемого общевойскового боя (операции).

Вместе с тем в настоящее время формируется шестой (новый) технологический уклад, в рамках которого «промышленное производство будет базироваться на открытиях в биотехнологиях, нанотехнологиях, в области новых материалов, информационно-коммуникационных, когнитивных, мембранных, квантовых технологиях, фотонике, микромеханике, робототехнике, генной инженерии, технологиях виртуальной реальности, термоядерной энергетике»[1]. В связи с этим наряду с существующими проблемными вопросами в области разработки и применения систем моделирования и имитации возникают проблемные аспекты методического плана, обусловленные необходимостью решения задач моделирования в интересах обеспечения формирования нового технологического уклада.

В области создания новых вооружений шестой технологический уклад предполагает интеграцию в новые вооружения достижений нано-био-инфо и когнитивных (НБИК) технологий. Без этого дальнейшее наращивание количества вооружений не перейдет в повышение качества обороны государства.

Мировая практика показывает, что прорывы в области высоких технологий, в том числе, естественно, и в оборонной промышленности, возможны лишь в результате прохождения следующей цепочки: фундаментальные исследования, затем их воплощение в опытно-конструкторские разработки, за которыми следует серийное производство. Однако в любом случае определение приоритетов в каждом звене указанной цепочки возможно лишь на основе «понимания» облика всей системы и места в ней отдельных частей, что возможно лишь на основе модельного представления, то есть на основе моделирования.

Взаимодействие научных организаций и структурных подразделений РАН, РИА, РАРАН, Академии военных наук (АВН), Высшей школы, НИО МО и ООП в области разработки и применения систем моделирования обеспечивают возможность формирования профильного экспертного сообщества, включающего специалистов следующих трех категорий [4].

Первая категория – специалисты в области отдельных направлений НБИК-технологий, обладающих глубокими знаниями о возможностях

1 Рогозин О.Д. Робот встает под ружье // Российская газета. – 2013. – № 6240 (264); Буренок В.М. Вооружение XXI века будет иметь интуицию и настроение (новые нано-био-инфо-когнитивные технологии угрожают человеческому социуму) // Независимое военное обозрение. – 2011. – № 46.; Пишков В.Н. Шестой технологический уклад России // Удмурдия. Межрегиональный рекламный журнал. – 2011. – С. 44-47.

и сроках создания той или иной технологии, получаемых при этом физических эффектах.

Вторая категория – военные специалисты, способные оценить степень влияния таких эффектов на облик образцов и комплексов ВВСТ, системы вооружения в целом, на формы и способы ведения военных действий.

Третья категория – специалисты в области разработки и производства ВВСТ, способные оценить возможность внедрения (освоения) разработанных технологий в образцы ВВСТ, предстоящие затраты, связанные с модернизацией производства.

В контексте настоящего рассмотрения проблемных вопросов разработки и применения систем моделирования в обеспечение формирования шестого технологического уклада оценки экспертного сообщества должны быть ориентированы на обоснование приоритетных направлений фундаментальных и прикладных исследований в области информационно-коммуникационных и когнитивных технологий, робототехники и в особенности развития и применения полномасштабных технологий виртуальной реальности.

При этом соответствующие фундаментальные исследования по проблемам обеспечения обороноспособности и безопасности государства должны проводиться в структуре предлагаемого к восстановлению раздела приоритетных направлений ФППИ в интересах обороны и безопасности на 2016-2025 годы: «12. Прогнозные и поисковые исследования в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства в области компьютерного моделирования».

Актуальность такого предложения подчеркивается, в частности, заявлением президента РАН В.Е. Фортова (МК от 07.02.2014 г.) о рассмотрении «Математического моделирования», в том числе в рамках проектов и в оборонной сфере, в качестве третьего перспективного направления реализации проектов РАН.

Прикладные исследования в интересах создания сложных наукоемких изделий, в том числе военного назначения, должны предусматривать разработку с использованием компьютерных моделей прототипа (макета) изделия. Кроме того, должны быть проведены исследования с обоснованным использованием инновационных информационных технологий, базирующихся на соответствующих компьютерных моделях. Это один из важнейших проблемных вопросов развития моделирования в интересах военного строительства. Для изделий военного назначения в качестве таковых могут быть применены технологии [2]:

формирования искусственно воспроизводимой (виртуальной) среды (обстановки) применения создаваемого изделия;

обоснования концепций построения семейства перспективных сложных наукоемких изделий (систем);

обоснования тактико-технических требований к характеристикам перспективных образцов сложных наукоемких изделий (систем);

обоснования сбалансированного структурно-функционального облика конфигурации сложного изделия (системы);

проведения оценочных испытаний сложных наукоемких изделий (систем) для различных условий их применения;

технико-экономической оценки создания и применения сложного наукоемкого изделия (системы);

подготовки персонала по эксплуатации сложных наукоемких изделий (систем) с использованием соответствующих компьютерных тренажеров и другие технологии.

В основу рассмотренных инновационных технологий для ряда типов создаваемых изделий может быть положен разработанный 3 ЦНИИ Минобороны России расчетно-моделирующий комплекс (РМК) при участии структурных подразделений РАРАН и РИА, а также ряда НИО промышленности. Применение РМК обеспечивает возможность существенного сокращения сроков создания и затрат на разработку и экспериментальную отработку создаваемых сложных наукоемких изделий.

В отношении реализации информационно-коммуникационных технологий важное

внимание, судя по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН, сосредотачивается на разработке и применении трехмерных систем моделирования, алгоритмов и программ их реализации для численных экспериментов на супер-ЭВМ эксафлопсного класса в задачах системного проектирования сложных наукоемких изделий, в том числе оборонного назначения. При этом фундаментальные исследования в области математического моделирования ориентированы на создание фундаментальных основ прорывных технологий[1], в том числе и в различных областях ОПК России.

Отмеченное обусловлено тем, что в ближайшие годы в тендерах на закупки того или иного высокотехнологического или потенциально опасного изделия будет обязательное требование предъявить результаты полного моделирования проекта[2].

Кроме того, усилия ученых направлены на создание в ближайшей перспективе информационно-управляющих и вычислительных систем, построенных на принципах сетевого объединения ресурсов территориально разнесенных вычислительных установок. В сочетании с разрабатываемыми высокопроизводительными и распределенными информационно-коммуникационными системами (экса- и зеттафлопсные супер-ЭВМ, серверные и персональные петафлопсные супер-ЭВМ, параллельные вычисления). Это позволит моделировать системы сетецентрического управления, обеспечивающие автоматизированное формирование и принятие решений, характеризующихся реальным временем, высокой адекватностью относительно складывающейся ситуации и достоверностью. Наличие указанных высокопроизводительных систем и моделей обеспечит новый уровень создания систем управления войсками и оружием, когда решения, вырабатываемые с использованием компьютерных технологий, будут обладать беспрецедентно высоким уровнем достоверности, адекватности и устойчивости во времени.

Важным проблемным вопросом системного моделирования на современном этапе является освоение методов формализации (описания) и извлечения знаний из неструктурированной и слабоструктурированной информации на основе когнитивных технологий, ориентированных на помощь в постановке задач, на решение слабо формализованных задач.

Когнитивные технологии – это способы и алгоритмы достижения целей субъектов, опирающиеся на данные о процессах познания, обучения, коммуникации, обработки информации человеком и животными, на представление нейронауки, на теорию самоорганизации, компьютерные информационные технологии, математическое моделирование элементов сознания и т. п. Когнитивные технологии получат широкое и эффективное использование, главным образом, при разработке интеллектуальных систем поддержки решений, создаваемых в том числе и на базе применения систем моделирования. Характерной чертой реализации когнитивных технологий является использование баз знаний, обусловленных большой неопределенностью.

В настоящее время ведется разработка методов структурирования новостных потоков в социальных сетях, создаются перспективные интерфейсы между человеком и информационно-коммуникационными системами (передачи информации и управления жестами, мимикой), разрабатываются мозг-машинные интерфейсы и др. В дополнение к этому создаются новые алгоритмы обработки и визуализации сверхбольших наборов данных, основанные на новых математических подходах к анализу эксабайтных наборов данных.

Безусловно, перечисленные задачи, особенно в части обработки сложной информации и выработки на этой основе решений, яв-

1 Программа фундаментальных исследований Президиума РАН по стратегическим направлениям развития науки № 1 «Фундаментальные проблемы математического моделирования» (координатор Программы – академик В.Б. Бетелин).

2 Бетелин В.Б. Долгосрочная конкурентоспособность (интервью) // Эксперт. – 2013. – № 32.

ляются весьма непростыми и только с применением формализованных алгоритмов не могут быть решены. Поэтому ведется разработка интеллектуальных систем, в которых реализуются гибридные модели когнитивных механизмов и речемыслительной деятельности человека в процессе решения аналитических задач при обработке больших объемов информации, представленной на естественных языках, разрабатываются технологии моделирования человеческого интеллекта, обеспечивающие автоматизированное принятие сложных решений [4].

В настоящее время в области создания перспективных вооружений в ВС РФ, а также в основных развитых странах явно реализуется создание в ряду вооружений на новых физических принципах робототехнических комплексов военного назначения (РТК ВН). Разработка РТК ВН предполагает обоснованное использование информационно-телекоммуникационных, когнитивных и других прорывных технологий.

Вместе с тем, как и в отношении создания других инновационных наукоемких изделий актуальной является задача оценки (обоснования) целесообразности создания таких образцов, включенных в робототехническую систему [1]. То есть системное тактико-технико-экономическое обоснование планов создания и внедрения в войсках РТК ВН является важнейшей проблемой, корректное решение которой позволит избежать ошибок и субъективизма. При этом насыщение робототехническими комплексами войск должно происходить как эволюционная трансформация системы вооружения, в которой РТК ВН являются элементами системы вооружения. Появление РТК ВН должно обеспечить повышение эффективности системы вооружения, либо привести к замене роботами некоторых образцов и систем вооружения, что позволит уменьшить число ожидаемых потерь личного состава. В противном случае получится эффект номенклатурного раздувания системы со всеми негативными для такого явления последствиями, обусловленными ростом стоимости эксплуатации, обслуживания, материально-технического снабжения, обучения.

Внедрение цифровых наукоемких технологий, способных оказать основополагающее значение на решение важнейших задач в реформировании отраслей военно-промышленного комплекса России, приобретает приоритетное значение, что находит свое отражение в позиции руководства страны[1]. В частности, речь идет о модернизации традиционных производств в «Цифровые фабрики», построенные на аддитивных технологиях по производству видов вооружений и спецтехники. К таким технологиям относятся и полномасштабные технологии виртуальной реальности.

Именно эти технологии предоставляют возможность предварительного создания быстрых макетов (прототипов) сложных наукоемких изделий, проведение их оценочных испытаний с использованием математического моделирования, обеспечивая тем самым минимизацию рисков заказчика.

И, наконец, еще одним чрезвычайно важным проблемным вопросом моделирования в рассматриваемом ключе является практическое использование активно развивающихся в настоящее время в организациях, отвечающих за создание новых наукоемких образцов ВВСТ, процессов метапроектирования на основе набора частных моделей, объединяемых в единую систему, усложняющуюся с развитием проекта [5]. Процесс метапроектирования условно представлен схемой на рисунке 1.

Очевидно, что архитектурное проектирование требует меньшей вычислительной мощности, однако позволяет подготовить информацию к следующему этапу интегрированного мультифизического/кибернетического моделирования. На этом этапе при проектировании комплексов ВВСТ было бы эффективно использовать модели общевойскового боя (операции) (мы их молчаливо отнесли к физическим) и технологии виртуальной реальности.

1 Рогозин О.Д. Робот встает под ружье // Российская газета. – 2013. – № 6240 (264).

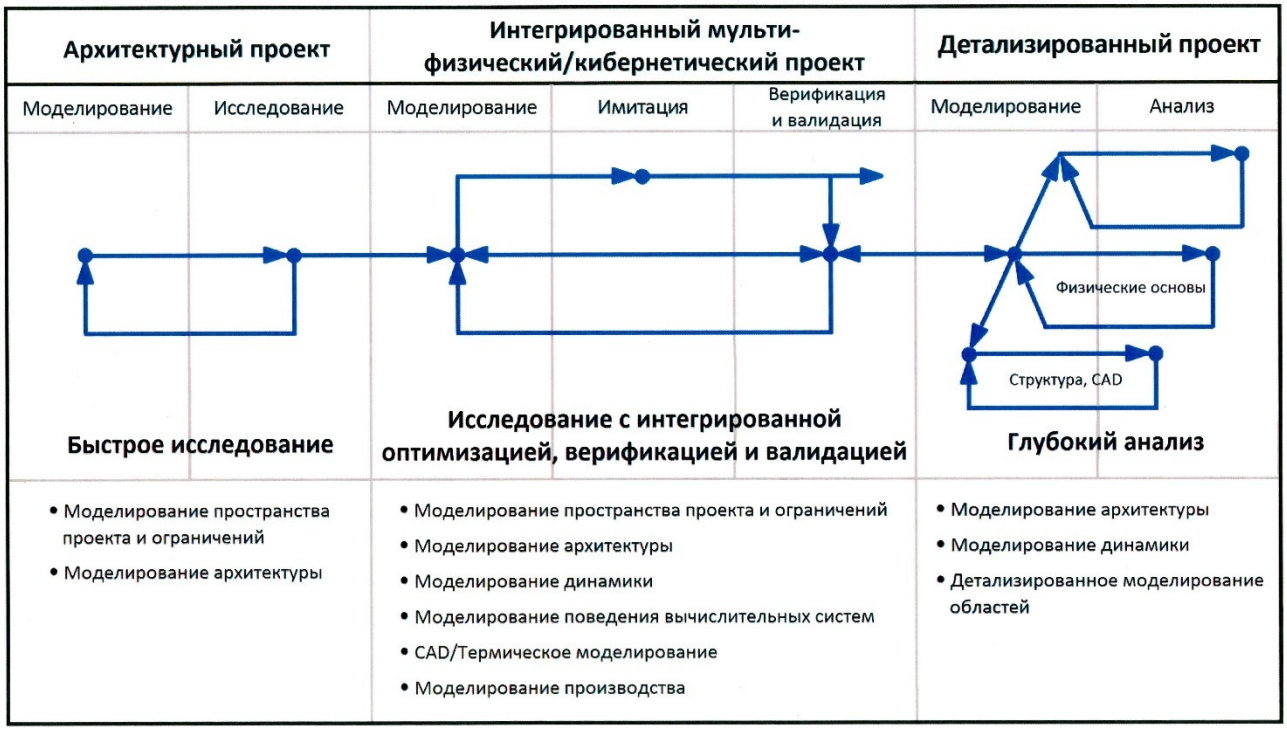


Рисунок 1 – Процесс метапроектирования

Завершается процесс фазой детализированного проектирования с помощью более сложных моделей (опять же, возможны петли обратной связи к предыдущим фазам).

В итоге предполагается увеличить пятикратно (прогноз DARPA) скорость цикла разработки, получив оптимальную 3D модель системы (подсистем, сборок и комплектующих), на основе которой может развертываться производство.

Кроме того, применение на ранних стадиях создания вооружений 3D-моделей, воссоздающих облик будущих видов военной техники, может в значительной степени способствовать ускорению процесса моделирования.

Технологии высокополигонального трехмерного моделирования обладают существенным преимуществом – это высококачественная визуализация объектов, изделий и особенностей их практического (боевого) применения. Первое дает возможность проектантам, инвесторам и заказчикам увидеть конечный результат создаваемых изделий (трехмерные объекты выполняются с соблюдением масштабов, что еще на стадии проектирования дает возможность увидеть все преимущества и недостатки создаваемых изделий), а второе значительно облегчает процесс обоснования рациональных способов боевого применения за счет использования современных мультимедийных технологий.

Применение виртуальных (3D) объектов на несколько порядков дешевле создания натуральных макетов (моделей), обеспечивает наибольшую гибкость при моделировании образцов ВВСТ, модернизации и применении. Является единственно возможным способом для быстрого воссоздания или ремонта образцов. Преимущества трехмерных моделей и в том, что с их помощью легко можно проследить ожидаемые характеристики изделий и их соответствие тактико-техническим требованиям.

В настоящее время НИИ «Высоких технологий» (при Удмуртском госуниверситете, г. Ижевск) в состоянии выполнять работы по моделированию обликов сложной военной техники с глубокой детализацией элементов, создавать интерактивные приложения для управления, формировать модули интерактивных ситуационных центров управления военными действиями с учетом концепции

войн шестого поколения, готовить модели для организации цифровых производств с применением аддитивных технологий. Созданное в институте программное обеспечение, в дополнение к стандартным программам, позволяет в значительной степени упростить этапы моделирования и повысить качество итоговых анимаций и научных визуализаций.

Для практической реализации технологий институтом была разработана архитектура графических суперкомпьютеров, последние модификации которых по своим параметрам не уступают мировым аналогам.

Наиболее значимые НИОКР упомянутым институтом были выполнены в рамках Федеральной целевой программы развития пилотируемой космонавтики. Работы включают в себя интерактивные и анимационные материалы производства ракетной техники, пусков и пилотируемых полетов космических аппаратов, стыковки с международной космической станцией и возвращения спускаемых аппаратов, материалы по освоению Луны.

Создание действующих систем виртуального окружения рассматривается как комплексная проблема, поэтапное решение которой будет оказывать самое серьезное воздействие на науку, промышленность, обороноспособность, образование и социальную сферу страны.

Сложность и требования по ускорению создания перспективных сложных наукоемких изделий, в том числе и военного назначения, обусловливают важность разработки и применения при их создании инновационных информационных технологий на базе использования систем моделирования соответствующих процессов и систем. В связи с этим является актуальным и перспективным дальнейшее сосредоточение усилий РАН, РАРАН, РИА, НИО Минобороны и организаций промышленности на проведении фундаментальных и прикладных исследований в интересах разработки и применения систем моделирования и имитации функционирования и развития классов процессов и систем, в том числе и военного назначения, ориентированных на обеспечение формирования шестого технологического уклада.

Список использованных источников

1. Шеремет И.А., Шеремет И.Б., Ищук В.А. К вопросу о системной оценке эффективности роботизированных комплексов военного назначения с использованием инновационных технологий на базе моделирования военных действий // Оборонный комплекс на службе научно-техническому прогрессу России. – 2014. – № 4.

2. Шеремет И.Б., Ищук В.А. Системное проектирование и проблемы применения инновационных технологий на базе моделирования при создании сложных наукоемких изделий // Деловая слава России. – 2013. – № 4 (42). – С. 10-12.

3. Горчица Г.И., Ищук В.А. Проблемы моделирования в интересах обоснования военного строительства и планирования развития ВВТ // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – М.: РАРАН, 2013. – № 3 (78). – С. 3-9.

4. Буренок В.М. Развитие и ближайшие перспективы применения новых технологий // Вооружение и экономика. – 2012. – № 2 (18).

5. Wiedemman N. Adaptive Vehille Make. – DARPA, 2013.

А.И. Буравлев, доктор технических наук, профессор

Когнитивная модель управления совокупным потенциалом государства

В статье рассмотрена слабо структурированная задача управления совокупным потенциалом государства, составными частями которого являются экономический, военный и политический потенциал. Предполагается, что количественные оценки этих потенциалов могут быть получены расчетно-экспертным путем в метрической нормированной шкале. Для решения задачи предлагается использовать когнитивную модель, описывающую взаимодействие экономического, военного и политического потенциалов в рамках графовой модели с известными параметрами влияния. В качестве управляющих параметров рассмотрены доли экономического потенциала, используемого на развитие военного и политического потенциалов. Критерием оптимального управления является минимум средневзвешенного квадрата отклонения вектора потенциалов от эталонного вектора с единичными компонентами с учетом вклада каждой компоненты в совокупный потенциал государства. Получено аналитическое решение для оптимальных значений управляющих параметров. Приведен пример, иллюстрирующий принципиальную возможность решения поставленной задачи.

Введение

Потенциал государства характеризует количественную меру его возможностей в различных сферах деятельности: экономической, социальной, политической, военной. Возможности государства по решению задач в каждой из указанных сфер также выражаются соответствующим потенциалом. При этом экономический потенциал служит основой остальных потенциалов, поскольку определенная часть экономических ресурсов используется для формирования и развития социального, политического и военного потенциалов. В этом смысле наличие и величина экономического потенциала выступает необходимым условием и определяющим фактором для других потенциалов.

Вместе с тем и социальный, и военный, и политический потенциал определенным образом влияют на экономический потенциал, способствуя его развитию или деградации. На обыденном уровне понятно, что увеличение экономического потенциала способствует росту социального, политического и военного потенциалов. С другой стороны, рост военных, социальных, управленческих и других расходов, связанных с осуществлением внутренней и внешней политики государства, приводит к сокращению расходов на развитие экономических активов (обновление производственных фондов, создание инновационных материалов и технологий, развертывание новых производств, подготовка кадров и др.). Все это отрицательно сказывается на темпах развития экономики и росте экономического потенциала.

Налицо весьма сложная система отношений между экономическим, социальным, военным и политическим потенциалами государства. Для исследования такого рода систем в настоящее время широко используется методология когнитивного моделирования [1, 2, 3], позволяющая строить экспертно-ориентированные модели сложных процессов с использованием накопленной базы знаний. Такие модели позволяют выявить основные тенденции развития систем, критические уровни различных факторов, приводящих к качественному изменению системы.

Ниже рассматривается модель управления совокупным потенциалом государства с использованием когнитивной модели [4].

1. Структурно-логическая схема управления совокупным потенциалом государства

Далее мы будем рассматривать совокупный потенциал государств как вектор, включающий в себя компоненты экономического, политического и военного потенциалов:

$$P=(P_Э,P_В,P_П). \quad (1)$$

Каждая компонента потенциала измеряется в нормированной шкале $(0,1)$, где $P=0$ теоретически характеризует отсутствие потенциала, а $P=1$ – максимальное его значение относительно выбранного эталона. В качестве эталона выбрана самая могущественная страна мира – США – и относительно нее определяются значения потенциалов других стран.

С вектором потенциалов свяжем его скалярную характеристику (норму) в виде средневзвешенной суммы частных потенциалов:

$$P=\|P\|=\alpha_Э P_Э+\alpha_В P_В+\alpha_П P_П,$$

где $\alpha_Э,\alpha_В,\alpha_П$ – положительные весовые коэффициенты, удовлетворяющие условию нормировки $\alpha_Э+\alpha_В+\alpha_П=1$.

Эта величина также характеризует совокупный потенциал государства, приведенный к единой шкале измерения.

Отношения между различными потенциалами задает полно связный граф, представленный на рисунке 1. Стрелками показаны связи потенциалов и их долевое участие в формировании других потенциалов.

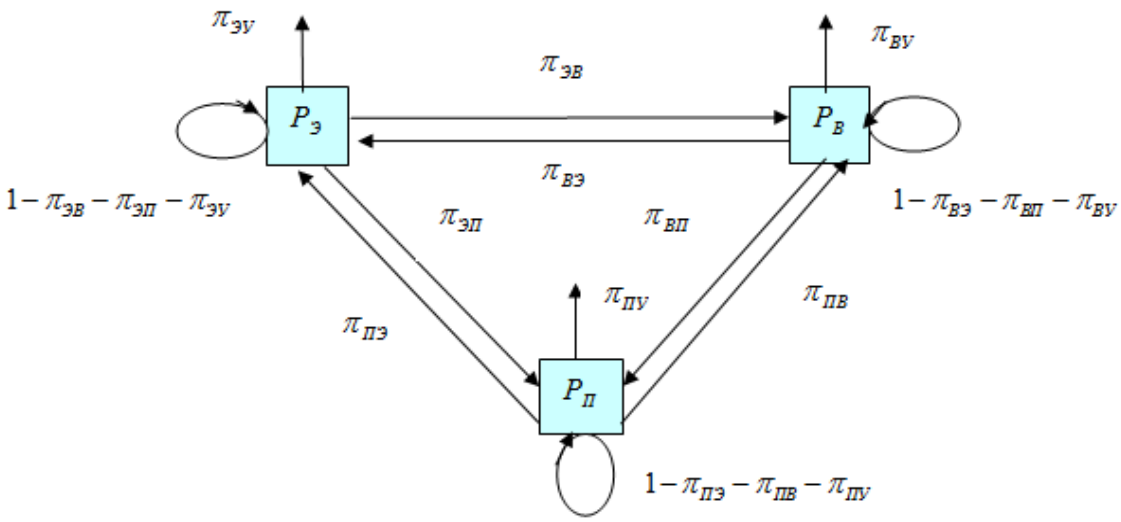


Рисунок 1 – Граф отношений между потенциалами

При возникновении внешних угроз часть экономического, военного, а также политического потенциалов расходуется безвозвратно на компенсацию этих угроз. На графе это обозначено стрелками, исходящими из соответствующих узлов с указанием доли расходуемых потенциалов.

Для учета взаимозависимости компонентов совокупного потенциала и их влияния друг на друга введем матрицу их взаимосвязи:

$$\boldsymbol{G}=\begin{bmatrix} 1-\pi_{ЭВ}-\pi_{ЭП}-\pi_{ЭУ} & k_{ВЭ}\pi_{ВЭ} & k_{ПЭ}\pi_{ПЭ} \\ k_{ЭВ}\pi_{ЭВ} & 1-\pi_{ВЭ}-\pi_{ВП}-\pi_{ВУ} & k_{ПВ}\pi_{ПВ} \\ k_{ЭП}\pi_{ЭП} & k_{ВП}\pi_{ВП} & 1-\pi_{ПЭ}-\pi_{ПВ}-\pi_{ПУ} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где π_{ij} – доля *i*-го потенциала, используемого для формирования *j*-го потенциала;

$k\geqslant 1$ – коэффициенты усиления эффектов взаимодействия потенциалов.

Усиление эффекта взаимодействия между потенциалами обусловлено наличием активных механизмов их формирования. Так, например, повышение доли военных расходов из бюджета страны на 1% практически не влияет на величину экономического потенциала. Однако может значительно повысить уровень оснащенности вооруженных сил ВВТ, интенсивность их боевой подготовки и, в конечном итоге, привести к существенному повышению военного потенциала государства. При этом неизбежно повышается и его политический потенциал на международной арене. С другой стороны, повышение военного потенциала способствует повышению уровня безопасности страны, создает у ее населения чувство защищенности от внешних угроз, стимулирует социальную и экономическую активность людей, что благотворно сказывается на развитии экономики страны. Наличие таких обратных связей обеспечивает мультипликативный эффект в развитии государства, как сложной активной системы.

При определенных условиях вместо усиления может возникнуть обратная картина – ослабление эффектов взаимодействия потенциалов. Это становится возможным, если действия активных механизмов противоположны целевым установкам. В этом случае коэффициенты взаимодействия принимают значения $0 \leqslant k < 1$.

2. Математическая модель управления совокупным потенциалом государства

Эволюцию потенциалов будем рассматривать в дискретном времени $t = 0,1,2,\ldots,n$. Пусть $\boldsymbol{P}(t)$, $\boldsymbol{G}(t)$ вектор потенциалов и матрица их изменений в момент времени t соответственно. Тогда уравнение эволюции потенциалов можно описать матричным уравнением

$$\boldsymbol{P}(t+1) = \boldsymbol{G}(t)\boldsymbol{P}(t) \qquad (3)$$

с заданным начальным условием $\boldsymbol{P}(0)$.

Параметры уравнения эволюции π, k могут быть определены расчетно-экспертным путем. В качестве управляющих параметров выберем долю военных расходов $u_{ЭВ}$ и расходы на государственное управление и поддержание общественно-политических институтов $u_{ЭП}$. Остальные параметры будем считать известными и не зависящими от времени. Это допущение вполне допустимо для среднесрочного периода развития в пределах нескольких лет. При сделанных предположениях уравнение эволюции совокупного потенциала будет иметь вид:

$$\boldsymbol{P}(t+1) = \boldsymbol{G}(u,t)\boldsymbol{P}(t),$$

где $u = (u_{ЭВ}, u_{ЭП})$ – вектор управления.

Выбор управлений будем осуществлять так, чтобы минимизировать средневзвешенный квадрат отклонения вектора потенциалов $\boldsymbol{P}(u,t)$ от «идеального» вектора $\boldsymbol{P}^* = (1,1,1)$ с максимально возможными значениями потенциалов:

$$F = \min_u \left[\boldsymbol{P}^* - \boldsymbol{P}(u,t)\right]^T \boldsymbol{A} \left[\boldsymbol{P}^* - \boldsymbol{P}(u,t)\right];\ \boldsymbol{P}(u,t) \leqslant 1;\ 0 \leqslant u \leq \hat{u}, \qquad (4)$$

$$P_Э(t) \geqslant \hat{P}_Э, \qquad (5)$$

при которой обеспечивается требуемый уровень жизни населения страны.

где $\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} \alpha_Э & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_В & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_П \end{bmatrix}$ – матрица весовых коэффициентов;

$\hat{u}$ – вектор ограничений.

Дополнительно потребуем, чтобы величина экономического потенциала была не ниже величины

В соответствии с матричным уравнением (3) выпишем систему алгебраических уравнений, описывающих эволюцию потенциалов:

$$\begin{aligned} P_Э(t+1) &= (1 - u_{ЭВ} - u_{ЭП} - \pi_{ВУ})P_Э(t) + k_{ВЭ}\pi_{ВЭ}P_В(t) + k_{ПЭ}\pi_{ПЭ}P_П(t); \\ P_В(t+1) &= (1 - \pi_{ВЭ} - \pi_{ВП} - \pi_{ВУ})P_В(t) + k_{ЭВ}u_{ВЭ}P_Э(t) + k_{ПВ}\pi_{ПВ}P_П(t); \\ P_П(t+1) &= (1 - \pi_{ПЭ} - \pi_{ПВ} - \pi_{ПУ})P_П(t) + k_{ЭП}u_{ЭП}P_Э(t) + k_{ВП}\pi_{ПВ}P_В(t) \end{aligned} \qquad (3')$$

с начальными условиями $P_Э(0)$, $P_В(0)$, $P_П(0)$.

Критерий выбора управлений (4) в скалярном виде задается выражением:

$$F(u_{ЭВ},u_{ЭП})=\alpha_Э\left[1-P_Э(u_{ЭВ},u_{ЭП})\right]^2+\alpha_В\left[1-P_В(u_{ЭВ})\right]^2+\alpha_П\left[1-P_П(u_{ЭП})\right]^2\to\min_{u_{ЭВ},u_{ЭП}}$$

при ограничениях:

$$0\le u_{ЭВ}\le u_{ЭВ}\ ;\ 0\leqslant u_{ЭП}\leqslant \hat{u}_{ЭП}\ .$$

Минимум квадратичной функции $F(u_{ЭВ},u_{ЭП})$ достигается в стационарных точках, определяемых равенствами:

$$\frac{\partial F}{\partial u_{ЭВ}}=0\ ;\ \frac{\partial F}{\partial u_{ЭП}}=0\ . \qquad (6)$$

Совместное решение уравнений (6) с учетом соотношений (3'), (5) дает следующие выражения для оптимальных управлений:

$$u_{ЭВ}(t)=\min\left\{\frac{1-\frac{\alpha_Э}{\alpha_В k_{ЭВ}}\left(1-\hat{P}_Э-(1-\pi_{ВЭ}-\pi_{ВП}-\pi_{ВУ})P_В(t-1)-k_{ПВ}\pi_{ПВ}P_П(t-1)\right)}{k_{ЭВ}\hat{P}_Э};u_{ЭВ}\right\};$$

$$u_{ЭП}(t)=\min\left\{\frac{1-\frac{\alpha_Э}{\alpha_П k_{ЭП}}\left(1-\hat{P}_Э-(1-\pi_{ПЭ}-\pi_{ПВ}-\pi_{ПУ})P_П(t-1)-k_{ВП}\pi_{ВП}P_В(t-1)\right)}{k_{ЭП}\hat{P}_Э};u_{ЭП}\right\}. \qquad (7)$$

3. Исследование модели

Рассмотрим ряд примеров, иллюстрирующих возможность применения когнитивной модели в задачах управления совокупным потенциалом государства.

Пример 1. Найдем оптимальное управление совокупным потенциалом государства, параметры которого приведены в таблице 1. Параметрами управления являются доля военных расходов и расходов на обеспечение государственного управления и поддержание общественно-политических институтов в течение временного периода $T=10$ лет при заданных ограничениях $u_{ЭВ}\leqslant 0{,}08$, $u_{ЭП}\leqslant 0{,}1$. Достигаемый уровень экономического потенциала должен составлять $\hat{P}_Э=0{,}8$. Затраты потенциалов на взаимодействие с внешним миром отсутствуют.

Таблица 1 – Исходные данные иллюстративного примера

Параметры модели	$\pi_{ЭВ}$	$\pi_{ЭП}$	$\pi_{ЭУ}$	$\pi_{ВЭ}$	$\pi_{ВП}$	$\pi_{ВУ}$	$\pi_{ПЭ}$	$\pi_{ПВ}$	$\pi_{ПУ}$
Числовые значения	⩽ 0,08	⩽ 0,1	0	0,1	0,05	0	0,15	0,1	0
Коэффициенты усиления эффектов взаимодействия	$k_{ЭВ}$	$k_{ЭП}$	$k_{ЭУ}$	$k_{ВЭ}$	$k_{ВП}$	$k_{ВУ}$	$k_{ПЭ}$	$k_{ПВ}$	$k_{ПУ}$
Числовые значения	2,0	1,5	1,0	1,2	1,5	1,0	1,2	1,1	1,0
Весовые коэффициенты	$\alpha_Э$			$\alpha_В$			$\alpha_П$		
Числовые значения	0,5			0,35			0,15		

В таблице 2 приведены расчетные данные по доле военных расходов и расходов на государственное управление правление и поддержание общественно-политических институтов за рассматриваемый период, обеспечивающие устойчивое развитие государства и рост его совокупного потенциала.

На рисунках 2, 3 показаны графики изменения совокупного потенциала государства $P(t)$ при оптимальных военных расходах $u_{ЭВ}$ и расходах на государственное управление и развитие общественно-политических институтов $u_{ЭП}$.

Как видно из приведенного примера, управление совокупным потенциалом посредством оптимизации военных расходов и расходов на государственное управление действительно позволяет повысить совокупный потенциал государства.

Таблица 2 – Динамика развития государства при оптимальных значениях на обеспечение его военного и политического потенциалов

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_э(t)$	0,5	0,56	0,57	0,60	0,675	0,74	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
$P_в(t)$	0,7	0,73	0,82	0,90	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
$P_п(t)$	0,3	0,32	0,38	0,43	0,48	0,53	0,57	0,58	0,58	0,58	0,58
$u_{эв}$	0,05	0,08	0,08	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
$u_{эп}$	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
$F(t)$	0,23	0,19	0,16	0,13	0,10	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
$P(t)$	0,54	0,58	0,63	0,68	0,72	0,76	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80

За счет эффекта взаимного влияния происходит нелинейный рост как частных, так и совокупного потенциала государства с выходом на предельный уровень, определяемый заданным уровнем экономического потенциала. При этом затраты на развитие военного и политического потенциалов сначала возрастают до предельных значений, а затем уменьшаются с выходом на стационарные значения.

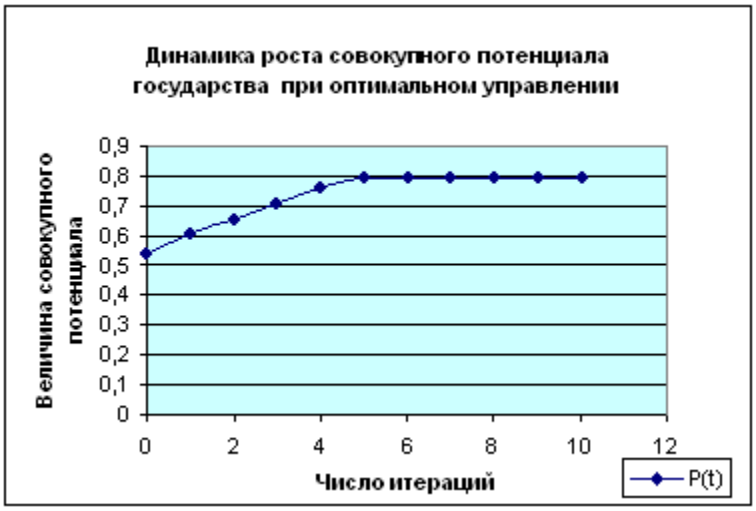


Рисунок 2 – Динамика роста совокупного потенциала государства при оптимальном управлении

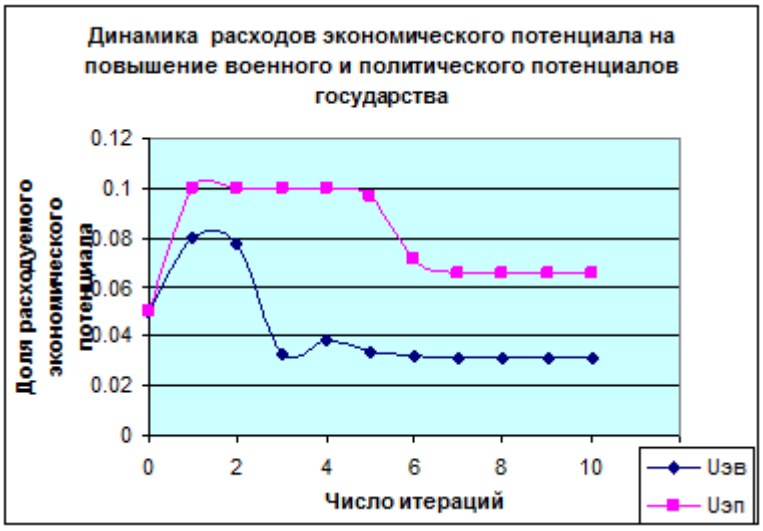


Рисунок 3 – Динамика расходов экономического потенциала на повышение военного и политического потенциалов

Пример 2. В данном примере рассмотрим ситуацию, когда государство часть своего экономического, военного и политического потенциалов затрачивает на обеспечение своей национальной безопасности.

Предположим, что некая недружественная страна или коалиция стран развязывает против нашего государства военные действия. Продолжительность военных действий характеризуется индикатором времени их действия $i(t)=\{0,1\}$, где значение 1 соответствует действию, а 0 – его отсутствию.

В ходе отражения агрессии безвозвратные затраты экономического и военного потенциалов составляют $\pi_{эу}=0{,}15$, $\pi_{ву}=0{,}15$. Ограничение на параметр управления $u_{эв}$ остается прежним, ограничение на параметр $u_{эп}$ увеличивается с 0,1 до 0,15. Коэффициенты взаимодействия потенциалов остаются неизменными.

Результаты моделирования приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты моделирования

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I(t)$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$P_э(t)$	0,5	0,435	0,386	0,426	0,475	0,520	0,547	0,575	0,599	0,620	0,638
$P_в(t)$	0,7	0,62	0,63	0,74	0,83	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
$P_п(t)$	0,3	0,32	0,38	0,42	0,47	0,51	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56
$u_{эв}$	0,05	0,08	0,08	0,08	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
$u_{эп}$	0,05	0,15	0,15	0,15	0,14	0,11	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
$F(t)$	0,23	0,28	0,29	0,24	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
$P(t)$	0,54	0,48	0,47	0,53	0,60	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70	0,71

На рисунках 4-8 приведены графики изменения экономического, военного, политического и совокупного потенциалов в ходе отражения агрессии и последующего восстановления.

На рисунке 8 показана динамика изменения военных расходов и расходов на государственно-политическое управление в течение рассматриваемого периода времени.

Из результатов моделирования видно, что в случае военной агрессии и связанных с нею безвозвратных потерь происходит естественное снижение экономического и военного потенциалов страны. При определенных параметрах модели мы наблюдаем также устойчивую динамику последующего восстановления потенциала государства.

Рисунок 4 – Динамика экономического потенциала государства в условиях отражения агрессии

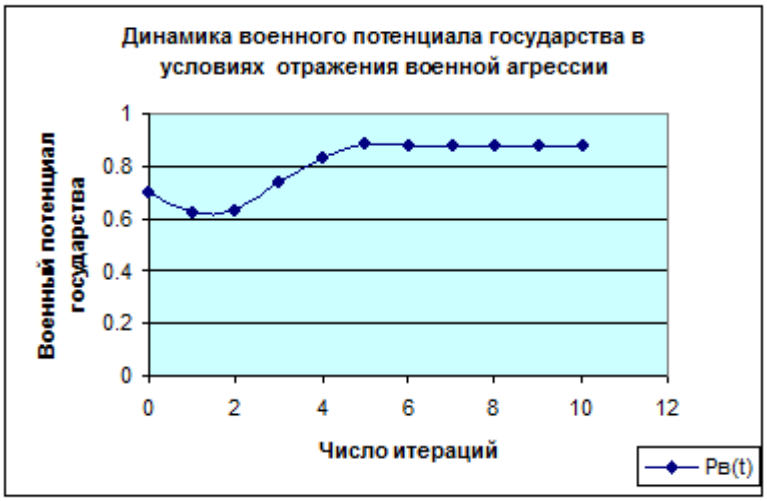


Рисунок 5 – Динамика военного потенциала государства в условиях отражения агрессии

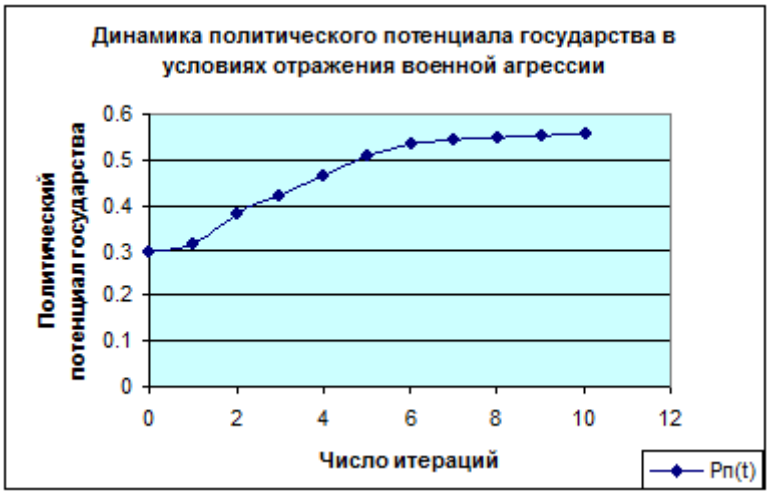


Рисунок 6 – Динамика политического потенциала государства в условиях отражения агрессии

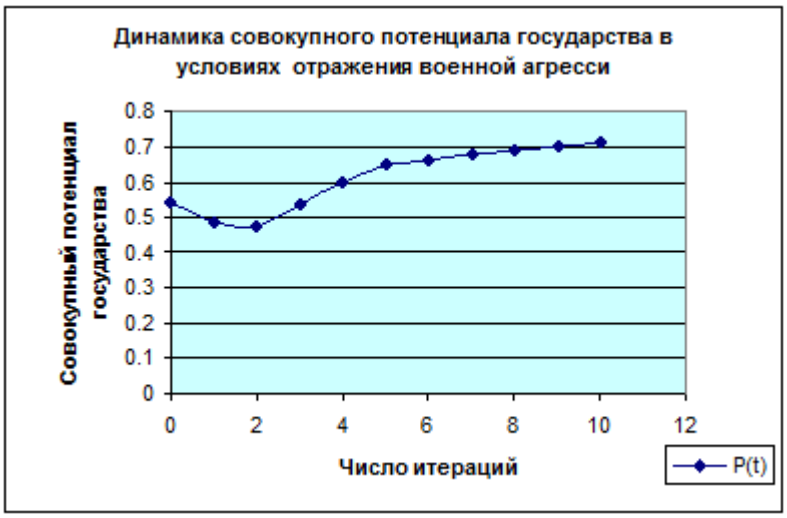


Рисунок 7 – Динамика совокупного потенциала государства в условиях отражения агрессии

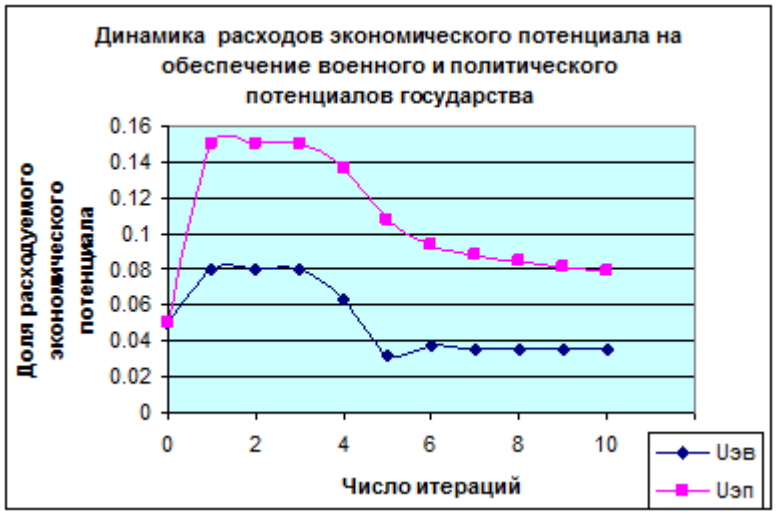


Рисунок 8 – Динамика расходов экономического потенциала на обеспечение военного и политического потенциалов

Интересен результат роста политического потенциала государства в период военной агрессии и последующего восстановления. Такой эффект дают нам исторические примеры, когда перед лицом агрессора народ, органы государственной власти и общественно-политические организации государства сплачиваются и выступают единым фронтом в борьбе за независимость государства. Данный эффект в модели был получен соответствующим выбором значений коэффициентов взаимодействия потенциалов, что свидетельствует о достаточно высоких исследовательских возможностях модели.

Исследования модели показали, что изменением параметров модели можно реализовать также процесс неустойчивого развития государства и даже его деградации. Такой результат достигается, если принять значения коэффициентов взаимодействия $k_{ВЭ}=0,5$; $k_{ВП}=0,3$ и ограничение на управления $u_{ЭВ}=0,03$; $u_{ЭП}=0,05$.

На рисунках 9-11 показаны графики изменения экономического, военного, политического и совокупного потенциалов государства при данных параметрах модели.

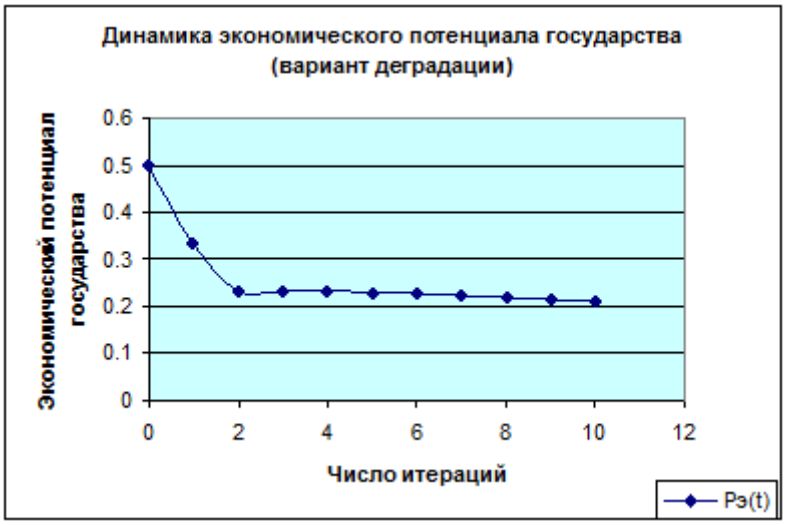


Рисунок 9 – Динамика экономического потенциала государства (вариант деградации)

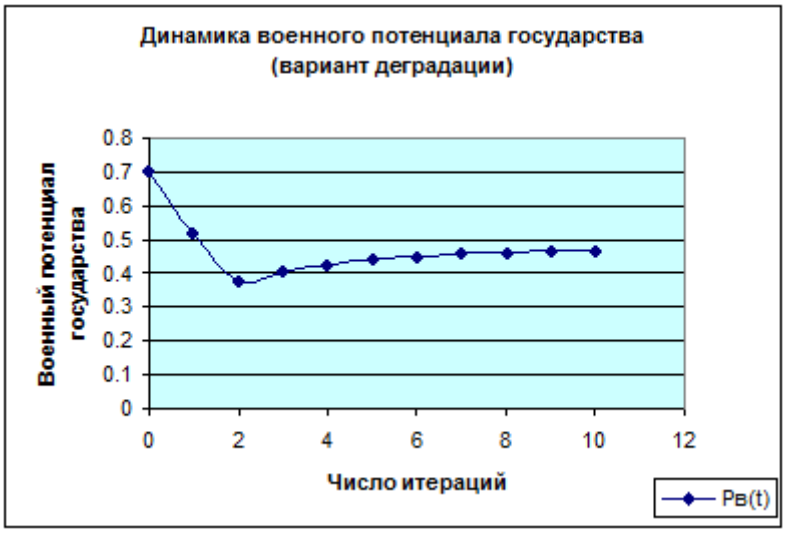


Рисунок 10 – Динамика военного потенциала государства (вариант деградации)

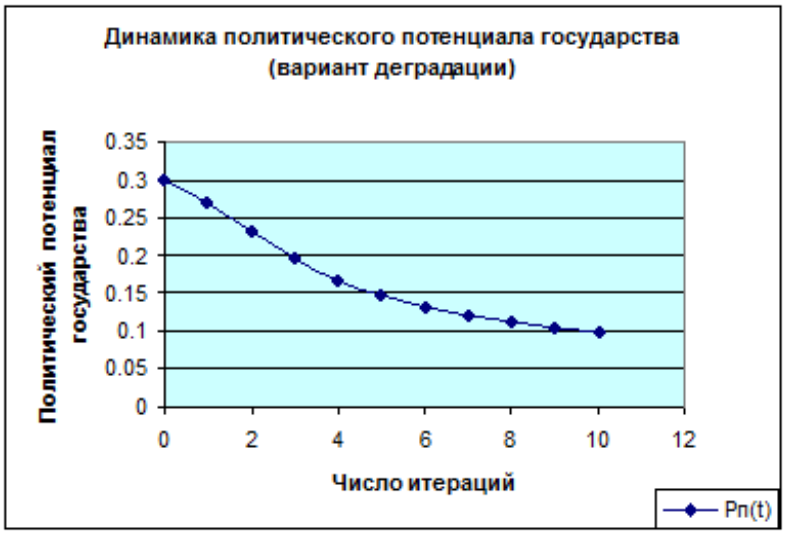


Рисунок 11 – Динамика политического потенциала государства (вариант деградации)

Из приведенных результатов видно, что существенное ослабление механизмов взаимодействия между военным и экономическим, военным и политическим потенциалами приводит к деградации и утрате потенциала дальнейшего развития государства.

Таким образом, рассмотренная модель управления потенциалом государства позволяет проводить исследование различных условий и вариантов стратегий развития государства.

Заключение

Рассмотренная когнитивная модель подтверждает принципиальную возможность решения задачи управления совокупным потенциалом государства в рамках заданной стратегии управления. Практическое применение модели и адекватность получаемых результатов будет зависеть от достоверности определения параметров когнитивной модели и адекватности ее настройки для рассматриваемой ситуации. Для получения количественных оценок параметров модели необходимо использовать весь арсенал современных экспертно-аналитических методов.

Список использованных источников

1. Максимов В.И., Корноушенко Е.К. Аналитические основы применения когнитивного подхода при решении слабоструктурированных задач. – М.: ИПУ РАН, 1999. – Т. II.

2. Коврига С.В., Максимов В.И. Когнитивная технология стратегического управления развитием сложных социально-экономических объектов в нестабильной внешней среде // Сборник статей 1-ой международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC-2001)». – М.: ИПУ РАН, 2001.

3. Макаренко Д.И. Когнитивный подход к анализу и прогнозированию развития социально-экономических систем и ситуаций // Успехи современного естествознания. – 2004. – №5.

4. Буравлев А.И. Когнитивное моделирование систем: новый подход // Вооружение и экономика. – 2011. – № 2 (14).

Ю.А. Печатнов, доктор технических наук, доцент

Теория сдерживания: генезис

В работе на основе анализа эмпирических и концептуально-теоретических основ теории сдерживания ее развитие представлено как эволюция парадигм в рамках концепции научных революций Т. Куна. Проведенный анализ позволил отнести проблематику сдерживания к слабо структурированным проблемам и определить место теории сдерживания как специального раздела конфликтологии (теории конфликта), а перспективы развития теории стратегического сдерживания обусловить уровнем проработки междисциплинарных взаимодействий.

«…Впечатляет не то, насколько запутанной оказалась идея сдерживания, и с какой тщательностью ее развивали и улучшали, а то, каким медленным был этот процесс, насколько неопределенными остаются понятия, и насколько неэлегантна текущая теория сдерживания…»

Томас Шеллинг,
The Strategy of Conflict, 1960

1. Эмпирические основания теории сдерживания

Зачастую всемирная история сводится к истории войн. Отдельные философы (особенно западные) провозглашают войну двигателем прогресса. Ряд авторов, ссылаясь на труды Платона, Гегеля, Мальтуса, Ницше и др., приходят к заключению о том, что миром мы называем перемирие в вечной войне. Однако, с середины XX века такого рода подходы во многом утратили свой креативный потенциал в связи с появлением систем вооружения, которые в случае их применения могли привести не просто к уничтожению армий противостоящих сторон, а к апокалипсису. Это не значит, что войны пропали как явление, но их масштаб существенно снизился. В современном мире не только война, но и сдерживание, и переговоры относятся к числу тех инструментов, которые призваны обеспечивать решение межгосударственных противоречий. В этой связи понятие «сдерживание» столь же фундаментально, как и понятие «война». А это обстоятельство делает очевидным необходимость глубокого осмысления природы и закономерностей сдерживания, в том числе с опорой на научное мировоззрение.

Глубинные причины феномена под названием «сдерживание» применительно к взаимоотношениям между людьми, группам людей и их социальными образованиями до конца не выяснены и по сей день. Но прошлый век, а особенно его вторая половина, тесно связанная с беспрецедентным по своим масштабам противостоянием двух цивилизаций во главе с Россией и США и объемам затраченных на него ресурсов, стал переломным в развитии механизмов сдерживания, направленных на отстаивание государствами своих национальных интересов с опорой на силовые потенциалы. Однако, истоки этого антагонизма зародились гораздо ранее. С XVIII века по мере роста мощи России и далее практически весь XIX век от поражения Наполеона до Первой мировой войны пронизан грандиозным противостоянием Великобритании и России в Центральной Азии, которое получило название Большой игры. По своей сути Большая игра – это «холодная война» XIX века, спровоцированная паническим страхом Британии за жемчужину своей короны (Индию) и ведущаяся скрытыми от массового сознания способами. То есть уже в те годы начали рельефно проявляться элементы внешней политики ведущих западных

государств, которые впоследствии будут систематизированы в рамках американской доктрины сдерживания коммунизма (так называемое сдерживание в смысле «containment»). Спустя некоторое время «холодная война» XX века будет спровоцирована политикой США, которые, являясь главным бенефициаром Второй мировой войны, не приняли идею отказа от мировой гегемонии и пытались сдерживать (ограничить политическое и экономическое влияние) главного ее победителя, в роли которого выступал СССР. В целом теория и практика сдерживания в США имела и имеет явно выраженную национальную традицию, во многом унаследованную от Великобритании, что позволяет называть такого рода сдерживание англосаксонским.

Безусловно, ключевую роль в трансформации взглядов на механизмы реализации сдерживания сыграл научно-технический прогресс. Появление ядерного оружия в этом контексте сыграло абсолютизирующую роль, в значительной степени обогатив арсенал национальных средств сдерживания, позволив вести речь об устрашении оппонента на совершенно других уровнях информационного взаимодействия. Революционное развитие средств поражения (в первую очередь ядерных) позволило в составе инструментов сдерживания с условной самостоятельностью рассматривать так называемые силовые инструменты, но неверно связывать понятие силового сдерживания исключительно с ядерным оружием. Оно шире и включает саму возможность применения насилия с опорой на потенциал силовых средств, совершенно не обязательно ядерных.

2. Концептуально-теоретические основания теории сдерживания

По мнению автора статьи, наиболее точно генезис теории сдерживания возможно представить с использованием концепции научных революций Томаса Куна [1] и введенного им понятия «парадигмы», под которой он понимал признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают научному сообществу модель постановки проблем и их решений.

Для теории сдерживания характерно несколько парадигм, проявившихся на различных исторических этапах ее становления:

1) Парадигма «стратагемного» сдерживания в неядерном мире (древние времена – начало 1940-х годов). Попытки придать теоретический характер сдерживанию на стратагемном уровне уже присутствовали в работах китайского полководца и военного теоретика Сунь-Цзы, жившего в VI-V веках до новой эры, который рекомендовал в отношениях с вероятным противником следующее: «… самая лучшая война – разбить замыслы противника; на следующем месте – разбить его союзы». Конечно, эта рекомендация охватывает не только задачу сдерживания, она заведомо шире, но приоритетность срыва замыслов агрессора выражена в ней достаточно ясно. В рассматриваемом контексте можно упомянуть работу «Strategemata» древнеримского полководца Секста Юлия Фронтина, жившего в I веке до новой эры. В целом основной характеристикой знаний о сдерживании в этот период выступает их структура в форме набора тактических и психологических приемов, используемых (как правило) в конкретных случаях древними полководцами. В этой связи провести четкую границу между военным искусством и сдерживанием не всегда представляется возможным. По своей сути реализуемые в этот период механизмы сдерживания осуществлялись в рамках спецопераций, проводимых государством, отдельными правителями или полководцами. В рамках этой парадигмы наука о сдерживании базировалась на накоплении и систематизации боевого опыта и приемов (стратегических, тактических, психологических) подготовки и ведения боевых действий.

Таким образом, несмотря на то, что на практике инструменты сдерживания использовались несколько сотен лет понятие «сдерживание» вплоть до середины XX века не

имело конкретного политического наполнения, теоретического обоснования, а само сдерживание не рассматривалось как основа официальных военно-политических установок государства.

2) Парадигма ядерного сдерживания (1945 г. – конец 1980-х годов).

Характерными для начального периода формирования этой парадигмы являются ее основания, выражаемые в форме доктрин или концепций (например, концепция всеобщей ядерной войны, концепция ограниченной ядерной войны, концепция взаимного гарантированного уничтожения). Одной из основных исходных посылок доктрины сдерживания была идея мировой гегемонии США, которая была сформулирована и изложена в годы Второй мировой войны в работах Р. Бьюэла, Д. Говарда, Дж. Уэллера, У. Липпмана и др. После Второй мировой войны идея мировой гегемонии США была сформулирована как практическая задача и конечная цель их внешней политики. Эта идея прочно вошла в идейно-теоретический арсенал послевоенной внешней политики США [3].

Теоретическую основу доктрины сдерживания составляла американская историческая школа «политического реализма», яркими представителями которой являлись Г. Моргентау, Р. Страус-Хюпе и Д. Кеннан. Именно последний из них является признанным автором доктрины сдерживания, которую он сформулировал и анонимно опубликовал в работе [6], опираясь на свои первоначальные идеи, изложенные в «Международном положении России после окончания войны с Германией» (1945 г.) и секретной телеграмме, отправленной госдепартаменту в феврале 1946 г. Строго говоря, Кеннан, следуя общему характеру русофобских настроений, характерных для высшего политического руководства США во главе с Г. Трумэном, откровенно фальсифицировал внешнюю политику СССР. Он заявлял, что СССР «фанатически придерживается убеждения, что с Соединенными Штатами не может быть постоянного «модус вивенди»... ». Как известно, ситуация была диаметрально противоположной.

Таким образом, в рассматриваемый период теория сдерживания являлась основополагающей при формировании (обосновании) внешнеполитического курса США, поэтому вполне справедливо, что в рамках парадигмы ядерного сдерживания ее рассматривают как неотъемлемую часть теории международных отношений.

В СССР, где основное внимание теоретиков военно-политического курса уделялось идеям классовой борьбы, категория «сдерживание» в его военно-политическом смысле отсутствовало как таковое. Ярким примером тому является отсутствие термина «сдерживание» в Военном энциклопедическом словаре 1984 года [4].

3) Парадигма стратегического сдерживания (начало 1990-х годов – настоящее время).

Смена парадигмы сдерживания на рубеже XXI века во многом связана с процессом появления новых инструментов как силового, так и несилового давления (принуждения) одних государств на другие. Однако, роль средств вооруженной борьбы в этом контексте переоценить невозможно. В настоящий момент развертываются новые высокоточные средства поражения в неядерном оснащении, способные решать стратегические задачи «проецирования силы» на любые регионы мира. В этой связи вопросы дальнейшего развития теоретических основ стратегического сдерживания сохраняют свою актуальность.

Если вести речь об уровне проработки и научной обоснованности, то особого внимания заслуживает англосаксонская парадигма стратегического сдерживания, которая является старейшей в мире, чьи элементы перекачивали в национальные оборонные стратегии многих других государств. При этом ряд традиционных для англосаксонской парадигмы стратегического сдерживания элементов в процессе их адаптации в других странах приобрели своего рода национальный колорит. Так, ставший уже традиционным русский тер-

мин «сдерживание» англосаксонская традиция расщепляет на три составляющие.

1. Сдерживание в смысле «containment» – сдерживание путем проведения действий (применения мер) ограничения. Сдерживание в варианте «containment» присутствовало в американской политике с момента возникновения Соединенных Штатов. Его идеи легли в основу доктрины Монро (1823), согласно которой Вашингтон оставлял за собой право противодействовать любой попытке европейских стран закрепиться в Западном полушарии. Именно сдерживание в смысле «containment» явилось отправной точкой во взаимоотношения США-СССР сразу после окончания Второй мировой войны. Однако, бурное и динамичное развитие ядерного оружия привело к обогащению терминологического аппарата теории сдерживания и уже в конце 50-х годов сдерживание начинает употребляться и применяться в смысле «deterrence».

2. Сдерживание в смысле «deterrence» – сдерживание противника путем проведения действий (применения мер) устрашения. Основой обеспечения этого типа сдерживания является угроза возмездия, т.е. возможности (желательной гарантированной) причинения ущерба определенного масштаба за агрессивные действия. Реализация угрозы возмездия предполагает осознание военно-политическим руководством государства-агрессора (коалиции государств), планирующего развязывание агрессии, неприемлемости для него «последствий» несоизмеримых с поставленными целями агрессии вследствие гарантированных ответных действий (мер).

В результате распада СССР у США появилась безнаказанная возможность продвижения своих национальных интересов во всем мире. Именно идея безнаказанности породила дальнейшее развитие концепции устрашения и ее трансформацию в концепцию принуждения (compellance), под информационным прикрытием которой, например, были развязана первая война США в Ираке.

3. Сдерживание в смысле «compellance» – навязывание оппоненту (конкуренту) определенного образа действий или сдерживание путем проведения действий (применения мер) принуждения. Этот тип сдерживания представляет собой совокупность мероприятий, в результате реализации которых от противоположной стороны добиваются совершения необходимых действий. Сдерживание может реализовываться как с формулированием возможной угрозы применения сдерживающих действий (мер) в отношении стороны, так и без ее формулирования. Сдерживание принуждением осуществляется с целью не допустить, чтобы противник (конкурент) завершил то, что он уже начал делать, или заставить его сделать то, что он не желает предпринимать.

В общем случае парадигма стратегического сдерживания в «англосаксонском прочтении» предполагает синтез сдерживающих действий устрашения, ограничения и принуждения в рамках единого механизма. Однако, в настоящее время мы являемся свидетелями смещения акцентов военной политики США в направлении увеличения относительной доли мер принуждения, которые реализуются в форме неограниченных упреждающих действий наступательного характера, как правило, без санкции ООН в интересах обеспечения дальнейшего продвижения национальных интересов.

Для Российской Федерации, пережившей за прошедшие 25 лет несколько глобальных социальных и экономических потрясений, реализация симметричных ответов на существующие и перспективные вызовы, не представляется возможным. В этой связи Российская Федерация вынуждена была осуществлять стратегическое сдерживание ведущих государств мира путем устрашения, в основе которого лежит явная военная угроза, открыто декларируемая и доводимая до потенциального агрессора различными военно-доктринальными и информационными источниками, через политико-дипломатические каналы. Поэтому одним из центральных вопросов для

отечественной теории сдерживания, развиваемой в рамках парадигмы стратегического сдерживания, является вопрос о том, как заставить потенциального агрессора на выгодных для России условиях отказаться от военной агрессии, даже несмотря на его значительное превосходство в силах и средствах вооруженного противоборства.

Ответом на этот вопрос в ближайшие годы является реализация стратегии сдерживания военной агрессии на основе устрашения, включающей две взаимосвязанных составляющих:

сдерживание военной агрессии с опорой на потенциал неядерного оружия – так называемое стратегическое неядерное сдерживание;

сдерживание военной агрессии с опорой на потенциал ядерного оружия – стратегическое ядерное сдерживание.

Необходимо констатировать, что решение задачи обеспечения стратегического сдерживания без опоры на ядерное оружие (ЯО) в нынешних условиях и на прогнозный период представляется нереальным. При этом роль ядерного оружия как фактора сдерживания противника от развязывания крупномасштабной и региональной войны против России и ее союзников не только не снижается, но и возрастает.

Однако, перечень угроз военной безопасности Российской Федерации не исчерпывается только угрозами развязывания крупномасштабных военных конфликтов. Наиболее вероятно втягивание Российской Федерации в вооруженные конфликты и локальные войны. А в этих условиях решение задачи сдерживания путем применения (угрозы применения) ЯО даже в форме ограниченных ударов не дает полной гарантии, что конфликт не пойдет по пути эскалации с неограниченным (массированным) применением ЯО. Это объясняется неоднозначностью оценки противником соотношения выгод от развязанной им военной агрессии с наносимым ему ущербом в результате применения ЯО, который может оказаться избыточным и спровоцировать противника на дальнейшую ядерную эскалацию межгосударственного конфликта.

В этой связи одним из основных направлений развития отечественной теории стратегического сдерживания являются исследования по поиску мер (средств) ведения вооруженной борьбы, которые позволяли бы в рамках реализации механизма стратегического сдерживания осуществлять устрашение противника без преодоления «ядерного порога», путем угрозы поражения или непосредственного поражения неядерными средствами его критически важных объектов, тем самым заставляя его отказаться на ранних этапах развития конфликта от начала или дальнейшего продолжения военных действий.

Резюмируя, подчеркнем, что для России теория и практика стратегического сдерживания эволюционирует в рамках оборонительного концепта национальной безопасности с опорой преимущественно на военный (силовой) потенциал. Для США сдерживание – это во многом экспансионально-наступательный концепт, обеспечивающий продвижение американских национальных (по сути имперских) интересов посредством устрашения (например, Кореи и Ирана), ограничения (например, России и Китая) и принуждения (например, фактически уничтоженных Ливии, Ирака, Югославии и др.). Таким образом, для России стратегическое сдерживание – это элемент оборонительной стратегии, а для США – это элемент принудительной дипломатии.

3. Роль и место теории сдерживания в системе научных знаний

Вне зависимости от национальных особенностей роль теории сдерживания на современном этапе связана с необходимостью обеспечить разрешение прикладной проблемы, обусловленной, с одной стороны, имманентным стремлением государства к своему развитию в условиях ограниченности государственных ресурсов и, как следствие, защите своих национальных интересов и, с

другой стороны, наличием целенаправленного противодействия ему со стороны других субъектов международных отношений.

Предметом отечественной теории стратегического сдерживания выступает механизм разрешения (предотвращения) межгосударственных противоречий с опорой преимущественно на военный (силовой) потенциал.

Предметом западной теории сдерживания выступает механизм разрешения (предотвращения) межгосударственных противоречий с опорой на потенциал инструментов национальной мощи (экономики, культуры, вооруженных сил и др.).

Специфика предмета теории сдерживания следующая:

определяющими являются не вещественно-энергетические, а структурно-поведенческие свойства;

в структурном отношении в его состав входят как технические, так и биологические системы;

в поведенческом отношении каждый объект и субъект сдерживания является уникальной сложной системой с присущей им наиболее сложной (рефлексивной) формой поведения;

постановка experimentum crucis в рамках теории сдерживания нереальна. С одной стороны, из-за уникальности и масштабности исследуемых систем, с другой стороны, из-за опасности подобного рода экспериментов (эксперимент с реальным боевым применением ядерного оружия может стать последним экспериментом для цивилизации).

Всю совокупность научных проблем классифицируем по Г. Саймону, предложившему классификацию, согласно которой все проблемы, попадающие в сферу научных изысканий, подразделяются на три класса:

1. Хорошо структурированные, или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены настолько хорошо и полно, что они могут быть выражены в числах или символах, получающих, в конце концов, количественные оценки. Эти проблемы составляют предмет исследования операций и ее многочисленных математических разделов (теория боевой эффективности, математическое программирование и др.).

2. Неструктурированные, или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь словесные описания важнейших аспектов изучаемого объекта, его признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми неизвестны. Эти проблемы входят в круг проблем гуманитарных наук.

3. Слабо структурированные проблемы, содержащие как качественные, так и количественные элементы, причем качественные, малоизвестные, неопределенные стороны имеют тенденцию доминировать. Эти проблемы составляют основной предмет системного анализа.

В совокупности представленные выше особенности предмета теории стратегического сдерживания позволяют отнести проблематику сдерживания к слабо структурированным проблемам и определить место теории сдерживания как специального раздела конфликтологии (теории конфликта), имеющего преимущественно прикладную направленность.

4. Перспективы развития теории сдерживания

Обращение к материалу истории науки позволяет утверждать, что становление теории сдерживания связано как с внутридисциплинарным развитием знания, так и с трансляцией нормативных принципов из одной науки в другую. Примечательно, что теоретические основы стратегического сдерживания начали оформляться ближе к началу Второй мировой войны на уровне описательных политических теорий. Однако, после окончания войны с появлением ядерного оружия теория сдерживания столкнулась с принципиально новыми типами объектов исследования, требующих иного видения реальности по сравнению с тем, которое предполагалось сложив-

шейся довоенной картиной мира. С появлением ядерного оружия изменились как концептуальные, так и инструментальные составляющие теории стратегического сдерживания. Успехи теории сдерживания, развиваемой в рамках парадигмы ядерного сдерживания, во многом обусловлены тем, что одна из основных гипотез этой парадигмы состояла в постулировании рациональности поведения оппонентов в межгосударственном конфликте. Однако несмотря на достаточно высокий уровень проработки теоретических инструментов, развиваемых в рамках парадигмы ядерного сдерживания, до настоящего времени попытки теории сдерживания исследовать своими методами интимные (иррациональные) стороны поведения противостоящих интеллектуальных субъектов оказались в основном безрезультатными, что зачастую провоцирует крайний пессимизм отдельных специалистов. В этом контексте обращает на себя внимание работа известного американского теоретика Фрэнка Загара (Frank C. Zagare) со звучным названием «Сдерживание умерло. Да здравствует сдерживание» [5], в которой он на основе обобщения эмпирического и теоретического материала приходит к заключению, что «для современной теории сдерживания характерна интеллектуальная разобщенность и концептуальные шатания и, несмотря на единичные взлеты и падения, это состояние дел вряд ли когда либо изменится».

Автор статьи не разделяет такого рода радикальные оценки в связи с тем, что сдерживание агрессора – это во многом искусство, результат творческого, интеллектуального акта, позволяющего трансформировать мощь государства в конкретные дивиденды в сфере обеспечения национальной безопасности. В своем пределе наука способна изучать явления в различных сферах человеческой деятельности. При этом тот факт, что часть знаний из сферы стратегического сдерживания не могут быть переведены в метрическую форму, совершенно не означает невозможность развития теории стратегического сдерживания. Безусловно, современная теория сдерживания пользуется результатами различных наук (теория конфликтов, теория вооружения, теория боевой эффективности, военная стратегия, военная экономика, психология, политология, теория международных отношений). Поэтому теория стратегического сдерживания является относительно самостоятельной теорией, причем общепринятого понимания ее статуса до настоящего момента не сложилось, она находится в процессе своего становления. В этой связи не исключено, что в ближайшее время решение задач стратегического сдерживания так и будет существовать в виде сферы деятельности, которую нельзя целиком подвести ни под категорию науки, ни под категорию практической профессии.

Такого рода особенности обусловлены тем, что по мере ослабления критериальных норм ядерного сдерживания рациональность противостоящих сторон становится динамической. Метризация ситуаций в координатах «выгода-затраты» становится весьма затруднительной в связи с необходимостью учета широкого спектра социально-психологических параметров, влияющих на оценки потенциальных значений как «выгод», так и «затрат». Так, системы, исследуемые в рамках парадигмы стратегического сдерживания, относятся к числу уникальных саморазвивающихся систем, которые представлены в единственном экземпляре. Современная наука все чаще сталкивается с ситуациями, когда адекватное исследование таких объектов невозможно в рамках какой-либо одной научной дисциплины, поскольку любая отдельно взятая дисциплинарная онтология (специальная научная картина мира) может задать лишь какой-либо один срез объекта, но не в состоянии дать его целостное видение. В этих ситуациях особую эвристическую ценность приобретает общенаучная картина мира [2]. Именно она формирует предварительное видение исследуемого объекта, активно участвуя в постановке проблем, определяя исход-

ную стратегию исследования. Изучение комплексных, уникальных развивающихся объектов возможно только в системе междисциплинарных взаимодействий. Поэтому проблемы теории сдерживания характерны в целом для междисциплинарного взаимодействия и их решение возможно только в таком формате.

Список использованных источников

1. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.

2. Степин В.С., Кузнецова Л.Ф. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации. – М.: Институт философии РАН, 1994. – 274 с.

3. Акопян М.С. Доктрина «сдерживания»: дис. … канд. историч. наук. – М., 1972.

4. Военный энциклопедический словарь. – М.: Воениздат, 1984. – 863 с.

5. Frank C. Zagare. Deterrence Is Dead. Long live Deterrence. Conflict Management and Peace Science, 23: 115-120, 2006.

6. The Sources of Soviet Conduct. By M-r X. Foreign Affairs, July 1947, pp. 566-582.

С.Р. Цырендоржиев, кандидат военных наук, доцент

К вопросу о месте теории стратегического сдерживания в системе военных наук

Автором сделана попытка постановки вопросов о необходимости развития военной науки, ее интеграции с другими разделами общественных наук при изучении нового предмета – противоборства между субъектами международных отношений и его основной формы – межгосударственного противоборства. В статье на основе утверждения об ограниченности исторических рамок существования фактора стратегического ядерного сдерживания делается вывод об отсутствии необходимости развития теории сдерживания с опорой на ядерное сдерживание как основы для разрешения межгосударственных противоречий и конфликтов.

Оценивая современный этап развития военного дела, многие авторы подчеркивают его переходный характер, когда потребности эффективного решения новых внешнеполитических задач вызывают к жизни новые формы и способы их решения, как с применением военной силы, так и без нее. В последние несколько лет в печати стали широко обсуждаться сетецентрические принципы военных действий, методы подготовки и ведения сетевых войн. Опубликованы работы с изложением результатов научных исследований, посвященных различным аспектам этих проблем [2, 4, 5]. Прогноз и анализ характера военных угроз показывает новые тенденции в их развитии [8, 9]. Все это свидетельствует, по крайней мере, о необходимости оценивания соответствия военной науки требованиям сегодняшнего дня и уже очевидным вызовам ближайшего будущего. Поэтому нельзя не приветствовать опубликование в журнале статей, посвященных оцениванию состояния и развитию отдельных разделов теории военного искусства.

Пионерской в этом направлении является опубликованная в этом номере журнала статья Ю.А. Печатнова «Теория сдерживания: генезис». В ней проведен профессиональный ретроспективный анализ возможных источников происхождения такого инструмента внешней политики субъектов международных отношений, как сдерживание. Охарактеризован предмет теории сдерживания, ее основные положения и перспективы развития.

Как справедливо пишет автор, появлению этого инструмента мы обязаны американской школе «политического реализма». Однако попытки обоснования у читателя представлений о его древних истоках представляются неубедительными. Так, в качестве провозвестника теории сдерживания упоминается многократно цитируемый Сунь-Цзы. Небесспорные тезисы автора о роли теории сдерживания в формировании внешнеполитических отношений между ведущими игроками на современной международной политической арене натолкнули на некоторые размышления. Они касаются военной науки, ее места и роли в современных условиях общественного развития, места теории сдерживания в предметной области теории военного искусства. Представляется, что было бы полезно обсудить на страницах журнала эту перманентно актуальную тему.

Вот некоторые частные замечания по названным поводам.

1. Сунь-Цзы, многие другие выдающиеся государственные и военные деятели, не подозревали о том, что им будут приписывать еще и отцовство постулатов будущей теории сдерживания. Сунь-Цзы, а вслед за ним китайские императоры и их современник и заклятый враг Чингисхан главным содержанием отношений между государствами считали, говоря

современным языком, многомерное **межгосударственное противоборство**. Уже тогда армии лишь довершали покорение подвергшейся нападению страны. «Монголы запустили целую машину пропаганды, которая каждый раз преумножала число убитых в битве врагов и несла страх всюду, куда бы ни докатывалась. К августу 1221 года, всего год спустя после начала кампании (против Хорезма – прим. автора), монгольские чиновники запросили у своих подчиненных в Корее 100 000 листов их прославленной бумаги...» [7]. Со времен раннего средневековья в межгосударственном противоборстве побеждал тот, кто умел не только вскрыть и «разбить замыслы противника», как учил Сунь-Цзы, но кто «покоряет чужую армию, не сражаясь». Более того, и ведя войну, военный вождь должен понимать, что «война – это путь обмана» [6]. Уже из этого небогатого перечня цитат видно, что в межгосударственном противоборстве должен применяться весь спектр усилий – как силовых, в том числе военных, так и не силовых, невоенных. История гибели Византии, Римской империи, СССР свидетельствует о множестве причин их падения, которые совместно формируют комплекс мер межцивилизационного противоборства, где ведущими были невоенные действия противоценностного характера.

2. История человечества – это история войн. Этот тезис был особенно справедлив вплоть до окончания Второй мировой войны. Появление ядерного оружия «отменило» крупномасштабные войны между членами «ядерного клуба», прежде всего, между коалицией Западных стран и странами Варшавского договора во главе с СССР, впоследствии – Россией. Роль ядерного оружия как фактора стратегического сдерживания отрицать нельзя. (Однако, похоже, что этот период будет исторически непродолжительным и закончится в результате политических и технологических усилий США и других стран по нивелированию этого фактора).

Но наличие ядерного оружия не отменило многочисленных локальных военных конфликтов, в которых пострадали миллионы человек. Здесь важно отметить следующее. Применение военной силы в XX и начале XXI века имеет целью не только достижение военно-политических целей на территории побежденного противника, в роли которого оказывались многократно уступавшие агрессору в совокупной, в том числе военной, мощи государства. Сейчас стало понятно, что США со своими союзниками таким диким способом стремились приобрести новые аргументы в межгосударственном, точнее говоря, межцивилизационном противоборстве с геополитическими соперниками, прежде всего с Россией, а в последние годы, – и с Китаем.

Речь идет, прежде всего, о наращивании экономической мощи за счет доступа к новым источникам ресурсов, о геополитической экспансии, что естественно для представителей «Морской силы» в их извечной борьбе с «Сухопутной силой». О существовании этой объективной исторической тенденции утверждали классики геополитики во главе с Хаусхофером [1].

Безусловно, война и сдерживание наряду с другими инструментами (политики) являются способами разрешения межгосударственных противоречий. Но их роль в этом важном деле имеет тенденцию к снижению. Исторический опыт показывает, что в отношениях между государствами, другими субъектами политических отношений настоящим фундаментальным инструментом политики является (и всегда была) **сила** [3, 10]. Причем военная сила есть лишь один из ее элементов, а война есть следствие применения военной силы. Эффект применения военной силы, то есть результат войны, состоит либо в победе, либо в поражении. Но нередки случаи, когда плоды победы оказываются скудными, а проигравший вскоре оказывается в выигрыше. Военные конфликты происходят не по правилам рыцарского поединка, и политические цели явных и скрытых противников не всегда совпадают между

собой по ходу развития конфликта. То есть и война, и сдерживание, во-первых, занимают в описании области внешнеполитических взаимодействий не первое место. А во-вторых, война и сдерживание – понятия не одного порядка в иерархии описания следствий применения силы, в том числе военной. Обоснование важнейшего аппарата любой теории – системы понятий – требует глубокого проникновения в существо описываемых ими явлений, точности употребления терминов с позиций общепринятого толкования их содержания.

Эффект от угрозы применения силы может быть неоднозначным, и в числе таких результатов можно назвать сдерживание от аналогичных действий со стороны «партнера», что желательно, а также провокацию к ответным действиям и повышение напряженности военно-политической обстановки, которое может завершиться военным конфликтом, чего хотелось бы избежать. Фактически этими результатами исчерпываются действия по осуществлению сдерживания. Поиск убедительных форм и способов демонстрации возможностей сил ядерного сдерживания нанести неприемлемый для противника ущерб, угрозы его нанесения – центральная задача теории сдерживания. Однако здесь нельзя не заметить, что заставить действовать противника вопреки его планам военных действий (вспомните Сунь-Цзы!), направить его усилия в выгодном для нас направлении, фактически означает победу. Обоснование необходимых для достижения такого результата форм и способов действий войск (сил) – одна из важнейших задач военного искусства из области исследований теории стратегии, оперативного искусства и тактики, где имеются существенные результаты теоретических исследований и обобщения богатейшего практического опыта подготовки и ведения операций (боевых действий) в военных конфликтах. Представляется, что существующая уже не первый год некоторая обособленность теории сдерживания от общей теории военного искусства не идет никому на пользу.

Вернемся к практике разрешения противоречий применением таких инструментов политики как война и сдерживание. История свидетельствует о временном характере достигаемых в результате войны результатов. С мнением о том, что сдерживание с опорой на ядерное сдерживание представляет собой механизм разрешения межгосударственных противоречий, то есть сдерживание составляет основу внешней политики государства в условиях конфликта с другим государством, согласиться трудно. И в самом деле, сдерживание, по своей сути направленное на недопущение развязывания военных действий, во многих случаях приводит к откладыванию разрешения имеющегося конфликта. Однако и применение военной силы, и угроза применения ядерного оружия лишь загоняют «болезнь» вглубь, в их результате снижается уровень симптомов «болезни», но не устраняются причины [8]. «Последний довод королей» потому и последний, что других доводов, чтобы добиться разрешения конфликта у короля не осталось. Вряд ли это всегда хорошо характеризует властителя. Здесь как нельзя лучше подходят слова все того же Сунь-Цзы: «…по правилам ведения войны наилучшее – сохранить государство противника в целости, на втором месте – сокрушить это государство» [6].

В условиях существования ядерного оружия межгосударственное противоборство не потеряло своей остроты. Конкуренция за благоприятное будущее сосредоточилась на поле борьбы за превосходство в социально-экономическом развитии, прежде всего за счет преимущества в развитии и внедрении достижений в науке и технологиях производства продукции гражданского и военного назначения, а также за внедрение своей системы ценностей во всех областях общественной жизни. На этом поле межгосударственного противоборства формируются угрозы национальной безопасности России, ее жизненно важным интересам, где роль военных угроз,

при всей их значимости, имеет тенденцию к снижению. Теоретическое обоснование форм и способов парирования этих угроз и создания условий успешного исторического развития нашей нации, объединяющей в себе множество народов-носителей различных конфессий, национальных культур и языков – центральная задача отечественной науки и, в том числе, ее военной компоненты.

На этом фоне **обоснование величины неприемлемого и сдерживающего ущерба вероятному противнику**, такого его значения, угроза нанесения которого привела бы противника к убеждению о бессмысленности применения против России военной силы ввиду чрезмерно высокой цены возможной победы и неочевидности ее достижения, **представляется актуальной задачей не первого ряда. А ведь именно это фактически составляет основу теории сдерживания**.

3. В современных условиях достигаемый уровень международной безопасности непосредственно влияет на уровень национальной безопасности стран мира. Глобализация в информационной, экономической и других сферах межгосударственного взаимодействия привела к резкому повышению зависимости стран и наций друг от друга. Международная безопасность в настоящее время в значительной степени достигается обеспечением национальной безопасности России, повышением ее роли на мировой арене. От этого зависят перспективы установления действенности международного права и суверенного развития государств мира, их взаимовыгодного развития. Центральными условиями ведущей геополитической роли России является ее экономическое развитие, укрепление национального согласия между народами нашей страны, социально-политической стабильности, укрепление и развитие наших традиционных ценностей. Главными факторами обеспечения успеха в межгосударственном противоборстве, ведении его мирными средствами являются совокупные возможности нашей страны в решении внутриполитических и внешнеполитических задач, в успешном взаимодействии между государствами в области социокультурных отношений, эффективности нашей информационной политики, в повышении влиятельности нашего государства в целом.

Стратегическое сдерживание с опорой на ядерное и неядерное сдерживание как одна из функций военной организации государства в современных условиях должна трансформироваться в функцию всего государства и предполагать весь комплекс мер обеспечения национальной безопасности, реализацию важнейших национальных приоритетов по обеспечению жизненно важных интересов государства, общества и личности. И эта «новая старая» функция полностью соответствует главному предназначению государства и должна называться – обеспечение национальной безопасности. Государство как сформированный нацией механизм должно и функционировать как единый механизм, предназначенный для обеспечения суверенитета и развития нации.

Военная наука – система знаний о войне, путях ее предотвращения, строительстве и подготовке вооруженных сил и страны к войне, принципах обеспечения военной безопасности [11]. Военная наука с самого своего зарождения и в процессе всего исторического развития впитывала в себя достижения естественных и общественных наук и это было и будет источником и двигателем ее развития. Думается, что на современном этапе и в перспективе развитие военной науки будет направлено не только на исследования собственно войны и способов ее предотвращения. В теории военного искусства накоплены обширные знания об истории и разновидностях конфликтов, возникающих и развивающихся в человеческом обществе вплоть до уровня мировых войн. И нужно продолжать попытки применения методов конфликтологии к изучению проблем развития человеческой цивилизации [12], внедряя результаты, полученные в ходе развития теории сдерживания, но не ограничиваясь ими. Здесь нужно

учесть, что разрешение конфликтов силовым методом или угрозой применения силы – контрпродуктивно. Определение и оценивание конфликтов интересов взаимодействующих на конкурентом поле межгосударственного противоборства субъектов – основа для поиска мер разрешения возникающих противоречий – источников угроз. Природа конфликта интересов в немалой степени определяет характер мер по его устранению. В этой области роль теории сдерживания как методологии поиска выхода из сложившихся разнородных противоречий, поиска мер по парированию угроз различного характера неочевидна.

Историческую перспективу развития теории сдерживания с опорой на ядерный потенциал нельзя назвать безусловно обоснованной. С другой стороны, известно, что судьбы научного знания, в особенности знания в области общественных наук, трудно предсказуемы. Возможно, результаты исследований сущности и роли сдерживания при формировании внешней политики государства окажутся востребованы в будущем для решения других важных задач... Пока же несомненно одно: сегодня необходимо продолжать дальнейшие исследования в области повышения обоснованности боевого состава и возможностей сил стратегического ядерного и неядерного сдерживания, широко используя достижения в смежных областях военной науки. Практическую значимость обоснованного решения этой одной из важнейших задач военного планирования в интересах обеспечения обороны и безопасности России трудно переоценить.

Список использованных источников

1. Дугин А. Основы геополитики. – М.: Арктогея-Центр, 2000. – 192 с.

2. Буренок В.М., Горгола Е.В., Викулов С.Ф. Национальная безопасность России в эпоху сетевых войн. – М.: Граница, 2015. – 192 с.

3. Гладышевский В.Л., Цырендоржиев С.Р. Концептуальная модель макросреды функционирования организационно-технической системы // Вооружение и экономика. – 2011. – № 2 (14).

4. Подберезкин А.И., Соколенко В.Г., Цырендоржиев С.Р. Современная международная обстановка: цивилизации, идеологии, элиты. – М.: МГИМО-Университет, 2015. – 464 с.

5. Стратегическое прогнозирование и планирование внешней и оборонной политики / Под ред. А.И. Подберезкина. – М.: МГИМО-Университет, 2015. – Т. 2. Прогнозирование сценариев развития международной и военно-политической обстановки на период до 2050 года. – 2015. – 722 с.

6. Сунь Цзы. Искусство войны / В переводе акад. Конрада. – М.: ЭКСМО, 2015. – 160 с.

7. Уэзерфорд Д. Чингисхан и рождение современного мира / Пер. с англ. – М.: АСТ, 2005. – 493 с.

8. Цырендоржиев С.Р. К вопросу о сущности военных угроз и невоенных мер их парирования // Вестник МГИМО УНИВЕРСИТЕТА. – 2015. – № 2 (41).

9. Цырендоржиев С.Р. Прогноз военных опасностей и угроз России // Защита и безопасность. – 2015. – № 4 (75).

10. Цырендоржиев С.Р. О количественной оценке степени военной безопасности // Военная мысль. – 2014. – № 10. – С. 27-40.

11. Национальная безопасность. Геополитика и безопасность. Энциклопедический словарь-справочник / Под общ. ред. В.А. Баришпольца. — М.: МГОФ «Знание», 2014. — 832 с.

12. Суворов В.Л. Военная конфликтология: основные подходы к изучению вооруженных конфликтов // В кн. «Современная конфликтология в контексте культуры мира». – М., 2001. – С. 553-566.

Ю.Л. Козирацкий, доктор технических наук, профессор
Р.С. Аносов, кандидат технических наук, доцент
Д.М. Бывших, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Обоснование технологий развития системы радиоэлектронной борьбы. Применение законов развития технических систем

Рассмотрены проблемные вопросы обоснования перечня перспективных технологий развития системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Показана возможность и целесообразность учета законов развития технических систем при формировании такого перечня. Предложенный формализованный подход позволяет не только определить наиболее рациональные технологические направления развития, но и способствует выявлению принципиально новых технологий, что, в конечном итоге, повышает качество обоснования предложений в Программу развития базовых военных технологий в области РЭБ.

В предшествующей работе [1] рассмотрены возможности морфологического анализа и синтеза применительно к технологиям развития системы радиоэлектронной борьбы (далее – технологии РЭБ). Применение морфологических моделей считается одним из наиболее эффективных методов исследования для синтеза новых решений в различных областях [2,3]. Однако морфологические методы оперируют лишь известными элементами структур объектов, в нашем случае – технологий, следовательно, они моделируют лишь возможности применения известных научно-технических и технологических достижений (НТТД) [4] в технологиях РЭБ. То есть можно ожидать, что применение рассмотренных морфологических методов позволит реализовать в основном «эволюционно-технологический подход к созданию ВВТ» [4], т. е. совершенствовать традиционные технологии РЭБ в части повышения их эффективности и расширения перечня решаемых задач РЭБ с использованием инноваций, и в меньшей мере – создавать принципиально новые технологии. Например, в работе [5] отмечается, что «морфологические таблицы наилучшим образом позволяют упорядочить и систематизировать данные по заранее определенным признакам, но они остаются бессильными при поиске принципиально новых идей». С учетом того, что одной из целей развития базовых военных технологий в рамках ГПВ является создание новых «прорывных» технологий, качественно повышающих эффективность вооруженной борьбы [4,6], указанный факт говорит о недостаточности применения только морфологических методов для построения перечня перспективных технологий РЭБ.

Ряд авторов [2,3,7-9] указывает на продуктивность использования совместно с методом морфологического синтеза методов и приемов научно-технического творчества в интересах синтеза новых технических решений [10-12]. К этим методам относятся: использование «фонда эвристических приемов» [7], алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) [10], теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) [11], применение законов развития технических систем (ЗРТС) [5]. Так, в работе [5] отмечено, что «...такой подход показал свою состоятельность как при разработке новых технических устройств, так и при совершенствовании уже существующих технологий и объектов техники». В работе [2]

отмечается универсальность этих методов, т. е. применимость как для технических систем [12], так и социальных, экономических, например, АРИЗ «…предназначена для разрешения экономических и управленческих противоречий в различных областях экономики и управления: профильность подсистемы может меняться за счет ее наполнения разным содержанием в зависимости от типа задач…» [2]. Также проводятся параллели между комплексом приемов преодоления технических противоречий (АРИЗ, ТРИЗ) при выработке новых решений и так называемыми стратагемами (военными хитростями) [13,14], которые являются типовыми приемами завоевания превосходства в конфликтных ситуациях и характерны для военного дела, коммерции, управления, политики, игр.

Поскольку методы АРИЗ, ТРИЗ и применение законов развития технических систем достаточно подробно описаны в литературе [2,3,7-14], приведение их в рамках представляемой статьи не целесообразно. Однако поскольку ранее эти вопросы применительно к технологиям РЭБ фактически не рассматривались, то представляется целесообразным проиллюстрировать применимость некоторых упомянутых приемов и методов для синтеза технологий РЭБ на конкретных примерах. С этой целью далее приведены известные реализации основных эвристических приемов АРИЗ (ТРИЗ) в технологиях РЭБ на технических уровнях (таблица 1) и реализации стратагем (таблица 2). Приведенные примеры представляют собой или широко известные технофакты, или находятся в рамках сведений, содержащихся в открытых источниках и, не претендуя на полноту и системность, предназначены лишь для подтверждения возможности использования методов [7-12] в качестве «катализаторов» генерации нетрадиционных технологий РЭБ. Так, в таблице 3 приведено всего 25 эвристических приемов, тогда как в работах [5,7] говорится о фонде, представленном 10 группами по 8-18 типовых приемов и более 120 физико-техническими эффектами (ФТЭ).

Таблица 1 – Примеры известных реализаций эвристических приемов в технике РЭБ

Типовые приемы [10, 11]	Примеры реализации на иерархических уровнях				
	Системы	Комплексы	Функциональные подсистемы (разведки, управления, помех, энергетическая установка, транспортная база)	Технические устройства (ТУ)	Элементы технических устройств, материалы, физические явления
1	2	3	4	5	6
Принцип дробления: а) разделить объект на независимые части; б) выполнить объект разборным; в) увеличить степень дробления (измельчения) объекта.	Сетевой принцип построения технических систем, когда комплексы, имеющие свои системы управления, объединены единой надсистемой [15-17].	Разбиение диапазона рабочих частот на поддиапазоны (литерное построение средств помех, например, система МП-405, РП-УВМ1 [18]).	Размещение подсистем на различных носителях (например, система разведки и помех – на беспилотных летательных аппаратах (БЛА), система управления на автобазе) [19].	Модульное построение радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), многоканальные приемники [18, 19].	Использование наноструктур в радиопоглощающих материалах (РПМ) [20].

Таблица 1 – продолжение

1	2	3	4	5	6
Принцип местного качества: а) перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной; б) разные части объекта должны иметь разные функции; в) каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее соответствующих ее работе.	Распределение функций между комплексами системы по типу и важности подавляемых радиоэлектронных средств (РЭС) противника [21].		Использование направленных антенн для излучений э/м волн, например, многолучевые антенные решетки [22].	Охлаждение мощных генераторных устройств. Обеспечение допустимых (оптимальных) условий функционирования ТУ, т. е. в пределах допустимых напряжений, мощностей и температур или оптимальных режимов для обеспечения, например, линейной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).	Золочение токопроводящих выводов. Металлическая часть корпуса для теплоотвода.
Принцип объединения: а) соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты; б) объединить во времени однородные или смежные операции.	Интеграция комплексов посредством подключения к единой информационно-управляющей системе [15].	Самонаводящееся по излучению оружие (СНО), интегральные помехово-ударные комплексы [19, 23].	Обеспечение возможности работы средств РЭБ в движении. «…отказ от преимущественно последовательной архитектуры и переход к ЭВМ с высокой степенью параллелизма…» [24].	Комплексирование средств разведки различных диапазонов. Акустооптоэлектронные анализаторы спектра [25].	Интегральные схемы (ИС), микросборки.
Принцип универсальности. Объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.	Системы разведки, обеспечивающие разведданными различные системы и комплексы [25, 26].	Многофункциональные комплексы [27, 28].	Реализация в радиоэлектронном комплексе функций радиотехнической разведки, создания помех и радиолокации с применением одной фазированной антенной решетки (ФАР) [19,29]. Применение ЭВМ для решения задач управления параметрами подсистем разведки и помех, самодиагностики, анализа РЭО и планирова-	Блоки питания РЭА с набором каналов с необходимым напряжением, мощностью, частотой. Одновременная генерация волн разной частоты магнетроном. Применение одной фазированной решетки для радиолокации и РЭБ [28].	Использование стабилитронов для выпрямления и стабилизации электрического тока.

Таблица 1 – продолжение

			ния оптимальных усилий по РЭБ [24].		
Принцип «матрешки»: а) один объект размещен внутри другого объекта, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д.; б) один объект проходит сквозь полость в другом объекте.			Антенные блоки противорадиолокационных ракет на основе спиральных конструкций [19]. Антенные блоки внутри плазменных образований [30].	Вредящие программы (в теле прикладных программ и в сигналах), внедряемые в управляющие системы [31].	Комплекс «электромагнитная волна-сигнал-информация» [22]. Модулированные сигналы [32].
Принцип предварительного исполнения: а) заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично); б) заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места и без затрат времени на их доставку.	Решение системой управления оптимизационной задачи планирования РЭБ по месторасположению и назначению объектов подавления исполнительным средствам [18, 33].	Развертывание комплекса, пример: наземный комплекс маломощных передатчиков помех (комплект из 6 передатчиков) [18].	Предварительный прогрев подсистем и выход в рабочий режим. Работа на эквивалент антенны.	Создание баз данных по видам сигналов для их оперативной идентификации [22].	
Принцип «заранее подложенной подушки». Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.	Использование в информационно-управляющих системах многоканальных систем связи [15, 34].		Наличие штатного ЗИП для образца. Использование мобильных ремонтных мастерских, пример: аппаратная технического обслуживания АТО-40 [18].	Дублирование ТУ (например, жестких магнитных дисков).	Использование элементов ТУ с избыточными характеристиками (например, с более высокими допустимыми рабочими напряжениями и температурой).
Принцип сфероидальности: а) перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим…; б) перейти к вращательному движению, …			Вращение антенны для расширения сектора обзора, например, станция помех «Тополь-Э» [18].	Сферические резонаторные антенны малых электрических размеров [35].	Линза Люнеберга как пассивное средство помех [32].
Принцип динамичности: а) характеристики объекта (или внешней среды) должны ме-	Пространственно распределенные системы разведки и помех [17]. «…жесткая	Адаптивные комплексы РЭБ: изменение параметров помех в за-		Оптимальные условия работы усилителя ПЧ с применением гетеродина.	Конденсаторы переменной емкости.

Таблица 1 – продолжение

няться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы; б) разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.	иерархическая система военного управления сменяется гибкой сетевой...» [34].	висимости от типа подавляемого РЭС [18].		Автоматические регуляторы уровня (АРУ) сигнала.	
Принцип частичного или избыточного решения. Если трудно получить 100% требуемого эффекта, надо получить «чуть меньше» или «чуть больше».			Избыточность или недостаточность диапазона рабочих частот, избыточность мощности СВЧ излучателей [19].	Унифицированные модули с избыточными техническими характеристиками.	Унифицированные изделия с избыточными техническими характеристиками.
Принцип перехода в другое измерение: а) трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (то есть на плоскости)...	Системы пространственно-разнесенных помех [26].	Размещение на летательных аппаратах (ЛА), БЛА и космических аппаратах [18,22,26].	Прием сигнала в двух и более точках и определение местоположения источника сигналов триангуляционным методом измерения координат [26,32], пример: трехкоординатный комплекс радиотехнической разведки 85В6-В [18].	Трехмерные СБИС [12].	Двусторонние печатные платы [12]. Переход от Фурье-преобразования для представления сигналов к вейвлет-преобразованию [19].
Использование механических колебаний...				Пьезоэлектрические преобразователи для акустических линий задержки [19].	Кварцевые резонаторы. Изменение намагниченности ферромагнетиков при механическом воздействии [7].
Принцип периодического действия: а) перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному); б) если действие уже является периодическим — изменить периодичность; в) использовать паузы между импульсами для осуществления другого действия.	«...использование рандомизированных циклов для временного разделения циклов функций разведки и создания помех» [17].	Проведение регулярного анализа радиоэлектронной обстановки (РЭО) и оценки приоритетности РЭС-объектов подавления [18,22,24].	Сканирование пространства устройствами радиолокационной разведки (РЛР) [25].	Сканирующие приемники [36].	Использование сверхкоротких импульсов [19].
Принцип непрерывности полезного дей-	Непрерывное ведение разведки и			Использование панорамных	

Таблица 1 – продолжение

ствия...	контроля РЭО [18,22,32].			приемников для беспоискового способа определения частоты и сокращения времени разведки [32].	
Принцип проскока. Вести процесс или отдельные его этапы (например, вредные или опасные) на большой скорости.		Выстреливаемые малогабаритные передатчики помех (МПП), пример: комплекты 152-мм выстрелов со снарядами ЗРБ30-1-8 для постановки КВ и УКВ радиопомех [18].			
Принцип «обратить вред в пользу»: а) использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта; б) устранить вредный фактор за счет сложения с другим вредным фактором; в) усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.		Ответные имитационные помехи (например, переизлучаемые, ретрансляционные) [26].	Использование излучения РЭС противника для определения его местоположения и поражения [18,26].	Лазерные средства поражения оптических устройств [22]. Возбуждение генераторов на основе паразитных связей.	Использование э/м-импульса для поражения компонент радиоэлектронных средств, на пример, тепловое поражение полупроводниковых приборов [19]. Применение эффекта Ганна для генерации высокочастотных колебаний [7].
Принцип обратной связи (ОС): а) ввести обратную связь; б) если обратная связь есть — изменить ее.	Замкнутая система «разведка-управление-подавление» [21].	Адаптивные средства РЭБ [26].	Головки самонаведения СНО [19].	Положительная ОС – генераторы колебаний. Отрицательная ОС – усилители сигналов.	
Принцип «посредника». Использовать промежуточный объект-переносчик.		Использование БЛА или артиллерийских снарядов для переноса усилий по РЭБ на территорию противника,			Использование электромагнитных волн для переноса помеховых сигналов или вредящих программ

Таблица 1 – продолжение

		пример: комплекты 152-мм выстрелов со снарядами ЗРБ30-1-8 [18].			[28,32].
Принцип самообслуживания: а) объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции; б) использовать отходы (энергии, вещества).			Комплексы со встроенными аппаратными системами самодиагностики.	Комплексы (ЭВМ) со встроенными программными системами контроля, настройки и самодиагностики.	
Принцип копирования: а) вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии; б) ... использовать изменение масштаба....		Использование при испытаниях техники РЭБ макетов, имитирующих работу РЭС противника.	Использование физических моделей образцов ВВТ при оценке характеристик заметности.		
Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности. Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью).		Забрасываемые передатчики помех, ложные цели, дипольные отражатели одноразового действия [32].			
Принцип изменения окраски: а) изменить окраску объекта или внешней среды; б) изменить степень прозрачности объекта или внешней среды.				Средства маскировки на основе дымовых завес.	Средства снижения заметности (ССЗ) типа «Хамелеон» [37].
Принцип однородности.	Техническое и программное сопряжение средств и комплексов системы [17,28].		Согласование сигналов, циркулирующих между функциональными подсистемами по виду и амплитуде.		
Изменение физико-химических парамет-			Противодействие работе РЭС про-	Флэш-память: переход матери-	Изменение свойств среды

Таблица 1 – продолжение

ров объекта.			тивника путем ионизации локальных областей пространства [32].	ала из аморфного состояния в поликристаллическое с уменьшением сопротивления. Методы и средства изменения эффективной площади рассеяния [32].	распространения э/м волн [19]. Американская система HAARP. Плазменные ССЗ [30].
Применение композиционных материалов. Перейти от однородных материалов к композиционным.			Радиопрозрачные материалы обтекателей ракет СНО [28].	Саморазвертывающиеся антенные устройства.	РПМ [20, 32].

Примечание. Поскольку типовые приемы или принципы интерпретированы для радиотехнических устройств, то эти принципы трактуются в более широком смысле, чем в первоисточнике.

Синтез технологий РЭБ не представляется возможным без учета особенностей в части их военной направленности и условий конфликтного взаимодействия средств РЭБ и РЭС противника. Так «…военные технологии, под которыми понимаются типовые формы (способы или методы) военной деятельности (военных действий), в большинстве случаев связаны не с созидательными, а с разрушительными (поражение, подавление, выведение из строя военных объектов, объектов инфраструктуры, вооружения, военной, специальной техники и др.) процессами…» [4]. В этой связи представляется целесообразным рассмотрение примеров реализации стратагем [13,14]. Под стратагемой понимается некоторый алгоритм, уловка или «план, в котором для противника заключена какая-либо ловушка или хитрость» [13]. Отметим, что с некоторой долей условности РЭБ можно рассматривать как одну из реализаций стратагемы «Создавай замешательство и путаницу для того, чтобы незаметно двигаться к достижению своей цели» [38], когда «стратагемному воздействию подвергается не сам объект, а его ближайшее окружение; не структура как таковая, а механизм ее действия. Создание хаоса, неразберихи, безвластия, бесконтрольности, а также замутнение перспективы и сеяние всякого рода … неясности, двусмысленности, туманности и неточности…» [38] дает преимущества в выполнении собственных задач. Легко напрашивается аналогия с целью РЭБ по нарушению эффективного управления силами и средствами противника, при этом воздействию подвергаются не сами средства вооруженной борьбы, но системы управления этими средствами. Примеры реализации стратагем приведены в таблице 2.

Одним из перспективных методов поиска новых технических решений является применение теории развития технических систем и, в частности, ЗРТС [5]. Анализ технологий РЭБ с позиций ЗРТС позволит не только выявлять малоактуальные технологии, но и стимулировать выработку практических предложений по разработке технологий новых и существенном повышении эффективности традиционных. Для обоснования этих положений в таблице 3 представлены примеры реализации законов развития технических систем в области РЭБ.

Таблица 2 – Примеры известных реализаций стратагем в области РЭБ

Стратагемы [13,14,38,39]	Реализация на уровнях иерархии технологий				
	Системы	Комплексы	Функциональные подсистемы	Технические устройства (ТУ)	Элементы ТУ
Стратагема «сманить тигра с горы на равнину». Предпринять такие действия, в результате которых противник утратит некоторые свои преимущества: преимущество своего положения, выгодную местность, базы, статус, помощников, ресурсы.	Нарушение функционирования системы управления (СУ), при котором оптимальное использование ресурсов противником невозможно [29].	Нарушение функционирования СУ КР [31] с целью нарушения оптимального (на малых высотах) режима полета и последующего огневого поражения.			
Стратагема «открытых городских ворот». Представить ложное настоящим, а настоящее ложным.		Комплексы имитации радиоэлектронной обстановки [40].	Понижение эффективной площади рассеяния (ЭПР) защищаемого объекта или повышение ЭПР ложных целей [22,32].	Дипольные отражатели. Ложные тепловые цели. Радиолокационные ловушки [32].	Управляемые РПМ и радиопоглощающие покрытия [22,32].
Стратагема «точечного воздействия». Для получения эффективного результата не надо разрушать всю систему противника. Достаточно выявить слабую точку, оказать на нее акцентированное воздействие, нанести точечный удар или взять ее под свой контроль.		Средства специального программного воздействия на электронные вычислительные компоненты систем управления [31].			
Стратагема «случайного результата». Для того, чтобы добиться заданной цели, события выстраиваются таким образом, что необходимое событие (встреча, получение информации) выглядит как случайность.			Использование имитационных помех [22].		
Стратагема «использования ресурсов противника в своих целях». Перенацеливание усилий противника.			Ответные имитационные помехи (например, переизлучаемые, ретрансляционные) [22,26].	Уголковые отражатели [32].	

Таблица 3 – ЗРТС в области РЭБ

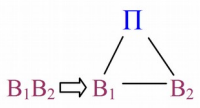
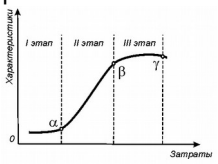
Законы развития технических систем [5]	Формулировка и основные понятия [5]	Пример реализации
1	2	3
Закон полноты частей системы	Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы (ТС) является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.	Для станций активных помех такими основными частями являются подсистемы разведки, управления, помех и энергетическая установка. Для станции радиотехнической разведки такими компонентами являются: антенно-фидерное устройство (АФУ), приемники, анализатор, пеленгаторное устройство, устройство запоминания и обработки получаемой информации, телеметрическое устройство и аппаратура контроля [26, 32].
Закон «энергетической проводимости» системы	Необходимым условием принципиальной жизнеспособности ТС является сквозной проход энергии по всем частям системы.	Для станций активных помех в качестве сквозного потока можно рассматривать информационный поток электрических сигналов (полевая передача энергии от одной части ТС к другой), проходящий от приемной до изучающей антенн. В более широком смысле – передача сигналов по контуру: излучающее устройство РЭС противника – приемное устройство станции помех – анализатор – генератор помех – передатчик помех – АФУ – приемное устройство РЭС противника [26, 32].
Закон согласования ритмики частей системы	Необходимым условием принципиальной жизнеспособности ТС является согласование (или сознательное рассогласование) частоты колебаний (периодичности работы) всех частей системы.	Из закона следуют правила: - в ТС должны быть согласованы (или рассогласованы) частоты используемых полей. Рассогласование по частоте соблюдается при обеспечении электромагнитной совместимости РЭС [41]; - если два действия (например, измерение и изменение) несовместимы, то одно действие осуществляют в паузах другого. Любые паузы в одном действии должны быть заполнены другим полезным действием. В этом аспекте можно привести пример циклов разведки и подавления [26].
Закон динамизации технических систем	Жесткие системы, для повышения их эффективности должны становиться динамичными, то есть переходить к более гибкой, быстро меняющейся адаптивной структуре и к режиму работы, подстраивающемуся под изменения внешней среды.	Обеспечение адаптивности комплексов РЭБ, возможности перепрограммирования [18,26].
Закон увеличения степени вепольности систем  	Развитие ТС идет в направлении увеличения степени вепольности: невепольные системы стремятся стать вепольными, а в вепольных системах развитие идет путем увеличения числа связей между элементами, повышения отзывчивости (чувствительности) элементов, увеличения количества элементов.	Повышение чувствительности, быстродействия РЭА, «разработка быстродействующих систем радиоэлектронно-информационного обеспечения РЭБ…» [28] является одним из постоянных требований, предъявляемых к перспективным РЭС военного назначения. В качестве примера повышения вепольности можно привести повышение эффективности разведки применением различных полей: акустического, сейсмического, электромагнитного в инфракрасном и оптическом участках спектра [42]. А также переход в другой тип поля для передачи информации [43].

Таблица 3 – продолжение

1	2	3
Закон неравномерности развития систем	Развитие частей системы идет неравномерно: чем сложнее система, тем неравномернее развитие ее частей. Неравномерность развития частей системы является причиной возникновения технических и физических противоречий, и, следовательно, изобретательских задач.	Микроминиатюризация элементов РЭА при относительно высоких массогабаритных характеристиках источников питания.
Закон перехода с макро- на микро-уровень	Развитие рабочих органов идет сначала на макро-, а затем на микро-уровне.	Создание ФАР [19,29], РПМ на основе нанотехнологий [20], компонент ВВСТ на основе микро- и нанотехнологий [44]
Закон перехода в надсистему	Развитие системы, достигшей своего предела, может быть продолжено на уровне надсистемы. Одним из путей такого перехода является объединение технических систем с образованием поли-систем.	Интеграция комплексов РЭБ в технические системы РЭБ, интеграция средств РЭБ и средств огневого поражения [15,19,23]. Объединение средств РЭБ в сетецентрические пространственно-распределенные системы [17].
Закон увеличения степени идеальности	Идеальная ТС – это система, масса, габариты и энергоемкость которой стремятся к нулю, а ее способность выполнять работу при этом не уменьшается.	Снижение массогабаритных характеристик, повышение эффективности при снижении стоимости являются постоянными требованиями, предъявляемыми и реализуемыми в разрабатываемых перспективных средствах РЭБ [28,29].
Общая схема развития ТС. Закон S-образного развития ТС.  	Эволюция процессов в технике отображается логистической кривой, которая показывает меняющиеся со временем темпы развития. При этом условно выделяются три основных этапа развития ТС: - разработка. Конкретно в технике это длительный процесс проектирования системы, ее доработки, изготовления опытного образца, подготовки к серийному выпуску; - прогресс. Этап бурного совершенствования системы, ее модернизации и становления в качестве эффективной единицы. В буквальном понимании это означает те изменения, которые должны произойти в системе, чтоб она отвечала возрастающим к ней требованиям; - стагнация. С какого-то момента развитие системы замедляется, а позже прекращается вовсе. Когда возможности совершенствования исчерпаны, на смену старой системе приходит новая, и весь цикл повторяется.	Примером может являться разработка автоматизированного комплекса радиоэлектронного подавления Р-330 [45], который претерпел модернизации: - Р-330Т (Россия); -Р-330У «Укол» (Россия); -«Борисоглебск-2» (Россия); -«Мандат-М/Б1Е» (Украина); -«Мандат-М» (Белоруссия) [46]. В качестве примера можно также привести технологии вещания в ДВ и СВ диапазонах, бурно развивающихся до 70-х годов и практически прекративших свое существование в настоящее время.

С учетом сказанного, а также учитывая положения [1], общая процедура формирования перечня технологий РЭБ включает следующие этапы (рисунок 1).

I. Формирование перечня технологий на основе морфологического анализа [1] и применения стандартных алгоритмов ТРИЗ (АРИЗ).

II. Проведение анализа традиционных технологий РЭБ. Определяется этап развития технологии и соответствующие этому этапу ЗРТС [5]. Выявляются противоречия, проводится вепольный анализ, анализ возможностей использования известных физико-технических эффектов и т. д. в соответствии с алгоритмом ТРИЗ (АРИЗ). Например, рассматриваем технологии создания подсистем управления на основе микропроцессорной техники. Технология находится на третьем этапе развития. Одно из противоречий – сложная топология микро-ЭВМ, сверхвысокая степень интеграции элементов в микросхемах, что затрудняет наращивание производительности и отвод тепла от элементов [47].

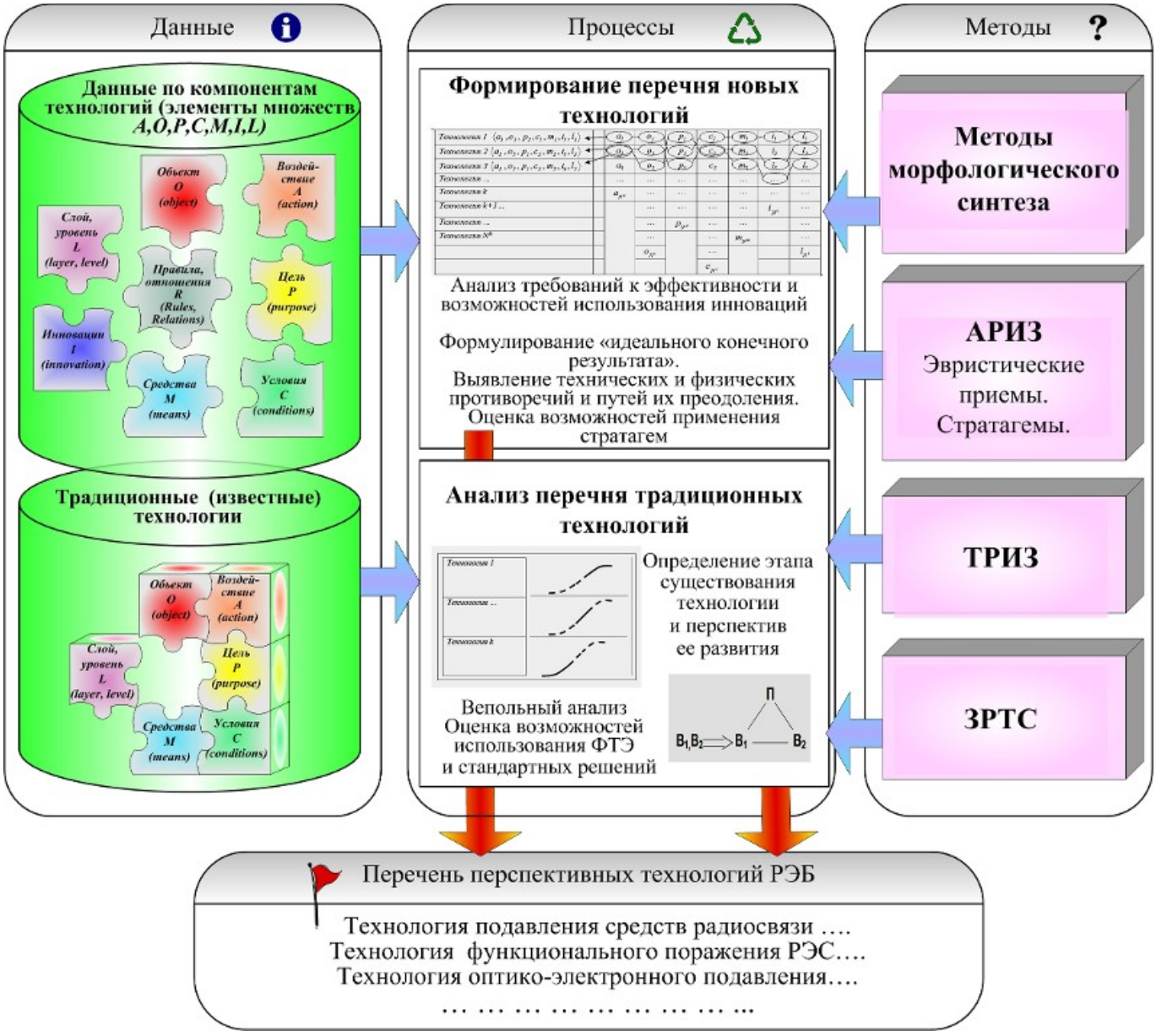


Рисунок 1 – Укрупненная схема синтеза перечня технологий РЭБ

В этой связи рассматриваются возможности дальнейшего уменьшения размеров транзисторов, однако «…понятно, что существует чисто физический предел, делающий невоз-

можным дальнейшее уменьшение размеров транзисторов...» [47] и ограничивающий, тем самым, вычислительную производительность. Поэтому рассматриваются возможности использования других типов полей, например, оптического диапазона электромагнитных волн, при котором возможно перекрещивание лучей, несущих информационные потоки, использование оптоволокна и др. Рассматриваются возможности создания квантового компьютера (первый этап развития технологии) [47] и т. д. В результате может быть сформулирована новая технология, базирующаяся на ФТЭ, ранее не применявшихся в этой области.

Актуальные технологии, находящиеся на первом и втором этапе развития и не потерявшие актуальность в аспекте задач РЭБ и объектов подавления, включаются в итоговый перечень.

III. Формирование полного перечня перспективных технологий, включая новые и целесообразные традиционные.

Подводя итог изложенному, можно сделать следующие выводы:

- в статье предложен методический подход к решению задачи обоснования актуального перечня технологий РЭБ, к преимуществам которого относятся: создание условий для формализации процесса обоснования технологий, всестороннее исследование целесообразных направлений технологического развития в области РЭБ в автоматизированном режиме, возможность анализа традиционных технологий выявления закономерностей, позитивных тенденций и направлений совершенствования техники РЭБ;
- реализация предложенного методического подхода позволит повысить качество обоснования предложений в Программу развития базовых военных технологий в области РЭБ.

Список использованных источников

1. Козирацкий Ю.Л., Аносов Р.С., Бывших Д.М. Синтез технологий радиоэлектронной борьбы. Применение морфологических методов // Вооружение и экономика. – 2016. – № 1 (34). – С. 33-42.

2. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 368 с.

3. Одрин В.М. Методы морфологического анализа технических систем. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 312 с.

4. Буренок В.М., Ивлев. А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. – М.: Граница, 2007. – 408 с.

5. Шамина О.Б. Методы научно-технического творчества: синтез новых технических решений: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 90 с.

6. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. – Тверь: Купол, 2009.

7. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие для студентов втузов.— М.: Машиностроение, 1988. — 368 с.

8. Буш Г.О. Методологические основы научного управления изобретательством. —Рига: Лиесма, 1974. —167 с.

9. Кудрявцев А.В. Методы интуитивного поиска технических решений (методы анализа проблем и поиска решений в технике). – М.: Речной транспорт, 1991. —112 с.

10. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. — М.: Московский рабочий, 1973. — 296 с.

11. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986. — 209 с.

12. Уразаев В.Г. ТРИЗ в электронике. — М.: Техносфера, 2006. — 320 с.

13. Харро фон Зенгер. Стратагемы. О китайском искусстве жить и выживать. Том 1. – М.: Эксмо, 2004. — 556 с.

14. Воеводин А.И. Стратагемы. Стратегии войны, бизнеса, манипуляции, обмана. — М.: Эт Сетера, 2004. — 284 с.

15. Рахманов А.А. Сетецентрические системы управления: закономерные тенденции, проблемные вопросы и пути их решения // Военная мысль. – 2011. – № 3. – С. 42-50.

16. Чельцов Б.Ф. Проблемы создания сетецентрической системы управления войсками, силами и средствами ВКО // Вестник Академии военных наук. – 2011. – № 4. – С.56-63.

17. Радзиевский В.Г. Сетецентрическая пространственно-распределенная система на основе малогабаритных модулей разведки и помех // Радиотехника. – 2012. – № 6. – С. 4-11.

18. Оружие и технологии России. Энциклопедия XXI век. Том 13. Системы управления, связи и радиоэлектронной борьбы / Под ред. С. Иванова — М.: Оружие и технологии, 2006. – 686 с.

19. Добыкин В.Д., Куприянов А.И., Пономарев В.Г., Шустов Л.Н. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем / Под общ. ред. А.И. Куприянова. – М.: Вузовская книга, 2007. – 468 с.

20. Николайчук Г.А., Петров В.В., Яковлев С.В., Луцев Л.В. Радиопоглощающие материалы на основе наноструктур // Нанотехника. – 2009. – № 1 (17). – С. 41-44.

21. Донсков Ю.Е., Спасибухов С.Н., Демин В.Е. О системном подходе к моделированию конфликтного взаимодействия в радиоэлектронной борьбе // Военная мысль. – 2009. – № 3. – С. 31-40.

22. Добыкин В.Д., Куприянов А.И., Пономарев В.Г., Шустов Л.Н. Радиоэлектронная борьба. Цифровое запоминание и воспроизведение радиосигналов и электромагнитных волн / Под общ. ред. А.И. Куприянова. – М.: Вузовская книга, 2009. – 360 с.

23. Киселев В., Воробьев И. Оборона и маневр – вещи несовместимые? // Армейский сборник. – 2012. – № 10. – С.32-33.

24. Богатов В. Разработка и использование супер-ЭВМ в интересах вооруженных сил США // Зарубежное военное обозрение. – 1991. – № 4. – С. 63-72.

25. Охрименко А.Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба. Часть 1. Основы радиолокации. – М.: Военное издательство, 1983. — 456 с.

26. Цветнов В.В. Радиоэлектронная борьба: радиоразведка и радиоподавление. – М.: Изд-во МАИ, 1998. – 248 с.

27. Ашурбейли И.Р., Лаговиер А.И., Соколов С.П. Сложные радиоэлектронные системы вооружения. Планирование и управление созданием. – М.: Радиотехника, 2010. – 440 с.

28. Доскалов М.В. Перспективы развития системы радиоэлектронной борьбы Российской Федерации на период до 2020 года //
http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-9/III/Doskalov.pdf

29. Балыбин В.А., Батурин Ю.О., Гулидов А.А. О совершенствовании системы вооружения радиоэлектронной борьбы // Военная мысль. – 2013. – № 11. – С. 14-20.

30. Пат. 2 469 447 С2 Рос. Федерация, МПК H01Q 17/00 (2006.01). Способ снижения радиолокационной заметности объекта, оборудованного, по меньшей мере, одной антенной / Головин А.И., Коротеев А.С., Ломакин Б.Н., Шлойдо А.И., Таушканов О.К. Заявитель и патентообладатель Государственный научный центр Российской Федерации – ФГУП «Исследовательский

Центр имени М.В. Келдыша» (ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»). – № 2010150356/07; заяв. 09.12.2010; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 34. – С. 6.

31. Казахов Б.Д. Радиоэлектронное поражение радиоэлектронных средств воздушного нападения в интересах противовоздушной обороны оперативного общевойскового объединения // Вестник Академии военных наук. – 2011. – № 3 (31). – С. 71-77.

32. Вакин С.А., Шустов Л.Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. – М.: Советское радио, 1968. – 448 с.

33. Букеррум А., Донсков Ю.Е., Павлов В.А. О выборе позиций средств РЭБ на основе цифровой картографической информации // Военная мысль. – 2010. – № 10. – С. 28-34.

34. Макаренко С.И., Бережнов А.Н. Перспективы использования сетецентрических технологий управления боевыми действиями и проблемы их внедрения в вооруженных силах Российской Федерации // Вестник Академии военных наук. – 2011. – № 4. – С. 64-68.

35. Князев Н.С., Панченко Б.А. Определение входного сопротивления сферической антенны // Материалы IX Международной научно-технической конференции «Физика и технические приложения волновых процессов» / Под общ. ред. В.И. Тамбовцева. – Челябинск: Изд-во Челябинского государственного университета, 2010. – С. 55.

36. Цифровые радиоприемные системы: Справочник / М.И. Жодзишский, Р.Б. Мазепа, Е.П. Овсянников и др.; под ред. М.И. Жодзишского. – М.: Радио и связь, 1990, – 208 с.

37. Григорян В. «Шапка-невидимка» для танка // Ориентир. – 2013. – № 2. – С. 23-26.

38. Тридцать шесть стратагем // http://ru.wikipedia.org/wiki

39. Пушко Е.В. Понятие военной хитрости и ее актуальность на современном этапе // Армейский сборник. – 2010. – № 9. – С. 24-27.

40. Пат. 2326399 С1 Рос. Федерация, МПК G01S7/40 (2006.01). Способ имитации многопозиционной радиоэлектронной обстановки / Вахтин М.Т., Дидук Л.И., Зинченко В.Б., Никольский В.И., Пастушик М.В. Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение «Федеральный государственный научно-исследовательский испытательный центр радиоэлектронной борьбы и оценки эффективности снижения заметности» Министерства обороны Российской Федерации (RU) – № 2007104906/09; заяв. 08.02.2007; опубл. 10.06.2008, Бюл. № 20 (Iіч), 2010. – С. 2.

41. Американские военные о радиоэлектронной войне // http://dpua.info/news/ news-in-the-world/obschestvo/amerikanskie-voennye-o-radioelektronnoj-vojne.html.

42. Радиоэлектронная война во Вьетнаме // http://topwar.ru/32035-radioelektronnaya-voyna-vo-vetname.html.

43. Пат. 2 184 384 Рос. Федерация, МПК 7 6 01 V 7/00. Способ генерирования и приема гравитационных волн и устройство для его реализации (варианты) / Леонов В.С., Пилкин В.Е. Заявитель и патентообладатель Леонов В.С., Пилкин В.Е. – № 200 111 3321/28 (22); заяв. 21.05.2001; опубл. 21.05.2001, Бюл. № 18 (Iіч), 2002. – С. 2.

44. Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Проблемные вопросы развития микро- и нанотехнологий специального применения / Сб. матер. конференции VI Международного Форума «Высокие технологии XXI века». – М.: РФРВТ, 2005. – С. 171-174.

45. Р-330 «Мандат» // https://ru.wikipedia.org/wiki/Р-330.

46. Глубокая модернизация станций помех и пункта управления комплекса «Мандат» // http://www.kbradar.by/text/pages-view-83.html.

47. Квантовый компьютер // http://compress.ru/Article.aspx?id=17653.

А.Б. Шевчук, доктор военных наук, профессор
А.П. Платонов, доктор военных наук, профессор

Фортификационная подготовка обороны границ Российского государства

Рассматривается эволюция приграничных фортификационных укреплений начиная с Древней Руси под влиянием двух основных факторов: развития средств поражения и развития тактики ведения боя.

С древних времен и до настоящего времени искусство фортификации заключалось в укреплении позиций (районов) двумя основными способами: заблаговременным возведением укреплений (долговременная фортификация) и возведением укреплений в ходе боевых действий или при непосредственной подготовке к ним самими войсками в ходе ведения боевых действий (полевая или войсковая фортификация).

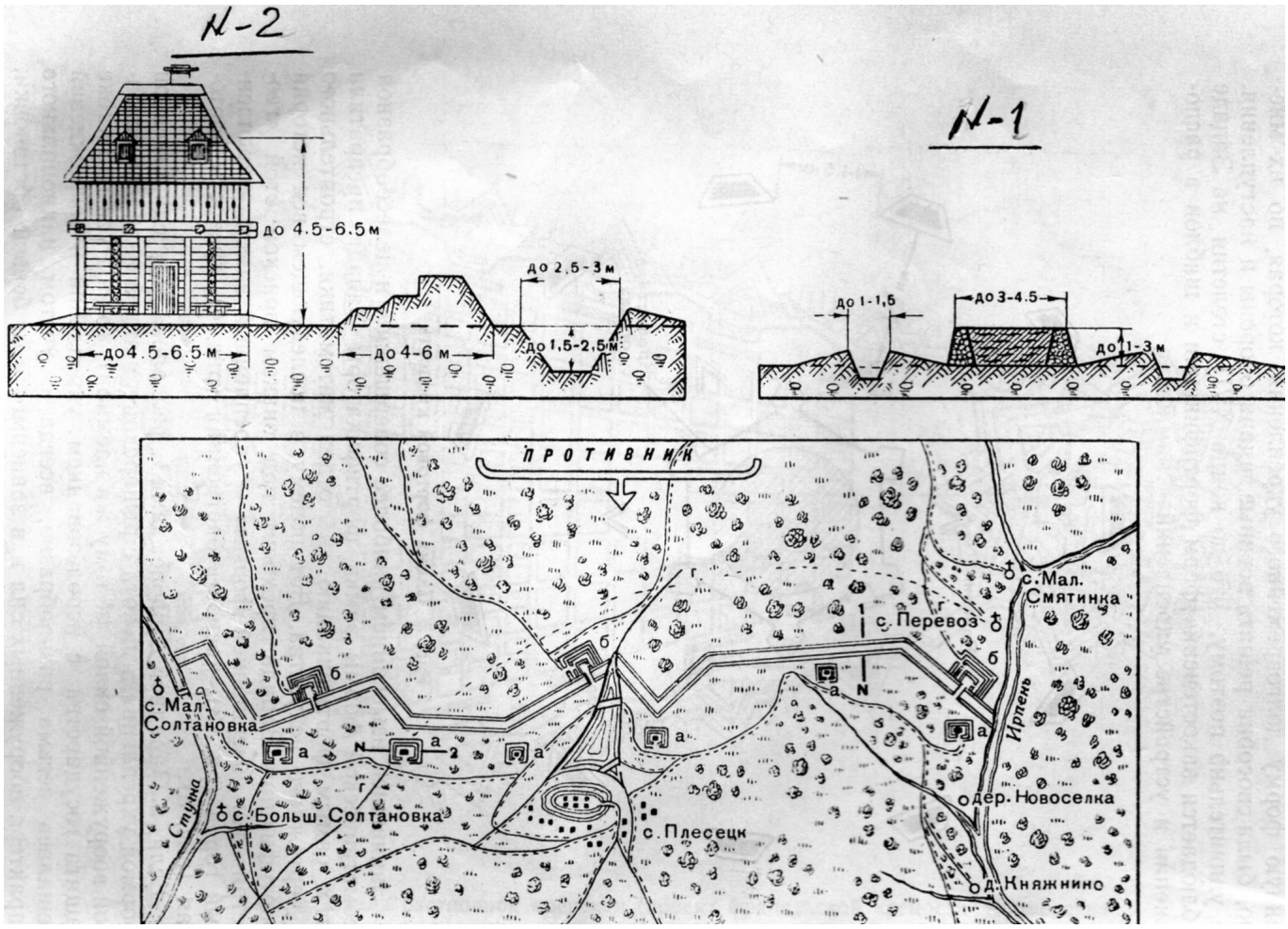


Рисунок 1 – Участок «змиевого вала» Киевской Руси

Соотношения между ними обусловливаются многими факторами: военно-политической обстановкой, экономической и военной мощью государства, теорией и практикой военного искусства в предвоенный период и др. На современном этапе развития нашего госу-

дарства этот вопрос однозначно не решен. Противоречие между необходимостью инженерной подготовки обороны России, в том числе и фортификационной подготовки границ, и отсутствием концепции решения этой задачи сохраняется и сейчас. В решении трудных ситуаций бывает полезно обратиться к истории решаемого вопроса.

Древняя Русь охранялась от неприятельского вторжения многочисленными укрепленными пунктами и оборонительными линиями. Первые назывались городами, городками и острогами, смотря по важности и величине. А вторые – засечными сторожевыми линиями.

В оборонительной системе Киевской Руси заслуживают внимание оборонительные линии, так называемые «змиевы валы» (рисунок 1), а в Московском государстве – «засечные охранительные линии» или «сторожевые линии».

В степной местности на оборонительной линии, называемой чертой, устраивался земляной вал со рвом. При этом валы достигали 6-8 м высоты и ширины 16-17 м. При отсутствии реки с наружной стороны вала отрывался ров. В лесной местности оборонительная линия состояла из густых, непроходимых лесных завалов. Например, Тульская засечная черта (рисунок 2), возведенная Иваном Грозным, имела протяженность 600 км, а ее ширина в среднем равнялась 2-3 км.

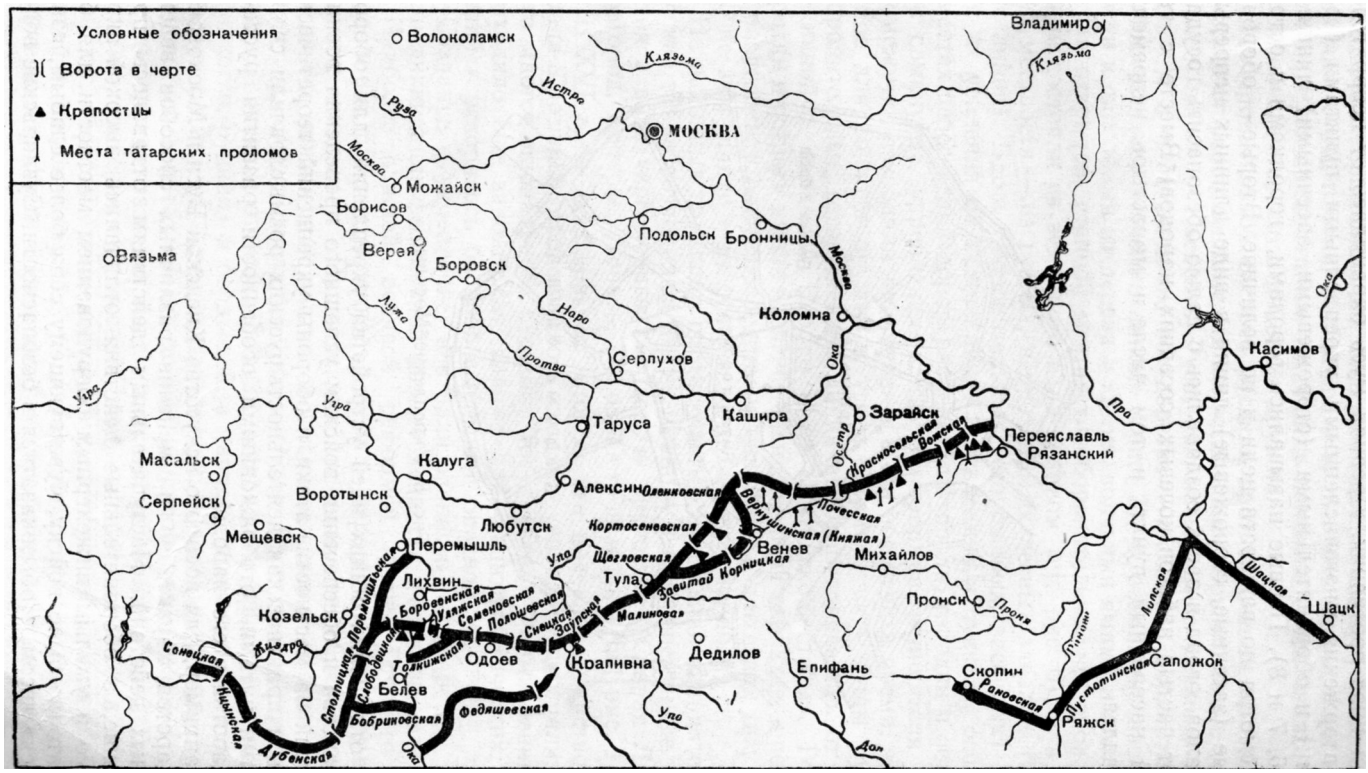


Рисунок 2 – «Засечные охранительные линии» Московской Руси (середина XVII в.)

Города, городки и остроги располагались за оборонительными линиями для их усиления на важнейших направлениях, особенно в местах прохождения главных дорог. Начиная с XVII века подобные укрепления стали называться крепостями. Основным оборонительным элементом этих укреплений являлась кольцевая ограда.

Простые земляные ограды были единственным средством защиты у славян до половины IX века, которые состояли из вала со рвом. Высота вала достигала до 20 м с толщиной в верхней части не менее 1,3 м. Размеры рва обусловливались количеством земли, необходимой для отсыпки вала. С целью затруднения преодоления оград ров отрывался глубиной до 10 м с максимально возмож-

ными крутыми стенками. По вершине земляного вала устраивался деревянный забор, носивший название тына или заборола.

Деревоземляные ограды обычно строились в виде срубов двух типов: городни и тарасы. Срубы – городни (городницы) устраивались трех- или четырехстенными, которые приставлялись друг к другу для получения ограды необходимой длины. Сплошной сруб рубился из двух продольных и связывающих поперечных стен. Участок между поперечными стенами назывался тарасой. Внутреннее пространство сруба заполнялось грунтом. Толщина венчатых стен изменялась от 2 до 6 м. Поверх ограды делался помост, на котором находились стрелки, защищенные с наружной стороны стенкой из бревен (забороломи). Заборолы устраивались либо в виде продолжения внешней стены сруба, либо консольными для обстрела подножья ограды.

Башни как обязательный элемент укрепленной ограды появился уже во время Киевской Руси. Они вначале играли роль наблюдательных вышек и укреплений для защиты ворот. В дальнейшем стали применяться и для фланкирования подступов к стенам. Башни до середины XVI века назывались вежами, столпами, стрельницами, кострами. Они располагались по углам ограды и у длинных прямолинейных ее участков, выступая из-за стены на 2-3 м. Башни устраивались в виде сруба квадратной формы в плане или шестиугольные, 1-3 этажными, соответственно высотой от 6 до 13,5 м.

Каменные ограды в России появились в начале XI в. Древнейшими из них являются ограда Киева, заложенная Ярославом в 1037 году, ограда Новгородского Кремля, стена Китай-город в Москве, стены Смоленска, Коломны, Порхова и Пскова. Каменные ограды строились из естественного камня, чаще из известняка или из кирпича, или из обоих этих материалов вместе. В последнем случае либо нижняя часть устраивалась из камня, а верхняя надстраивалась из кирпича, либо каменная стена облицовывалась кирпичом.

Каких-либо норм по строительству каменных оград в русском крепостном строительстве периода метательной и стенобитной осадной техники не существовало. Так, например, толщина стен Новгородского острога (1355 год) была 3 м, а стены Порхова – 1,8 м, Пскова – 2,2 м, белокаменный Кремль Дмитрия Донского имел стены толщиной 2-3 м. Средняя высота стен была 6-7 м.

Стены каменных крепостей в своей верхней части имели боевой ход – площадку для расположения защитников, которые поднимались на них с ярусов башен. Верхняя часть крепостных стен снабжалась защитными ограждениями – заборолами, как и в деревянных крепостях. В конце XIV – начале XV веков сплошное ограждение стало заменяться широкими зубцами с промежутком между ними.

Башни каменных крепостей обычно были либо круглыми, либо прямоугольными. Первые возводились по углам для широкого обстрела, а прямоугольные — посередине стены. Причем превышение башен было довольно велико. Например, башни в Изборске имели превышение над стеной на одну треть.

Ров отделялся от подошвы стены бермой шириной от 2 до 14 м. Причем, чем выше стена, тем больше берма, чтобы иметь возможность обстреливать его со стены. По дну рва устраивали тын, частик, надолбы и другие препятствия. Крутости рва, как правило, не имели каменных одежд.

Отличительной особенностью русских крепостей от западноевропейских являлось наличие большого количества ворот. Так, Московский и Владимирские Кремли имели пять проезжих башен, Псковский - девять. Их наличие обеспечивало ведение активной обороны, выражавшейся в быстрых и внезапных вылазках.

На Западе же, больше надеясь на недоступность каменных стен, придерживались пассивной обороны и стремились свести к минимуму количество входов как наиболее слабых элементов крепостной ограды.

Следующая ступень развития крепостной ограды была обусловлена появлением огнестрельного оружия. Влияние нового оружия на строительство крепостей повлияло, с одной стороны, на увеличение сопротивляемости крепостных оград огню осадной артиллерии, а с другой – на обеспечение размещения крепостной артиллерии на стенах и в башнях крепостной ограды.

Первые артиллерийские орудия появились во второй половине XIV века, но их боевая эффективность против каменных крепостных оград была низка из-за слабости удара и малой меткости. Прошло более 100 лет пока фортификационные формы получили новый облик, отвечающий новому оружию.

Во-первых, изменился профиль крепостной ограды. Пришлось отказаться от брустверной стенки на вершине крепостной стены, а, следовательно, и от обороны ее подошвы при помощи консольных бойниц. Увеличили толщину стены, верхнюю ее часть закруглили для отражения снарядов, а нижнюю укрыли за счет более глубокого и широкого рва. Вертикальность преграды оставалась по-прежнему обязательным требованием. Ограда одевалась камнем (кирпичом) на всю высоту препятствия и получила название эскарпа. Противоположная стена рва также одевалась или оставалась земляной и стала называться контрэскарпом. Грунт из рва отсыпался за контрэскарп, образуя пологую насыпь, называемой гласисом. С внутренней стороны стены для пехоты стали устраивать каменные банкеты со ступенями, а для артиллерии — земляную насыпь – валанг. В каменном бруствере устраивались разнообразной формы амбразуры. Общая высота преграды в среднем доходила до 12-15 м, а главный вал возвышался над местным горизонтом на 6-8 м. Ширина рва при глубине 6-7 м доходила до 30 м.

Во-вторых, изменилось начертание крепостной ограды в плане. Уничтожение брустверной стенки лишило преграду обороны сверху и во фланги, что вызвало необходимость так видоизменить башни, чтобы с них можно было вести фланговый огонь вдоль стен. Для этого пришлось им придать полукруглую форму с выносом вперед. Такие постройки получили название ронделей. Они устраивались насыпными, возвышающими над стеной, но не намного, чтобы не представлять значительной цели. В ронделях иногда располагали закрытые помещения для орудий – казематы.

В старых русских укреплениях, башни которых не были рассчитаны на размещение орудий, возводились наружные пристройки из грунта или камня, называемые раскатами.

Кроме этого, стены и башни стали приспосабливаться для артиллерии. Так, с целью получения ярусного огня в стенах устраивались так называемые бои подошвенные, средние и верхние. Подошвенные и средние бои устраивались в виде отдельных орудийных казематов, называвшихся печурами, а верхние бои, в основном, предназначались для стрелков.

Однако закругленная форма ронделей не давала возможности вести хорошую фланговую оборону рва и обеспечивала ведение только рассеянного, а не сосредоточенного огня. Это заставило придать ронделям форму пятиугольников, которые получили название бастионов.

Крепостная бастионная ограда представляла собой многоугольник, описанный вокруг укрепленного пункта, состоящая из главного вала и рва перед ним. По углам многоугольника располагались пятиугольные пристройки к валу – бастионы, соединенные между собой участками главного вала – куртинами, имеющими в среднем длину до 200-250 м. Стороны бастиона, примыкающие к куртине, назывались фланками; стороны, обращенные к противнику – фасами; стороны, обращенная внутрь – горжой; линия, делящая бастион пополам – капитолию; участок крепостной ограды между соседними капитолиями – крепостным (бастионным) фронтом; многоугольник, образованный прямыми, соединяющими вер-

шины бастионов – полигоном. На фланках располагались орудия, обстреливающие ров, а с фасов орудия вели перекрестный огонь по подступам перед крепостной оградой.

Бастионная система крепостной ограды с различными усовершенствованиями просуществовала вплоть до XIX века, когда появилась нарезная артиллерия взамен гладкоствольной. Она проявила два главнейших свойства: дальнобойность и сильное разрушительное действие, что обусловило качественный скачок в развитии крепостного оборонительного строительства. В том числе и в организации подготовки отечественных фортификаторов.

Русские мастера еще до введения огнестрельного оружия возводили укрепления с земляными и деревянными оградами, но для возведения каменных оград приходилось обращаться к иностранным специалистам. Первыми наставниками русских в искусстве возведения каменных оград были греки, а затем немцы. В XIV веке Дмитрий Донской пригласил в Россию иностранных архитекторов, сведущих в военном зодчестве, которые именуются в летописях розмыслами. При их помощи была укреплена Москва каменными стенами со стрельницами и башнями. При Иоанне III и его преемнике были приглашены в Московию иностранные строители, такие как: Антон Фрязин (1469 г.), Аристотель (1475 г.), Петр-Антоний Фрязин (1490 г.), Петр-Французский Фрязин (1508 г.), Иван Фрязин (1508 г.) и др. Все они были строителями московского Кремля, кроме того Аристотель построил Кремль в Новогороде, Иван Фрязин исправил стены Псковского Кремля.

Число иноземных строителей постепенно росло, и при Иване IV они образовали уже особое сословие, имевшее своих учеников. Позднее они получили название горододельцев, городовых мастеров. Так, городовой мастер Федор Савельев-Коня в 1597 году построил новую ограду Смоленска, а в 1625 году другой городовой мастер Конон Федоров построил крепостную ограду Астрахани. Звание же «инженера» появляется впервые по отношению к иностранным строителем при Алексее Михайловиче.

При Иоанне IV было упорядочено и все инженерно-строительное дело. Был основан «пушкарский приказ», который ведал артиллерийской и инженерной частями, а также содержанием в порядке укрепленных пунктов. В то же время получили начало «городовые росписи» или «Городские строительные книги», которые содержали описание оборонительных оград с указанием числа войск, назначенных для их обороны. Также устанавливалась «сметная роспись» с указанием материалов, цен и числа рабочих, необходимых для строительства и исправления старых оград. Комендант укрепленного пункта назывался воеводой и принимал от своего предшественника все городские укрепления с донесением в пушкарский приказ об их состоянии, которое отражалось в «приемных росписях».

Строители были подразделены на инженеров (иностранцы), городских мастеров (отечественные строители), подмастерьев и чертежников. Рабочие из числа окрестных жителей являлись с необходимым инструментом на определенный срок, по истечении которого заменялись другими. Для покрытия строительных издержек делались местные и общие сборы, что позволяло выполнять крупные строительные работы ограниченными местными средствами и малыми затратами для государства.

Начало теоретическому образованию русских в инженерном искусстве было положено при Василии Шуйском, который в 1607 году велел перевести с немецкого и латинского языков «Устав дел ратных», где были даны также правила для постройки крепостей, их обороны и осады.

Сильный толчок развитию фортификации в России дал Петр I, который основал корпус военных инженеров и организовал соответствующие учебные заведения для подготовки инженеров. Первоначально, как и ранее, Петр

привлекал на службу иностранных инженеров (Гольцман – строитель Ямбурга, Ламбер – Петербургской крепости, Люберас – Кранштота и др.), затем он стал посылать за границу молодых людей для ознакомления с инженерным делом. Из числа их особенно выделялся Корхмин, который строил в 1706 году полевые укрепления между Смоленском и Брянском на случай вторжения с западной границы шведов, а в следующем году усиливал ограду Московского Кремля и Китай-города.

В 1712 году была основана в Москве первая инженерная школа, а в 1719 году – другая инженерная школа в Санкт-Петербурге. Военные инженеры первоначально подчинялись учрежденной в 1722 году Канцелярии главной артиллерии и фортификации, а позднее инженеры были отделены от артиллерии. С 1724 года полевые инженеры были отделены от гарнизонных, которые являлись строителями крепостей, тогда как первые состояли при войсках.

С введением теоретического изучения в России инженерного искусства, появилась и своя инженерная литература, сначала преимущественно переводная: сочинения Кегорна, Штурма, Римплера, Вобана.

Сочинение Кегорна «Новое крепостное строение» содержало описание преимуществ предложенных автором систем крепостного строительства перед французским способом укрепления. Сочинения Штурма «Архитектура воинская» представляло собой описание основных существующих фортификационных систем. Сочинение Римплера «О строении крепостей» имело целью показать недостатки существующих в то время способов укрепления и предложить основные пути их совершенствования. Труд Вобана «Истинный способ укрепления городов», кроме культивирования бастионной системы, содержал правила инженерного искусства применения укреплений к местности. Лучшим руководством по долговременной фортификации при Петре считалось «Паганово о военной архитектуре».

В начале Петровской эпохи в России имелось большое количество укрепленных пунктов самого разнообразного характера: с земляными, деревянными и каменными оградами. Войны с соседними странами вызывали необходимость решения вопросов: что с ними делать, какие нужны для обороны страны, а какие бесполезны? Петр решил эти вопросы изданием в 1724 году так называемого «аншлата крепостей» (штата). В его состав вошло 34 крепости, которые были разделены на три разряда: остзейские – 11, российские – 18, персидские – 5. Первый и третий разряды содержали в себе укрепленные пункты вновь завоеванных провинций, а второй – собственно русские. По «Аншлату» приграничные крепости России не образовывали непреодолимого самостоятельного барьера против вторжения, они имели назначение обеспечить действия полевых войск по отражению противника. Это положение отражают слова Петра I: «Оборона земли зиждется на армии и флоте, истинное же назначение крепостей – служить опорными пунктами для целесообразных действий армии и флота».

В общем при Петре было построено 47 крепостей. Отличительной особенностью петровских крепостей являлось отсутствие (кроме петербургской крепости) каменных стен, что, видимо, объясняется ограничениями в денежных средствах и спешностью работ. В этот же период Россия приступила к строительству приморских крепостей или отдельных морских оборонительных укреплений. Наиболее значимыми из них были приморские форты и батареи Кронштадта, Ревеля и Ротервика. Они состояли из деревянных, наполненных камнем и землей, срубов, на которых был возведен венчатый бруствер. Береговые батареи имели каменный или земляной бруствер.

После Петра и до начала XIX века фортификационная деятельность в России сводилась к исправлению существующих и строи-

тельству новых крепостей. При этом в проектах новых крепостных оград применялось бастионное начертание с некоторыми особенностями в деталях. Из русских инженеров этого периода заслуживают быть отмеченными Деднев, Фан-Сухтелен, Сипягин, Деволан, Опперман. К.И. Опперман разработал проект фортификационной подготовки западных границ (1796 год), в основе которого лежали идеи Петра I. По мнению Оппермана, крепости должны сами вести активную оборону и поддерживать армию в поле. Кроме того, крепость должна «доставить армии достаточно верное время для сбора». Здесь автор проводил мысль, что одной из задач фортификационной подготовки является прикрытие сосредоточения и развертывания армии.

Проект Оппермана осуществления не получил, прежде всего, в силу слабых экономических возможностей. В результате чего к 1812 году, т. е. к моменту вторжения Наполеона, западная граница России была совершенно не подготовлена в фортификационном отношении.

Появление в середине XIX века нарезной артиллерии потребовало разработки новых форм приграничных укреплений – фортовой крепости. Эта крепость состояла из двух элементов: из крепости старого типа, получившей название ядра крепости, и из внешнего кольца отдельных укреплений – фортового пояса. Расстояние между фортами и их удаление от ядра крепости определялось необходимостью обеспечения огневой связи между ними, а также из условия безопасности. Противник должен был сначала прорвать оборону фортов, а затем атаковать ядро крепости. То есть фортовая крепость должна увеличивать продолжительность обороны и затруднять осаду крепости. Таким образом, ответом фортификации на появление нарезной артиллерии была замена физической непрерывности крепостной ограды огневой непрерывностью.

Однако создавать сплошные приграничные барьеры из фортовых крепостей было невозможно по экономическим причинам. Первый, кто дал новое содержание понятию «фортовая крепость», был русский инженер А.З. Теляковский, работы которого оказали огромное влияние на развитие фортификации.

Теляковский видел назначение фортовой крепости не только в том, чтобы служить убежищем для разбитой армии, защищать от бомбардировки ядро крепости и преградить какой-либо путь. Основное ее назначение по Теляковскому – остановить силами своего гарнизона, во взаимодействии с полевыми войсками, вторгнувшуюся армию противника.

Для этого, по его мнению, крепость должна иметь в себе запасы и гарнизон, который имел бы возможность сам действовать наступательно далеко за пределами дальности выстрела крепостной артиллерии. То есть гарнизон должен был заставить противника, пытающегося обойти крепость стороной, штурмовать крепость.

Свои положения на построение фортовой крепости А.З. Теляковский впервые высказал в книге «Фортификация». Первая часть «Полевая фортификация» вышла в 1839 году, а вторая «Долговременная фортификация» – в 1846 году. Эти труды получили всемирное признание, а их переводы использовались в качестве учебного пособия во Франции, Швеции, Испании, Германии, Голландии. А.З. Теляковский по праву считается основателем российской фортификационной школы.

Поскольку основным элементом нового типа крепости стал форт, то все последующее развитие приграничных крепостей стало связано с усовершенствованием ее фортового пояса. Согласно русским взглядам, высказанным Теляковским, форты – это, прежде всего, укрепления, подготовленные для самостоятельной активной обороны. Для этого, в отличие от взглядов западных инженеров, он считал необходимым между фортами на расстоянии 500 м друг от друга поставить дополнительные батареи для создания препятствий проходу противника между фортами или для его атаки какого-либо одного из фортов.

Это положение Теляковского развил другой российский инженер Г.А. Леер в своей работе «О значении укреплений вообще и в особенности крепостей, укрепленных лагерей и оборонительных линий» (1864 год). Леер писал, что «задача новейшей фортификации заключается не в том, чтобы запирать армии и обрекать их на пассивную роль, а напротив, в том, чтобы приготовить под стенами крепости обширное поле сражения».

Теоретические идеи Теляковского на практике реализовал и развил другой выдающийся русский инженер – Э.И. Тотлебен, под руководством которого производились все инженерные работы по укреплению Севастополя. Он впервые развернул главные артиллерийские позиции в промежутках между фортами. Этот опыт «выноса крепостной артиллерии из фортов в промежутки» стал основой строительства фортовых крепостей как в России, так и за рубежом.

Во второй половине XIX века все военно-инженерное дело, а с ним и крепостное строительство в России было в руках Тотлебена, который с 1859 года состоял директором инженерного департамента военного Министерства. В 1873 году в России для рассмотрения вопросов общего стратегического положения, организации армии и фортификационной подготовки границ государства было создано Особое совещание. В его решении по докладу Тотлебена признавалось необходимым на западной границе важнейшие крепости превратить в фортовые (Новогеоргиевск, Ивангород, Варшава, Брест-Литовск и др.) и построить новые фортовые крепости (Осовец, Гродно, Ковно и др.).

В связи с необходимостью возведения новых фортов по указанию Тотлебена в Главном инженерном управлении стали составлять типовые чертежи новых фортов, которые были изданы в 1874 году в виде атласа под заглавием «Нормальные чертежи фортификационных построек». Типовым образцом считался форт в форме сплюснутого шестиугольника с размерами 300х150 м. Ров имел каменный контрэскарп и земляной эскарп, усиленный палисадом. Фланкирование рва производилось из капониров и полукапониров. В горже форта была устроена казарма, защищенная от артиллерийского огня и одновременно являющаяся редюитом форта, обеспечивающим упорную внутреннюю оборону. Противоштурмовая артиллерия располагалась на одном валу с пехотой. Артиллерия дальнего действия выносилась из форта.

Дальнейшее развитие Российских фортовых крепостей шло в основном под влиянием работ профессора Инженерной Академии К.И. Величко: «Исследование новейших средств осады и обороны крепостей» (1888-1889 гг.) и «Оборонительные средства крепостей против ускоренных атак» (1891 г.). Исходя из дальности стрельбы осадной артиллерии Величко считал достаточным иметь радиус крепости в 5 км.

Для обеспечения взаимной огневой поддержки форты располагались не далее 4 км друг от друга (нормально 2,4 км). Дальнобойная артиллерия выносилась на промежутки между фортами, обеспечивая обстрел противника на подступах к крепости и прикрывая огнем форты. Заблаговременно намечались места дополнительных опорных пунктов для пехоты полевого заполнения крепости, а также инженерных заграждений. Благодаря этому фортовый пояс превращался в сплошную укрепленную позицию (рисунок 3).

Гарнизон крепости Величко определял в 36-40 тыс. чел. пехоты и до 1-1,2 тыс. орудий крепостной и полевой артиллерии. Из них на постоянное вооружение фортов и промежутков приходилось 450-500 орудий.

В устройстве фортов с конца XIX века Россия придерживалась бетонно-земляного направления, которое выявилось с принятия в качестве типового форта Величко, спроектированного в 1889 году. Этот форт, несколько усовершенствованный под названием «русский форт» (рисунок 4), применялся при модернизации и строительстве новых крепостей вплоть до начала Первой мировой войны. Он

имел в плане начертание трапеции, имевшей высоту около 250 м с размерами оснований 500 и 250 м. Форт имел один вал высотой около 5 м, приспособлений для пехоты, а также барбеты для противоштурмовых орудий, выкатываемых из своих убежищ. Ров шириной 12 м и глубиной около 9 м фланкировался огнем из кофров, капониров и полукапониров. Для гарнизона под валом в горжовой части устраивалась казарма.

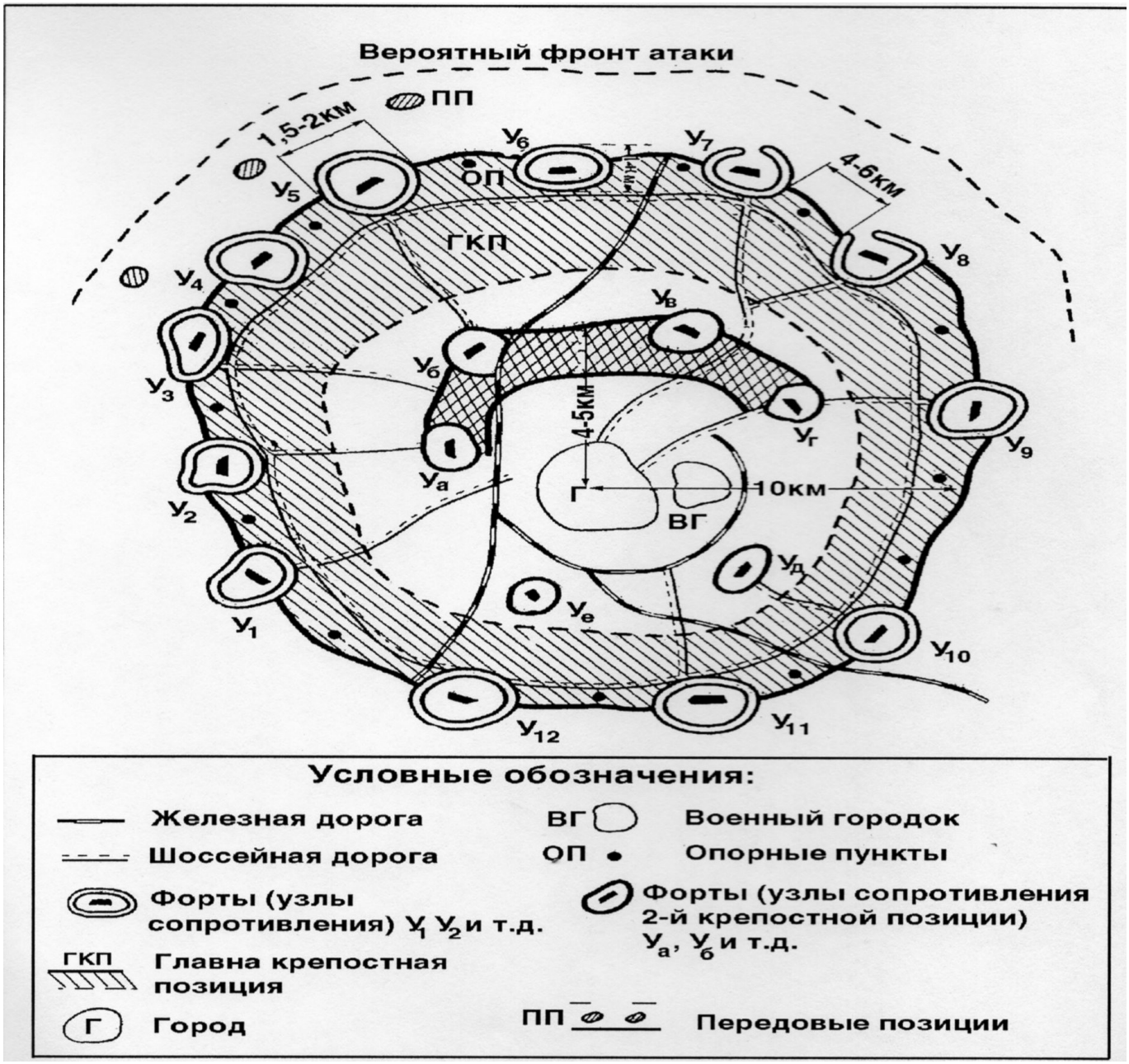


Рисунок 3 – Схема модернизированной фортовой крепости

Толщина защитных конструкций фортификационных построек определялась опытным путем. После появления фугасных бомб Россия находилась в выжидательном положении, следя только за опытными стрельбами в иностранных армиях. Первые опыты Россия выполнила в 1889 году в Николаеве, где еще со времен Крымской компании (1854-1855 гг.) имелись казематы со сводами из известняка. Они были усилены бетоном с песчаной прослойкой. Однако эти опыты были плохо подготовлены и проведены, поэтому их результаты были признаны малоубедительными.

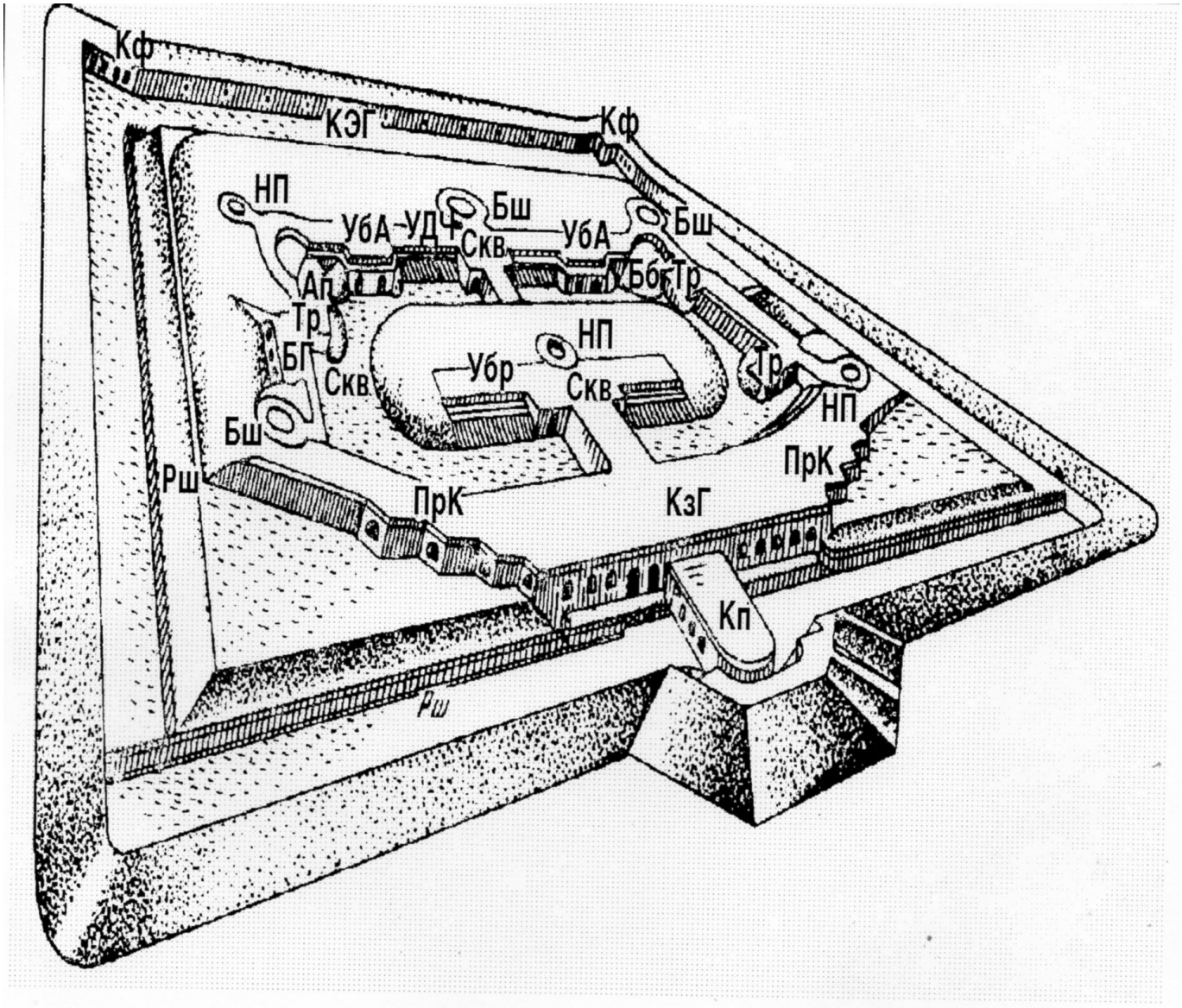


Рисунок 4 – Русский форт 1909 года

Кф – кофры;
НП – наблюдательные посты;
Бш – башни скорострельной пушки;
УбА – убежище для противоштурмовых батарейных орудий;
УДЧ – убежище для дежурной части;
Бб – открытый барбет;
Ап – аппарель;
Скв – сквозняк;
Тр – казематированный траверс;
БГ – броневая стрелковая галерея;
Убр – убежище под ретраншементом;
Рш – решетка;
ПрК – промежуточный полукапонир;
КзГ – казарма в горже;
Кп – горжевой копонир;
КЭГ- контрэскарповая галерея.

Более полные данные были получены опытами в Кронштадте, которые проводились 5 лет (1890-1894 гг.). На Кронштадтской косе была возведена специальная опытная постройка, состоящая из нескольких казематов с разнообразным покрытием из бетона различного состава.

По результатам этих опытов профессор Инженерной академии А.Ф. Плюцинский установил следующие размеры сводчатых бетонных покрытий и защитных грунтовых обсыпок. Если грунтовая обсыпка не более 1,2 м, то бетонный свод должен иметь толщину от 1,5 м до 2,4 м; при толщине обсыпки свыше 3,7 м

толщина покрытия уменьшалась до 1,2 м. Эта толщина определялась глубиной воронки от взрыва 9-дм бомбы (1,8 м), глубины проникания бомбы второго попадания (3,7 м) и безопасного удаления взрыва (1,8 м).

Однако уже через 10 лет опыт русско-японской войны внес коррективы в крепостное строительство. Оборона Порт-Артура выявила несостоятельность основной формы долговременной фортификации – фортовой крепости, имевшей малый диаметр фортового пояса. Крепость насквозь простреливалась огнем новых артиллерийских систем, дальность огня которых достигала 12 км. Увеличение диаметра фортового пояса становилось нецелесообразным в виду необходимости иметь гарнизон в 65-70 тыс. человек с затратами на строительство в 120-130 млн. рублей.

Разрешением этой проблемы стало создание крепости с двумя поясами: из фортов и фортовых групп, так называемой крепости широкого расположения. Фортовые группы располагались на безопасном удалении от ядра крепости и представляли собой пехотный опорный пункт и артиллерийские батареи, расположенные друг от друга на дальности эффективного артиллерийского огня. Площадь фортовой группы составляла около 2 кв. км.

«Невозможность сплошного забрасывания неприятельскими снарядами, маскировка и подвижность артиллерийской обороны – вот три преимущества фортовой группы большой площади», – писал профессор Инженерной академии Н.А. Буйницкий, разработавший основные положения фортовой группы в России. Перед самым началом Первой мировой войны фортовые группы стали возводиться в передовых приграничных крепостях Новогеоргиевск и Брест-Литовск.

Параллельно фортификационную мысль занимала другая проблема – обеспечение защиты крепостных казематов от прямого попадания 280-мм фугасных снарядов осадной артиллерии. Решение было найдено путем замены бетона новым строительным материалам – железобетоном. В России на применение железобетона в крепостном строительстве впервые обратил внимание профессор Инженерной академии Н.А. Житкевич. Под его непосредственным руководством в 1907-1909 гг. был проведен ряд экспериментальных работ с железобетонными плитами и сводами.

По результатам исследований Инженерным комитетом Главного инженерного управления в 1909 году издается «Инструкция для устройства перекрытий казематов в крепостных сооружениях». Согласно этому документу сводчатые покрытия с пролетами свыше 3 м должны были иметь слоистую конструкцию из железобетонного свода толщиной 0,46 м, песчаной прослойки в 0,91 м и бетонного тюфяка в 1,5 м, усиленного в верхней своей части тремя рядами стальных сеток. Для пролетов меньше 3 м рекомендовалось иметь одну сплошную конструкцию из бетонного свода толщиной 2,4 м, усиленного вверху тремя рядами стальных сеток, а снизу – одним рядом сетки, либо предусматривалось иметь железобетонный свод толщиной на 0,3 м меньше бетонного.

Для проверки новых защитных конструкций в 1912 году были проведены стрельбы на острове Березань, близ Очаково. Обстрел опытных построек проводился двумя способами: навесным огнем из 280-мм гаубиц и 155-мм крепостных гаубиц; прямой наводкой огнем из 6-дм пушки и из 3-дм скорострельной пушки. Для 280-мм гаубиц применялись бетонобойные снаряды массой 334 кг с зарядом тола 33,4 кг и фугасные снаряды массой 292 кг с зарядом тола 72,8 кг, а также бронебойные снаряды массой 328 кг без разрывного заряда. Стрельба велась с дистанции около 4,2 км при угле падения снарядов 60 градусов.

Проведенные стрельбы дали богатую информацию, которая стала широко использоваться при проектировании фортификационных сооружений. Впервые были получены эмпирические зависимости для определения глубин проникания снарядов в бетонные толщи. Они были настолько точны, что и сейчас

применяются в несколько усовершенствованном виде. На основе березанских опытов были сделаны следующие основные выводы.

Во-первых, выявлена полная нецелесообразность применения бетонных защитных конструкций ввиду наличия откольных явлений с их внутренней стороны.

Во-вторых, наиболее эффективной защитой конструкций зарекомендовала себя слоистая конструкция, состоящая из железобетонного свода толщиной 0,5 м, песчаной прослойки в 1-1,25 м и бетонного тюфяка в 1,5 м.

В-третьих, были получены рекомендации по устройству грунтовых защитных конструкций. Так, сооружения, обсыпанные слоем грунта в 1,2-1,5 м, обеспечивали защиту от действия 155-мм фугасных снарядов без замедления. Впервые были составлены эмпирические зависимости влияния так называемой забивки на эффективность взрыва. Этими коэффициентами, несколько уточненными, пользуются и в современных расчетах фортификационных конструкций.

В-четвертых, были получены ответы на вопросы по применению брони в фортификации. Практически все испытываемые броневые конструкции показали себя не с лучшей стороны, что подтвердило отрицательное отношение русских инженеров (в особенности К.И. Величко) к применению брони для защиты тяжелой фортовой артиллерии.

По результатам березанских опытов в 1913 году была создана инструкция по разработке новых конструкций казематов, способных сопротивляться от одного до трех попаданий новейших 280-мм фугасных снарядов.

Однако едва Инженерный комитет разослал упомянутую инструкцию в крепостные инженерные управления, как были получены сведения о появлении в Германии новых орудий калибра 420 мм с массой снаряда 820 кг и разрывным зарядом в 176 кг. Переработанные рекомендации были немедленно направлены во все крепостные управления, которые стали ими руководствоваться, начиная со строительного сезона 1913 года.

В 1910 году с изменением плана оперативного развертывания вооруженных сил по западной границе был упразднен ряд существующих крепостей Варшавского оборонительного района и намечено строительство новых на линии Неман-Буг. Тем самым разрушилась система укреплений, которая совершенствовалась в течение столетия, а новая система крепостей к началу войны не была построена. На ее строительство было выделено 121 млн руб., из которых за три года (1912-1914 гг.) было отпущено только 34 млн руб., т. е. 28%.

Между тем, по настоянию Франции, стратегическое развертывание русской армии в 1914 году вновь было выдвинуто вперед – на реку Висла, то есть на линию упраздненных старых крепостей (рисунок 5).

Таким образом, к началу мировой войны Россия, как и сто лет назад в войне с Наполеоном, пришла с неподготовленными в фортификационном отношении границами.

Опыт применения крепостей в Первую мировую войну позволил сделать следующие выводы.

Во-первых, впервые остро обозначилась невозможность своевременного реагирования долговременных форм фортификации на быструю смену военно-стратегической обстановки и высокие темпы развития военной техники и вооружения.

Во-вторых, крепости-одиночки возлагавших на них стратегических задач по самостоятельному прикрытию важнейших операционных направлений не решили в условиях многомиллионных армий, развертывающихся на громадных фронтах. Крепости легко обходились наступающими войсками, гарнизоны изолировались, а фортификационные постройки разрушались новыми артиллерийскими средствами крупных калибров. Все это приводило к быстрой сдаче крепостей (Новогеоргиевск, Ковна и др.).

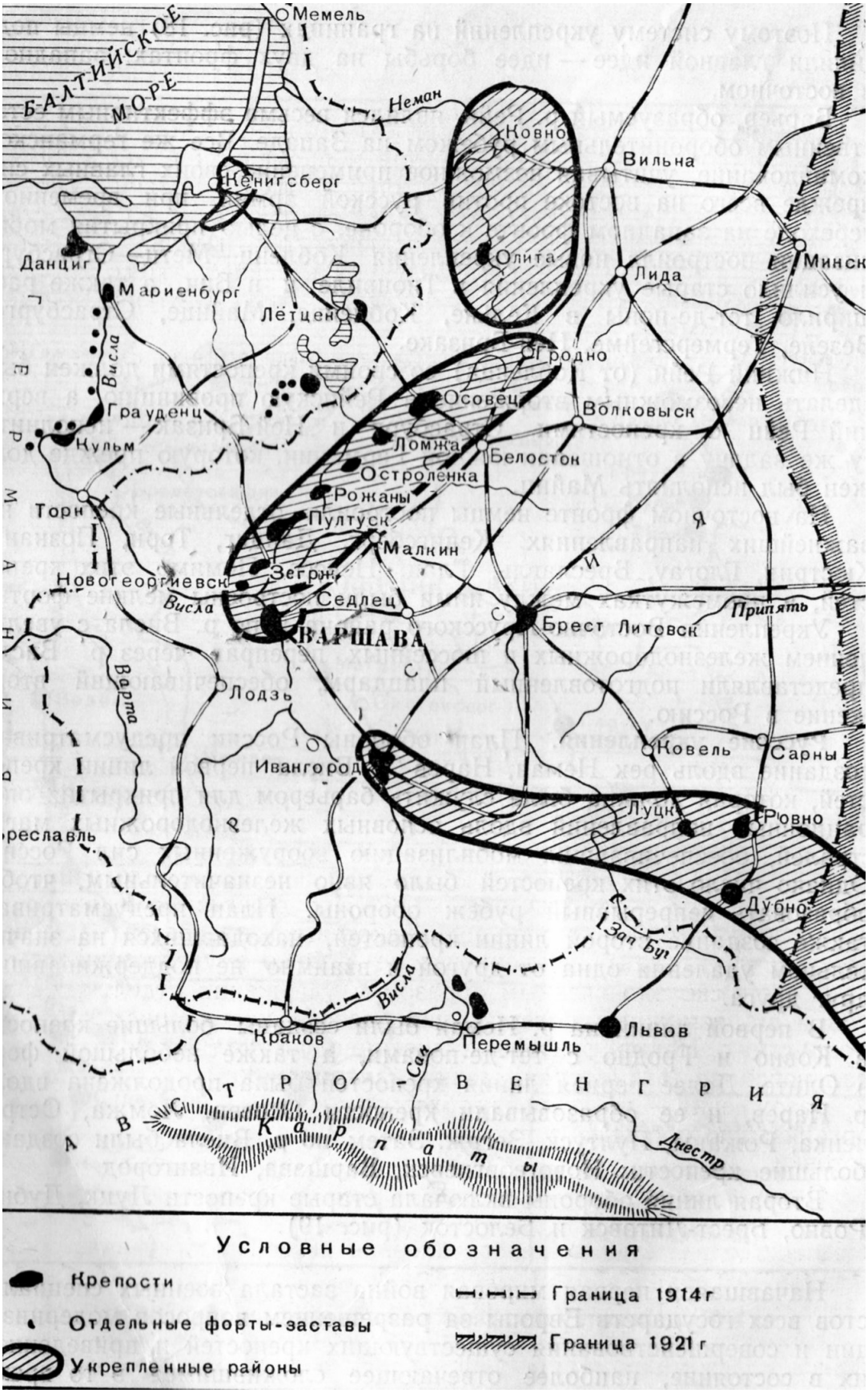


Рисунок 5 – Система крепостей России на западной границе к 1914 году

В-третьих, система крепостей, состоящих из небольших долговременных укреплений, связанных между собой огнем, заграждениями и естественными преградами, и служив-

ших опорой полевым войскам, оказалась более жизненной. Например, Осовец оборонялся 11 месяцев и сдан был только в связи с отводом войск на новую линию обороны.

Таким образом, война показала необходимость изыскания новых форм фортификационной подготовки границ, зачатки которых и появились в мировую войну в виде сплошных оборонительных полос большого протяжения, укрепленных системой полевых и долговременных фортификационных сооружений.

Первым, кто сделал соответствующие выводы из опыта мировой войны, был профессор Инженерной академии Ф.И. Голенкин. Еще в 1916 году, изучая опыт борьбы за крепости, он пришел к выводу о необходимости замены крепостей долговременными позициями новых форм, представляющих собой «систему долговременных полос из 2-3 линий крепостных позиций». Его «крепостная позиция» состояла из опорных пунктов в виде «расчлененных долговременных узлов сопротивления», занимавших площадь около 1-2 кв. км. Эта долговременная полоса явилась прообразом приграничных укреплений нового типа.

Теоретическое обоснование идеи глубоко эшелонированной заблаговременной фортификационной подготовки границ Ф.И. Голенкин разработал в своей книге «Подготовка государства к обороне в инженерно-техническом отношении» (1920 год). Оперативным фортификационным элементом приграничной укрепленной зоны Голенкин определил укрепленные районы, которые должны были создаваться на основных операционных направлениях вдоль границ на каждом ее участке в 100-200 км (возможный фронт обороны армии). В промежутках между ними должны были оборудоваться позиции войск полевого заполнения.

Более полно вопросы фортификационной подготовки территории СССР осветил другой профессор Военно-инженерной академии Н.И. Коханов в своей книге «Инженерная подготовка государства к обороне» (1928 год). К инженерной подготовке государства Н.И. Коханов относил: инженерную подготовку приграничных районов; инженерную подготовку внутренней территории; инженерную подготовку городов. Последнюю, в силу ее особой важности в условиях возможных воздушных нападений, Коханов выделял в отдельный раздел.

Фортификационная подготовка приграничной территории, по мнению Коханова, должна включать: стратегическое предполье глубиной 4-6 переходов; рубеж укрепленных районов, прикрывающий сосредоточение и развертывание вооруженных сил; тыловой рубеж укрепленных районов; база фронта, находящаяся на расстоянии 12-15 переходов от государственной границы.

Более конкретное теоретическое обоснование построения многополосного укрепленного района линейного начертания с открытым тылом разработал профессор Военно-инженерной академии С.А. Хмельков в своем труде «Узлы сопротивления современных долговременно укрепленных позиций» (1926 год). Эти его предложения в последующем подверглись детальной разработке в целях практического использования.

В начале 1930-х годов определилось понятие укрепленного района (УР). Под этим названием стали понимать «рубежи, подготовленные с широким использованием инженерных и технических средств борьбы, прикрывающие важные в политическом, стратегическом и экономическом отношении районы и направления, в них выводящие». Общая задача укрепленного района сводились к борьбе «за время, необходимое высшему командованию для организации контрманевра как в самом укрепленном районе, так и за его пределами».

Ширина фронта обороны УР определялась оперативно-тактическими соображениями и географическими условиями, чтобы вынудить противника к его фронтальному прорыву. Глубина УР определялась, исходя из недопущения обстрела артиллерией противника прикрываемого объекта. Таким образом, фронт обороны УР устанавливался в пределах 60-80 км, а глубина 40-60 км (рисунок 6).

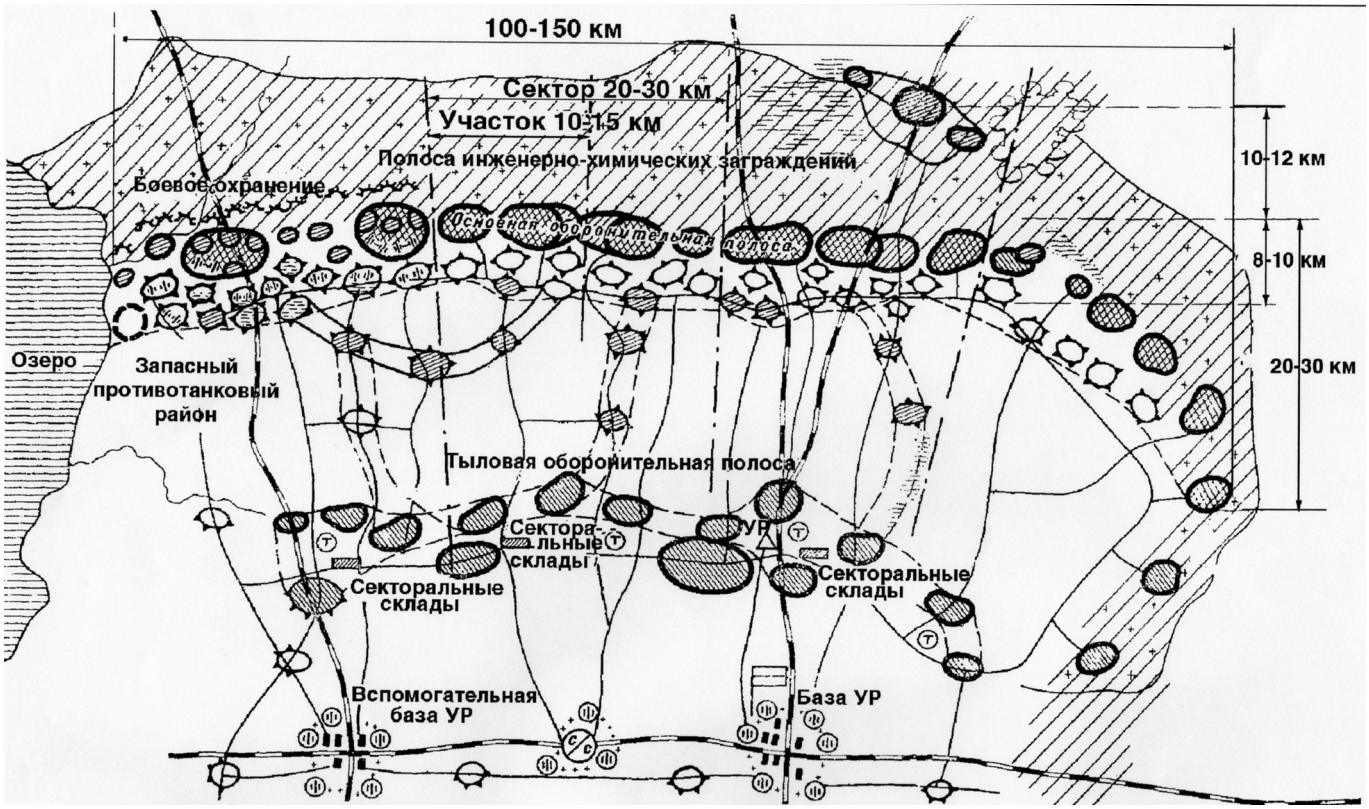


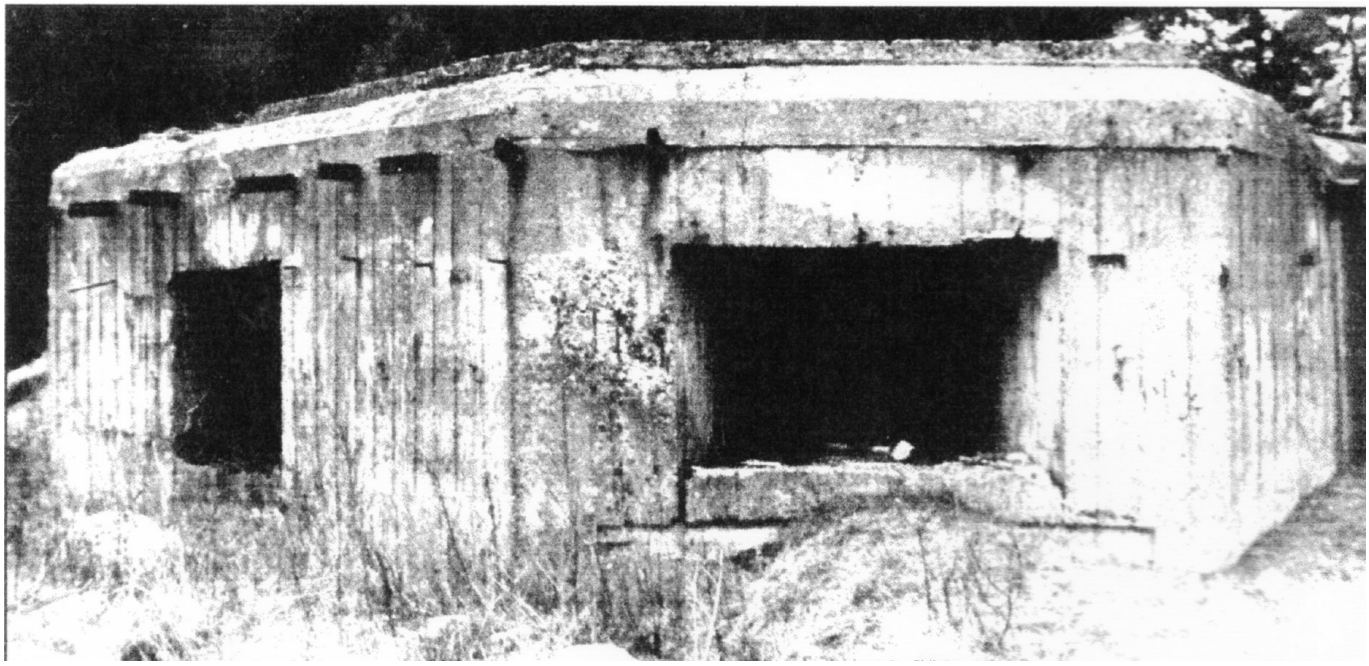
Рисунок 6 – Принципиальная схема долговременного укрепленного района (1933-1939 гг.)

Основой главной полосы обороны являлись батальонные районы обороны пулеметно-артиллерийских батальонов (БРО пулаб). Каждый БРО мог иметь фронт обороны 3,5 км и более и до 1,5-3 км в глубину. В БРО возводились долговременные фортификационные сооружения (ДФС) с казематированным вооружением (рисунок 7): артиллерийским (45-мм пушка ДОТ-4, 76-мм пушка Л-17, 85-мм пушка ЗИФ-265, 100-мм пушка ЗИФ-25) и пулеметным (НСП-3, Н-8Д с пулеметом «Максим»). Огневые ДФС возводились трех видов: артиллерийские (1-2 амбразуры), пулеметные (1-3 амбразуры), артиллерийско-пулеметные (2 амбразуры). Кроме того, возводились сооружения на командно-наблюдательных и командных пунктах всех рангов. ДФС имели 1-2 этажа. На верхнем размещались боевые казематы и командирская рубка, а на нижнем – помещения для гарнизона, боекомплекта и технических систем жизнеобеспечения (фильтровентиляции, энергоснабжения, водоснабжения, канализации, связи).

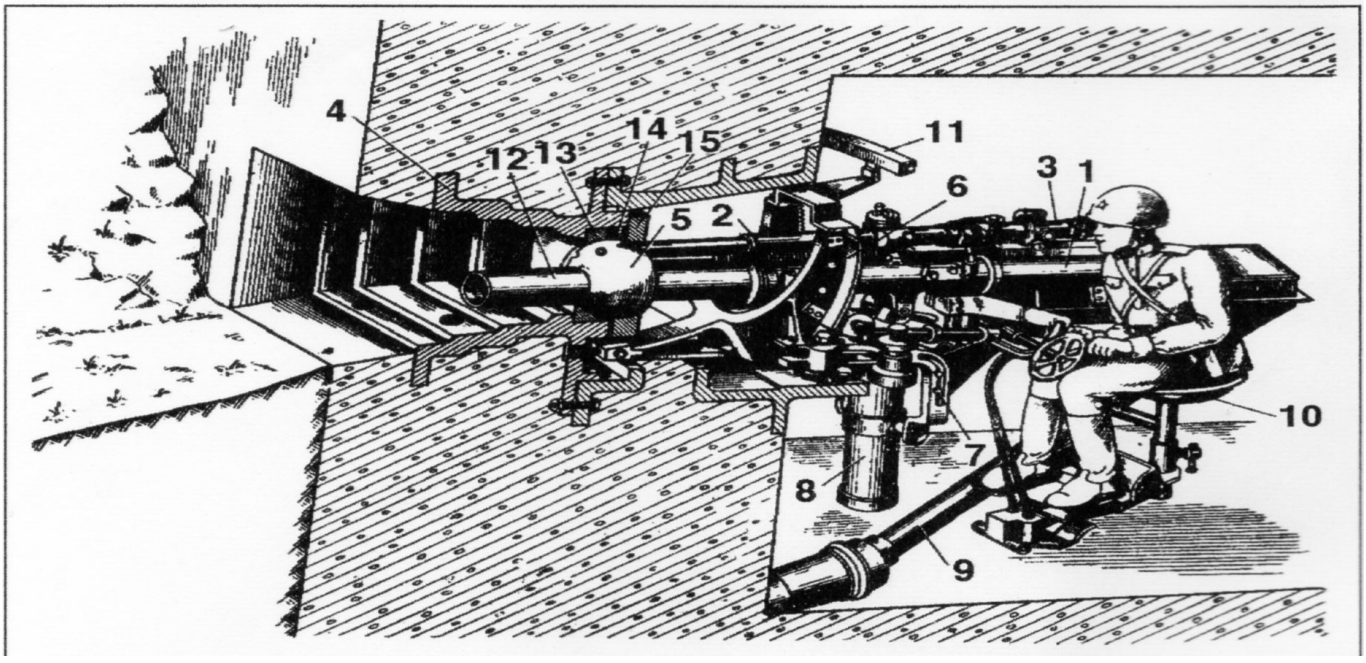
Защитные конструкции ДФС выполнялись из железобетона с жестким противоотколом, рассчитанные на прямое попадание 155-мм снаряда. Для этого напольные стены устраивались толщиной 1,5 м, амбразурные – 1,2 м, покрытие – до 2 м.

В практике строительства УР этого периода в СССР было два этапа. На первом этапе УР создавались по старой государственной границе, а на втором – по новой. В приграничной полосе государственной границы к началу войны имелось 21 УР, а на новой – 20 УР. Однако все эти укрепления были в разной степени готовности (рисунок 8). Старые УР были законсервированы, их управление расформировано, вооружение снято и передано в новые УР, а часть ДФС было взорвано. Новые УР создавались с гигантским напряжением. Для их строительства было привлечено 84 строительных батальона, 25 отдельных строительных рот, 17 автомобильных батальонов и большое количество вольнонаемных рабочих. С апреля 1941 года на эти работы было направлено еще 160 инженерных и строительных батальонов приграничных и 41 саперных батальон внутренних военных округов. Тем не менее, ни

один УР к началу войны не был готов полностью. Удалось привести в боевую готовность только 2,5 тыс. ДФС из 8 тыс. Из них только 1000 ДФС было вооружено артиллерийскими орудиями, а остальные имели пулеметное вооружение. В целом западная граница СССР к началу войны была прикрыта участками готовых УР только на 17%.



а) Общий вид долговременного фортификационного сооружения



б) Казематированная артиллерийская установка ДОТ-4:
1 – 45-мм танковая пушка обр. 1934 г.; 2 – пулемет ДС; 3 – телескопический прицел КТ-1; 4 – амбразурный короб; 5 – броневая защита; 6- верхний станок; 7 – нижний станок; 8 – уравновешивающий механизм; 9 – гильзоотвод; 10 – сиденье; 11 – шкала; 12 – броневая труба; 13 – броневой щит; 14 – броневое кольцо; 15 – прижимающий щит

Рисунок 7 – Долговременные фортификационные сооружения УР (1933-1939 гг.)

Рисунок 8 – Укрепленные районы на западной границе СССР

Тем не менее, там, где УР были боеготовыми и где вовремя развернулись общевойсковые части полевого заполнения, противник нес большие потери и был вынужден

переносить усилия на другие направления. Например, Рава-Русский УР в течении пяти суток сдерживал натиск первый оперативный эшелон 17 полевой армии; в течении 7 суток сопротивлялся Перемышельский УР; 12 суток удерживал наступление противника Тираспольский УР на фронте 150 км; опираясь на Киевский УР, войска 37 А более 70 суток сдерживали противника, пытавшегося с ходу овладеть Киевом. Единственно не прорванным оказался Карельский УР. На его рубеже были остановлены финны, которые так и не сумели соединиться с немецкими войсками для захвата Ленинграда.

В послевоенный период с появлением ядерного оружия, а также буферного пояса из социалистических стран вопросам фортификационной приграничной полосы не уделялось должного внимания. Достижение стратегических целей войны планировалось путем проведения глубоких наступательных операций с применением упреждающих ядерных ударов.

В середине 60-х годов прошлого столетия в связи в обострением военно-политических отношений с Китаем военная стратегия СССР наряду с наступательными действиями на западных ТВД предусматривала оборонительные действия на восточных и южных ТВД. В связи с этим на советско-китайской границе развертывается крупномасштабное строительство укрепленных районов второго поколения.

К этому времени учеными военно-инженерной академии разрабатываются вероятные методы оценки эффективности фортификационного оборудования позиций войск, а также методы математического моделирования ближнего боя. Первым, кто применил математическую модель боя для обоснования требований к фортификационному оборудованию позиций и к защитным свойствам войсковых фортификационных сооружений, был профессор Военно-инженерной академии П.И. Русанов. В своей работе «Расчет эффективности фортификационного оборудования позиций войск» (1963 год) он на основе математического моделирования двустороннего огневого боя разработал методику оценки вклада защитных и огневых фортификационных сооружений в повышение боевых возможностей обороняющихся подразделений.

К этому времени появилось управляемое оружие (противотанковые управляемые ракеты) и артиллерийские орудия прямой наводки, обладающие большой пробивной способностью и точностью стрельбы. Расчеты, а также опытные стрельбы показали, что огневые сооружения, возвышающиеся над поверхностью земли более чем на 50 см, поражались с высокой вероятностью. Все это обусловило разработку для УР огневых фортификационных сооружений нового поколения.

Ввиду необходимости уменьшения габаритов огневых сооружений отказались от казематированного вооружения и перешли на штатное вооружение. В качестве артиллерийских сооружений стали использовать сооружения с танковыми башнями и сооружения с танком. В первом случае на железобетонное основание устанавливалась танковая башня, а во втором – в котлован натаскивался танк с изъятым моторным отсеком. Кроме подбашенных помещений предусматривалось устройство помещения для боевого расчета, а также технологические помещения (аккумуляторная, фильтровентиляционная, снарядная и др.). Для защиты подбашенных помещений вокруг танковой башни (танка) устраивался железобетонный тюфяк.

Для ведения огня из штатных пулеметов возводились многоамбразурные сооружения из сборного железобетона серии СПС четырех модификаций (1960-е годы). Позже в 1970-х годах были разработаны сборные пулеметные сооружения с металлическими закрытиями серии СПМ. В 1980-х годах в целях уменьшения вероятности поражения пулеметных сооружений металлические закрытия стали делать скрывающегося типа (серия ЗСМ). Наконец, в 1990-х годах было разработано универсальное огневое сооружение

(УОС) с металлическим закрытием скрывающегося типа с расположением стрелка ниже поверхности земли. Из него одновременно можно осуществлять пуски ПТУР и вести огонь из пулемета и автоматического гранатомета (рисунок 9).

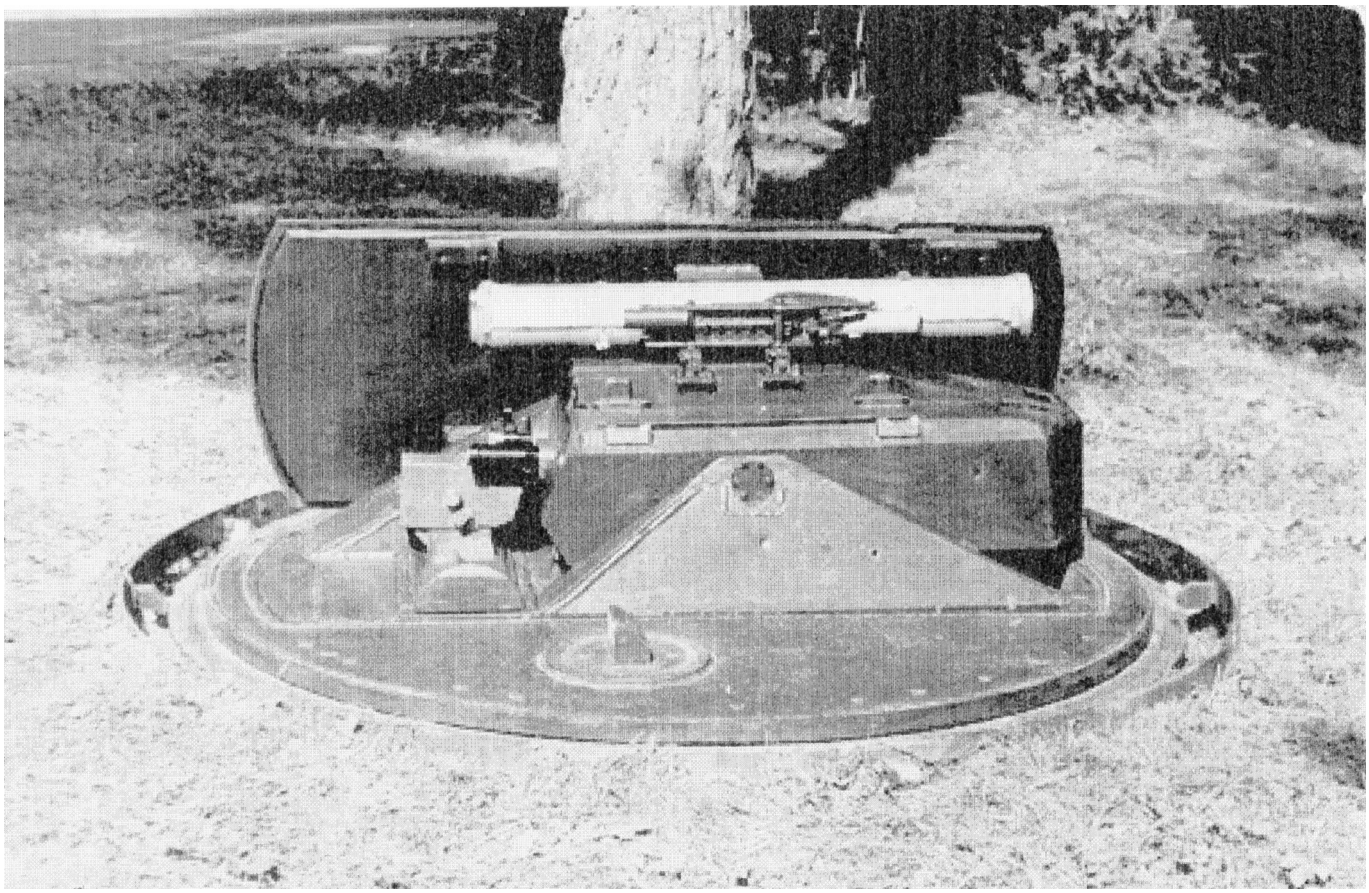


Рисунок 9 – Общий вид универсального огневого сооружения

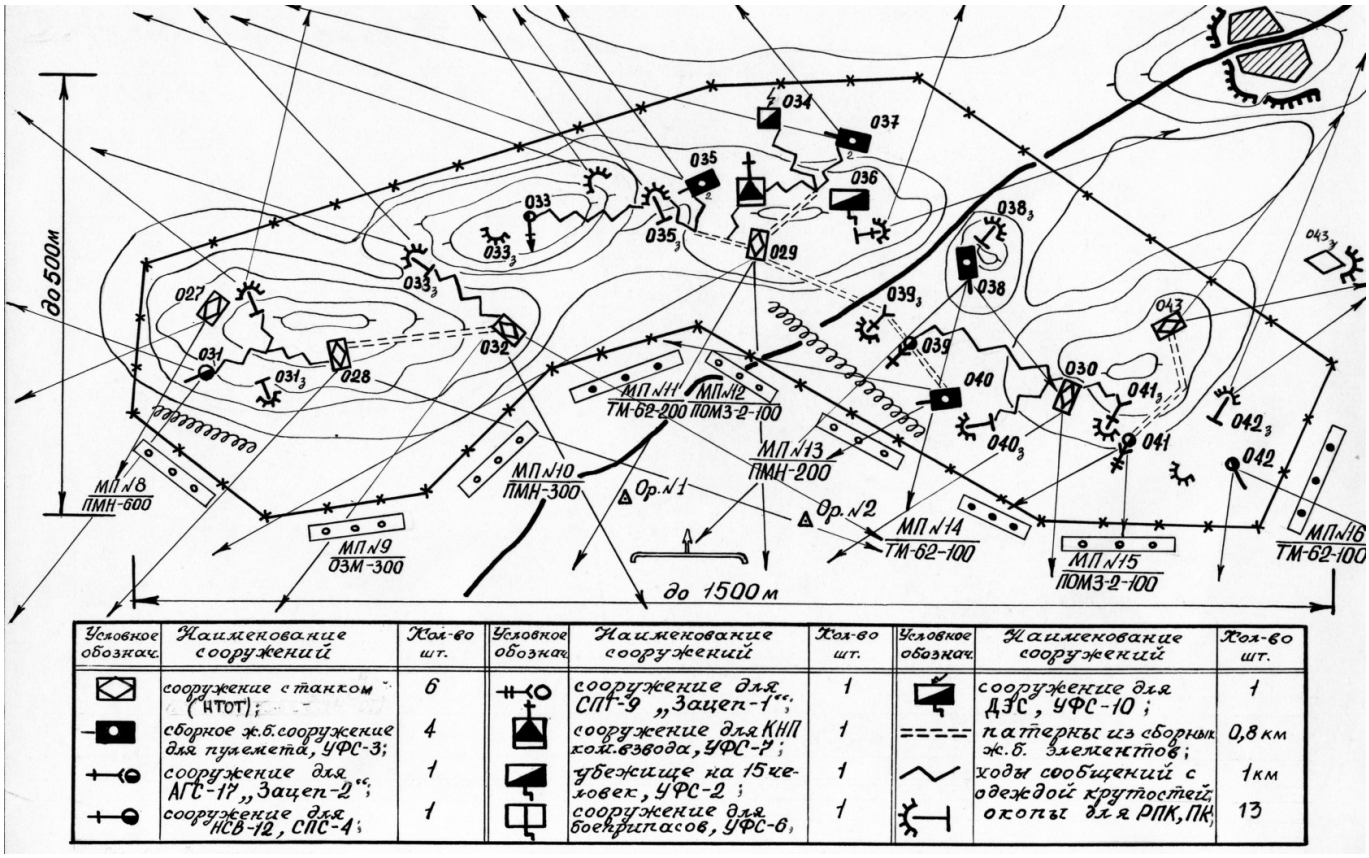
Для защиты личного состава на позициях и для оборудования пунктов управления во всех тактических звеньях применялись сооружения из унифицированных железобетонных сооружений серии УФС. Комплект конструкций УФС позволял возводить десять типов сооружений различного назначения.

Таким образом, начиная с 60-х годов прошлого века, в основном, только уточнялись требования к УР и велось совершенствование фортификационных сооружений. Само построение УР незначительно менялось с момента первых разработок, выполненных кафедрой фортификации Военно-инженерной академии под руководством профессора В.Н. Васильченко. Итогом этой работы с учетом опыта войск ЗабВО и ДВО стало официальное издание «Рекомендаций по инженерному оборудованию позиций и районов обороны частей и подразделений УР и мсд в приграничной полосе» (1987 год).

Согласно этому документу заблаговременное фортификационное оборудование позиций в приграничной полосе выполнялось в двух формах: в форме УР и в форме батальонных районов обороны (БРО) для общевойсковых частей прикрытия госграницы.

В полосе обороны УР оборудовались: полоса обеспечения или передовая позиция; две-три оборонительных позиции; районы огневых позиций артиллерии и подразделений ПВО; огневые рубежи и рубежи развертывания для контратак танковых и мотострелковых подразделений на БМП второго эшелона; промежуточные и отсечные позиции; пункты управления; районы развертывания подразделений тылового и технического обеспечения.

Основу оборонительных позиций составляли районы обороны отдельных пулеметно-артиллерийских батальонов (опулаб), опирающихся на долговременные огневые сооружения серий СПС, СПМ, ЗСМ, УФС (рисунок 10). Районы обороны опулаб имели протяженность 8-12 км по фронту и до 4 км в глубину. Фронт и глубина обороны УР назначались, исходя из количества опулаб и числа создаваемых оборонительных позиций. В среднем полоса обороны УР имела протяженность 80-100 км и до 20 км в глубину. В УР велось постоянное боевое дежурство.



Условное обозначение	Наименование сооружений	Кол-во шт.	Условное обозначение	Наименование сооружений	Кол-во шт.	Условное обозначение	Наименование сооружений	Кол-во шт.
	сооружение с танком (НТОТ);	6		сооружение для СПГ-9 „Зацеп-1“;	1		сооружение для ДЭС, УФС-10;	1
	сборное ж.б. сооружение для пулемета, УФС-3;	4		сооружение для КНП хоз. взвода, УФС-7;	1		патерны из сборных ж.б. элементов;	0,8 км
	сооружение для АГС-17 „Зацеп-2“;	1		убежище на 15 человек, УФС-2;	1		ходы сообщений с одеждой крутостей;	1км
	сооружение для НСВ-12, СПС-4;	1		сооружение для боеприпасов, УФС-6;	1		окопы для РПК, ПК;	13

Рисунок 10 – Опорный пункт пулеметного взвода опулаб УР

В районах обороны мотострелковых батальонов соединений (частей) прикрытия государственной границы заблаговременно возводились сооружения для ведения огня из штатного оружия (пулеметы, ПТУР, СПГ-9, АГС-17) серий СПС, СМП и ЗСМ, а также сооружения серии УФС на КНП командиров подразделений, блиндажи и убежища для личного состава. Дооборудование позиций осуществлялось в угрожаемый период (рисунок 11).

В конце 1990-х годов в связи с распадом СССР и изменением геополитического положения России боевое дежурство в УР было снято, а вооружение ДФС демонтировано, а сами сооружения стали постепенно разрушаться.

Таким образом, укрепленные районы по границам СССР, созданные с большим напряжением сил и средств, прекратили свое существование. Подтвердилась тенденция (начало которой было положено обороной Порт-Артура) увеличения несоответствия заблаговременных форм фортификационного оборудования приграничной полосы быстроменяющемуся геополитическому положению государства и темпам развития средств поражения и вооружения.

Кроме того, характер локальных войн в Ираке (1991 г., 2003 г.) и Югославии (1998-2000 гг.) показал, что в будущем следует ожидать внезапного массированного ракетно-авиационного удара противника по важным

экономическим и административным объектам, а не внезапного вторжения Сухопутных группировок. То есть заблаговременное инженерное оборудование приграничной полосы с целью исключения внезапного вторжения противника потеряло свое значение.

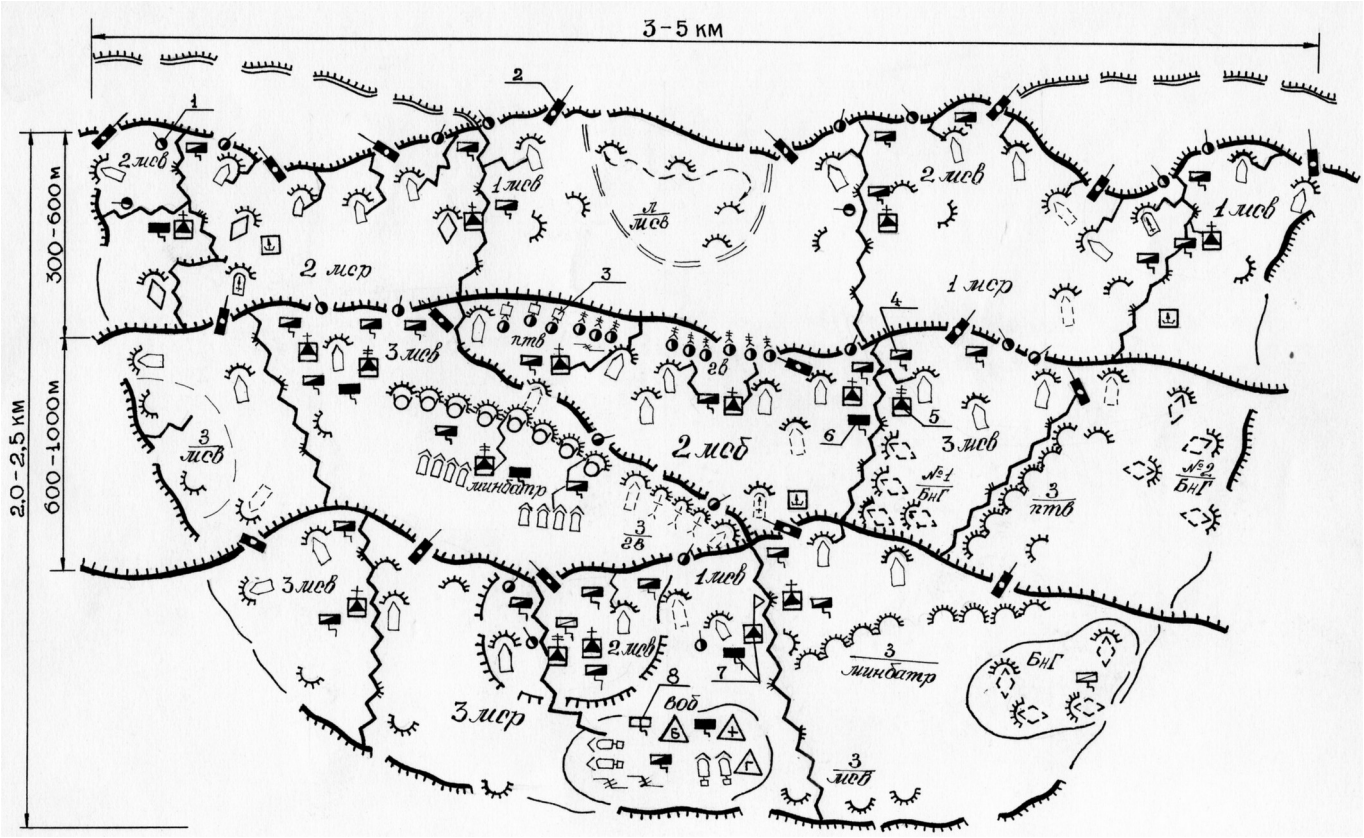


Рисунок 11 – Район обороны мсб на позициях прикрытия Государственной границы

1 – СПМ – 2; 2 – УФС – 3; 3 – ЗСМ – 2; 4 – блиндаж УФС – 1; 5 – КНП УФС – 3;
6 – убежище УФС – 2; 7 – КНП УФС – 7; 8 – укрытие для боеприпасов – УФС – 10

Вместе с тем, характерная особенность первых оборонительных операций состоит в резком снижении плотностей войск в связи с уменьшением боевых составов фронтов и армий. Военные действия будут вестись по направлениям. И здесь возникает необходимость надежного прикрытия выявленных направлений главных ударов противника. Эта задача может решаться созданием полевых укрепленных районов в нужное время, в нужном месте и в сроки, соизмеримые с темпами наступления противника.

Теоретические положения по созданию полевых УР были разработаны профессором Военно-инженерной академии А.П. Платоновым в конце 1990-х годов. В целях устойчивого ведения обороны малыми силами против многократно превосходящих высокомобильных сил противника было предложено начертание оборонительных позиций иметь не полосное с открытыми флангами и тылом, а замкнутое в целях ведения круговой обороны. В целях быстрой подготовки полевого УР на оборонительных позициях должны возводиться огневые и защитные фортификационные сооружения из табельных быстровозводимых и высокотранспортабельных универсальных комплектов конструкций.

Предложенная концепция полевого УР получила одобрение, но не была реализована в силу начавшейся государственной и военной реформы в России. Таким образом, в настоящее время старые фортификационные формы инженерного оборудования позиций прикрытия государственной границы разрушены, а новые еще не созданы.

Выводы

1. До конца XX века фортификационная подготовка обороны границ России выполнялась с применением долговременных форм: засечные линии – крепости – укрепленные районы. Полевая форма фортификации применялась для инженерного оборудования позиций войскового заполнения промежутков между долговременными фортификационным сооружениями.

2. Основными факторами, влияющими на формы и средства фортификационной подготовки границ России, являлись: уровни развития средств поражения и оперативного искусства, экономическая и военная мощь государства.

3. Изменение этих факторов происходило всегда быстрее, чем строительство соответствующих им долговременных укреплений – начиная с наполеоновских войн укрепления границ России никогда не были в полном объеме готовы к началу очередной войны.

4. Современный уровень развития средств разведки и поражения создают новые проблемы по применению долговременных форм фортификации для укрепления государственных границ.

5. Одним из направлений решения этой проблемы может быть применение долговременных фортификационных сооружений типа УОС и УФС на позициях пограничных застав, подразделений охраны и обороны важных объектов, а также оснащение соединений и частей прикрытия государственной границы табельными быстровозводимыми фортификационными сооружениями для самостоятельного оборудования полевых укрепленных районов.

Список использованных источников

1. Яковлев В.В. История крепостей. – М.: Воениздат, 1931. – 312 с.

2. Шперк В.Ф. История фортификации. – М.: ВИА, 1957. – 353 с.

3. Хренов А.Ф. Инженерная подготовка обороны. – М.: Воениздат, 1956. – 304 с.

4. Наставление по эксплуатации долговременных фортификационных сооружений укрепленных районов. – М.: Воениздат, 1957. – 316 с.

5. Крепости древней Руси. – М.: 26 ЦНИИИ, 2002. – 473 с.

6. Платонов А.П., Шевчук А.Б. Роль и значение фортификации в боевых операциях 20 века. – М.: ВИУ, 2000. – 315 с.

А.Г. Подольский, доктор экономических наук, профессор
С.В. Иванов

Методический подход к рациональному обеспечению оборонно-промышленного комплекса трудовыми ресурсами

В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на обеспеченность организаций оборонно-промышленного комплекса кадрами различной специальности. Разработана математическая постановка задачи по рациональному обеспечению оборонно-промышленного комплекса трудовыми ресурсами, подготовка которых осуществляется образовательными учреждениями, а также на курсах повышения квалификации и переподготовки кадров.

(О*кончание. Начало в предыдущем номере*)

Важнейшая роль в обеспечении ОПК кадрами принадлежит федеральным органам исполнительной власти (Минпромторг России, Минобрнауки России, Минобороны России), которые принимают решения по организации подготовки работников различных специальностей, объемам бюджетных средств, выделяемых образовательным учреждениям и центрам повышения квалификации и переподготовки, а также по распределению выпускников в организации.

В настоящее время не удалось полностью удовлетворить потребности организаций ОПК в работниках всех специальностей в силу ограниченности бюджетных средств, невозможности достоверно спрогнозировать миграционные процессы, влияния большого количества факторов географического, климатического, политического, социального, финансового и экономического характера на выбор абитуриентами образовательных учреждений, а выпускниками – организаций.

В общем случае может иметь место несоответствие предложения трудовых ресурсов и потребности в них, в результате чего возникает либо избыток, либо недостаток в ОПК работников определенных специальностей.

Для оценки степени расхождения на конец t-го года планового периода прогнозной потребности в работниках, имеющих различные специальности, и ожидаемого прогнозного количества работников ОПК на конец указанного года используется показатель:

$$\Delta Q_{ОПК}^{РПП}(t)=\sum_{q=1}^{N_{ОПК}^{С}(t)}\left(Q_{ОПКq}^{Ш}(t)-Q_{ОПКq}^{Р}(t)\right)^2, \quad (11)$$

где: $Q_{ОПКq}^{Ш}(t)$ – общая ожидаемая потребность на конец t-го года планового периода работников, имеющих q-ю специальность, соответствующую планируемому штатному расписанию;

$Q_{ОПКq}^{Р}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК, имеющих q-ю специальность на конец t-го года;

$N_{ОПК}^{С}(t)$ – количество специальностей, востребованных в ОПК.

Чем меньше значение показателя $Q_{ОПК}^{РПП}(t)$, тем лучше кадровое обеспечение организаций ОПК работниками различных специальностей. Если указанный показатель принимает нулевое значение, то имеет место полное удовлетворение потребностей ОПК в работниках различных специальностей в t-м году планового периода.

Так как обеспечение ОПК кадрами осуществляется раздельно работниками с высшим и средним специальным образованием, то формула (11) разбивается на две составные части. Первая из них характеризует расхождение прогнозной штатной потребности в работниках различных специальностей, имеющих высшее образование, и прогнозного количества работников ОПК на начало каждого года

планового периода, имеющих указанное образование. Вторая составная часть отражает аналогичное расхождение, касающееся работников со средним специальным образованием.

Такое разделение позволяет учесть приоритетность в обеспечении ОПК работниками различных специальностей с разным уровнем образования в условиях ограниченности бюджетных средств, направляемых на обучение, переподготовку и повышение квалификации.

С учетом изложенного формула (11) принимает вид:

$$\Delta Q_{ОПК}^{РПП}(t)=\sum_{r\in\Omega_{ОПК}^{СВО}}\beta_{ОПК}^{СВО}(t)\left(Q_{ОПК}^{Ш}(t)-Q_{ОПК}^{РВО}(t)\right)^2+\sum_{l\in\Omega_{ОПК}^{ССС О}}\beta_{ОПК}^{ССС О}(t)\left(Q_{ОПК}^{Ш}(t)-Q_{ОПК}^{РССО}(t)\right)^2,$$

$$\beta_{ОПКr}^{СВО}(t)+\beta_{ОПК}^{ССС О}(t)=1,$$

где: $\beta_{ОПКr}^{СВО}(t)$ – коэффициент, характеризующий приоритетность обеспечения ОПК работниками, имеющими высшее образование по *r*-й специальности в *t*-м году планового периода, $0\leqslant\beta_{ОПК}^{СВО}(t)\leqslant 1$;

$\beta_{ОПК}^{ССС О}(t)$ – коэффициент, характеризующий приоритетность обеспечения ОПК работниками, имеющими среднее специальное образование по *l*-й специальности в *t*-м году планового периода, $0\leqslant\beta_{ОПКl}^{ССС О}(t)\leqslant 1$;

$Q_{ОПК}^{Ш}(t)$ – общая ожидаемая потребность на конец *t*-го года планового периода в работниках, имеющих высшее образование по *r*-й специальности;

$Q_{ОПК}^{РВО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК, имеющих высшее образование по *r*-й специальности, на конец *t*-го года;

$Q_{ОПК}^{Ш}(t)$ – общая ожидаемая потребность на конец *t*-го года планового периода организаций ОПК в работниках, имеющих среднее специальное образование по *l*-й специальности;

$Q_{ОПК}^{РССО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК, имеющих среднее специальное образование по *l*-й специальности, на конец *t*-го года.

Показатель $Q_{ОПК}^{Ш}(t)$ определяется на основе данных по заключенным организациями ОПК контрактам и планируемого портфеля заказов.

Обозначим $\Omega_{ОПК}^{СВО}$ множество специальностей в ОПК, требующих получения высшего образования, а $\Omega_{ОПК}^{ССС О}$ – множество специальностей в ОПК, требующих получения среднего специального образования.

С учетом указанных данных и введенных множеств степень расхождения на конец *t*-го года планового периода прогнозной потребности ОПК в работниках, имеющих высшее и среднее специальное образование, и ожидаемого количества работников определяется по формуле:

$$\Delta Q_{ОПК}^{РПП}(t)=\sum_{r\in\Omega_{ОПК}^{СВО}}\beta_{ОПКr}^{СВО}(t)\left(\sum_{i=1}^{N_{ОПК}^{О}(t)}Q_{ir}^{Ш}(t)-Q_{ОПКr}^{РВО}(t)\right)^2+\sum_{l\in\Omega_{ОПК}^{ССС О}}\beta_{ОПК}^{ССС О}(t)\left(\sum_{i=1}^{N_{ОПК}^{О}(t)}Q_{il}^{Ш}(t)-Q_{ОПК}^{РССО}(t)\right)^2 \quad (12)$$

$$\beta_{ОПКr}^{СВО}(t)+\beta_{ОПК}^{ССС О}(t)=1,$$

где: $Q_{ir}^{Ш}(t)$ – прогнозная потребность *i*-й организации на конец *t*-го года планового периода в работниках, имеющих высшее образование по *r*-й специальности;

$Q_{il}^{Ш}(t)$ – прогнозная потребность *i*-й организации на конец *t*-го года планового периода в работниках, имеющих среднее специальное образование по *l*-й специальности;

$N_{ОПК}^{О}(t)$ – количество организаций в ОПК в *t*-м году.

Показатели $Q_{ОПК}^{РВО}(t)$ и $Q_{ОПК}^{РССО}(t)$ определяются исходя из ожидаемого количества работников ОПК, имеющих на конец *t*-го года высшее образование по *r*-й специальности и среднее специальное образование по *l*-й специальности, соответственно, а также прогноз-

ного количества принятых на работу в организации ОПК и уволенных из них в течение t-го года.

Для отражения вклада в подготовку работников для ОПК высших и средних специальных образовательных учреждений, а также центров повышения квалификации и переподготовки, запишем выражение для определения ожидаемого количества работников, которые будут иметь высшее и среднее специальное образование на конец t-го года:

$$Q^{РВО}_{ОПК}(t)=Q^{РВО}_{ОПК}(t-1)+\Delta Q^{ИРВО}_{ОПК}(t),$$
$$Q^{РССО}_{ОПК}(t)=Q^{РССО}_{ОПК}(t-1)+\Delta Q^{ИРССО}_{ОПК}(t),$$

где: $\Delta Q^{ИРВО}_{ОПК}(t)$ – ожидаемое изменение в течение t-го года планового периода количества работников в ОПК с высшим образованием по r-й специальности;

$\Delta Q^{ИРССО}_{ОПК}(t)$ – ожидаемое изменение в течение t-го года планового периода количества работников в ОПК со средним специальным образованием по l-й специальности.

Изменение количества работников в ОПК в течение t-го года, имеющих высшее образование по r-й специальности и среднее специальное образование по l-й специальности, можно представить как сумму изменений в течение t-го года количества работников, имеющих высшее и среднее специальное образование:

$$\Delta Q^{ИРВО}_{ОПК}(t)=Q^{РВО}_{ОПК}(t)-Q^{РВО}_{ОПК}(t-1); \quad (13)$$
$$\Delta Q^{ИРССО}_{ОПК}(t)=Q^{РССО}_{ОПК}(t)-Q^{РССО}_{ОПК}(t-1). \quad (14)$$

Из формул (9) и (10) получаем выражения для определения $\left(Q^{РВО}_{ОПК}(t)-Q^{РВО}_{ОПК}(t-1)\right)$ и $\left(Q^{РССО}_{ОПК}(t)-Q^{РССО}_{ОПК}(t-1)\right)$:

$$\begin{aligned}Q^{РВО}_{ОПК\,r}(t)-Q^{РВО}_{ОПК}(t-1)=a^{ВВОУСР}_{ОПКБС\,r}(t)\,Q^{ВВОУСР}_{ОПКБС}(t)+Q^{ВВОУЦР}_{ОПКБС\,r}(t)+Q^{ВВОУ}_{ОПКСО\,r}(t)+\\ +a^{ВВОУСР}_{ОПКСВ\,r}(t)\,Q^{ВВОУСР}_{ОПКСВ\,r}(t)+Q^{ЦПКВО}_{ОПКБС\,r}(t)+Q^{ЦПКВО}_{ПКСО\,r}(t)+\Delta Q^{НОПКВО}_{ОПК\,r}(t)+\\ +Q^{ПВСВО}_{ОПК\,r}(t)+Q^{ПВО}_{ОПК\,r}(t)+Q^{ВССРВО}_{ОПК\,r}(t)-Q^{УВСВО}_{ОПК\,r}(t)-Q^{БУВО}_{ОПК\,r}(t)-\Delta Q^{УВО}_{ОПК\,r}(t),\\ r\in\Omega^{СВО}_{ОПК},\end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned}Q^{РССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{РССО}_{ОПК\,l}(t-1)=a^{ВССОУ\,СР}_{ОПКБС\,l}(t)\,Q^{ВССОУ\,СР}_{ОПКБС\,l}(t)+Q^{ВССОУ\,ЦР}_{ОПКБС\,l}(t)+\\ +Q^{ВССОУ}_{ОПКСО\,l}(t)+a^{ВССОУ\,СР}_{ОПКСВ\,l}(t)\,Q^{ВССОУ\,СР}_{ОПКСВ\,l}(t)+Q^{ЦПКССО}_{ОПКБС\,l}(t)+Q^{ЦПКССО}_{ОПКСО\,l}(t)+\Delta Q^{НОПКССО}_{ОПК\,l}(t)+\\ +Q^{ПВСССО}_{ОПК\,l}(t)+Q^{ПССО}_{ОПК\,l}(t)+Q^{ВССРССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{УВСССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{БУССО}_{ОПК\,l}(t)-\Delta Q^{УССО}_{ОПК\,l}(t),\\ l\in\Omega^{ССО}_{ОПК}.\end{aligned} \quad (16)$$

Подставив формулы (15) и (16) в выражения (13) и (14), получим:

$$\begin{aligned}\Delta Q^{ИРВО}_{ОПК\,r}(t)=a^{ВВОУСР}_{ОПКБС\,r}(t)\,Q^{ВВОУСР}_{ОПКБС\,r}(t)+Q^{ВВОУЦР}_{ОПКБС\,r}(t)+Q^{ВВОУ}_{ОПКСО\,r}(t)+\\ +a^{ВВОУСР}_{ОПКСВ\,r}(t)\,Q^{ВВОУСР}_{ОПКСВ\,r}(t)+Q^{ЦПКВО}_{ОПКБС\,r}(t)+Q^{ЦПКВО}_{ОПКСО\,r}(t)+\Delta Q^{НОПКВО}_{ОПК\,r}(t)+\\ +Q^{ПВСВО}_{ОПК\,r}(t)+Q^{ПВО}_{ОПК\,r}(t)+Q^{ВССРВО}_{ОПК\,r}(t)-Q^{УВСВО}_{ОПК\,r}(t)-Q^{БУВО}_{ОПК\,r}(t)-\Delta Q^{УВО}_{ОПК\,r}(t),\\ r\in\Omega^{СВО}_{ОПК},\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta Q^{ИРССО}_{ОПК\,r}(t)=a^{ВССОУ\,СР}_{ОПКБС\,l}(t)\,Q^{ВССОУ\,СР}_{ОПКБС\,l}(t)+Q^{ВССОУ\,ЦР}_{ОПКБС\,l}(t)+Q^{ВССОУ}_{ОПКСО\,l}(t)+\\ +a^{ВССОУ\,СР}_{ОПКСВ\,l}(t)\,Q^{ВССОУ\,СР}_{ОПКСВ\,l}(t)+Q^{ЦПКССО}_{ОПКБС\,l}(t)+Q^{ЦПКССО}_{ОПКСО\,l}(t)+\Delta Q^{НОПКССО}_{ОПК\,l}(t)+\\ +Q^{ПВСССО}_{ОПК\,l}(t)+Q^{ПССО}_{ОПК\,l}(t)+Q^{ВССРССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{УВСССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{БУССО}_{ОПК\,l}(t)-\Delta Q^{УССО}_{ОПК\,l}(t),\\ l\in\Omega^{ССО}_{ОПК}.\end{aligned}$$

Для определения $Q^{РВО}_{ОПК\,r}(t)$ и $Q^{РССО}_{ОПК\,l}(t)$, используем выражения (15) и (16):

$$\begin{aligned}Q^{РВО}_{ОПК\,r}(t)=Q^{РВО}_{ОПК\,r}(t-1)+a^{ВВОУСР}_{ОПКБС\,r}(t)\,Q^{ВВОУСР}_{ОПКБС\,r}(t)+Q^{ВВОУЦР}_{ОПКБС\,r}(t)+\\ +Q^{ВВОУ}_{ОПКСО\,r}(t)+a^{ВВОУСР}_{ОПКСВ\,r}(t)\,Q^{ВВОУСР}_{ОПКСВ\,r}(t)+Q^{ЦПКВО}_{ОПКБС\,r}(t)+Q^{ЦПКВО}_{ОПКСО\,r}(t)+\Delta Q^{НОПКВО}_{ОПК\,r}(t)+\\ +Q^{ПВСВО}_{ОПК\,r}(t)+Q^{ПВО}_{ОПК\,r}(t)+Q^{ВССРВО}_{ОПК\,r}(t)-Q^{УВСВО}_{ОПК\,r}(t)-Q^{БУВО}_{ОПК\,r}(t)-\Delta Q^{УВО}_{ОПК\,r}(t),\\ r\in\Omega^{СВО}_{ОПК},\end{aligned} \quad (17)$$

$$Q^{РССО}_{ОПК\,l}(t)=Q^{РССО}_{ОПК\,l}(t-1)+a^{ВССОУ\ СР}_{ОПКБС\,l}(t)\,Q^{ВССОУ\ СР}_{ОПКБС\,l}(t)+Q^{ВССОУ\ ЦР}_{ОПКБС\,l}(t)+$$
$$+Q^{ВССОУ}_{ОПКСО\,l}(t)+a^{ВССОУ\ СР}_{ОПКСВ\,l}(t)\,Q^{ВССОУ\ СР}_{ОПКСВ\,l}(t)+Q^{ЦПКССО}_{ОПКБС\,l}(t)+Q^{ЦПКССО}_{ОПКСО\,l}(t)+\Delta\,Q^{НОПКССО}_{ОПК\,l}(t)+ \quad (18)$$
$$+Q^{ПВССО}_{ОПК\,l}(t)+Q^{ПССО}_{ОПК\,l}(t)+Q^{ВССРССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{УВССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{БУССО}_{ОПК\,l}(t)-\Delta\,Q^{УССО}_{ОПК\,l}(t),$$
$$l\in\Omega^{ССО}_{ОПК}.$$

Управление значениями $Q^{РВО}_{ОПК\,r}(t)$ и $Q^{РССО}_{ОПК\,l}(t)$ в приведенных формулах может осуществляться посредством регулирования количества выпускников в высших и средних специальных образовательных учреждениях, а также в центрах переподготовки кадров в каждый год t планового периода, которые образуют совокупность управляемых переменных:

$$W_{rl}(t)=\left(Q^{ВВОУСР}_{ОПКБС\,r}(t),Q^{ВВОУЦР}_{ОПКБС\,r}(t),Q^{ЦПКВО}_{ОПКБС\,r}(t),Q^{ВССОУ\ СР}_{ОПКБС\,l}(t),Q^{ВССОУ\ ЦР}_{ОПКБС\,l}(t),Q^{ЦПКССО}_{ОПКБС\,l}(t)\right).$$

На количество поступающих в высшие и средние специальные образовательные учреждения на специальности, востребованные в организациях ОПК, оказывает влияние их территориальная близость к месту проживания абитуриентов и к месту дислокации организаций ОПК. Указанная территориальная близость способствует тому, что выпускники начинают свою трудовую деятельность в организациях ОПК по полученным специальностям.

Для обоснования количества бюджетных мест в образовательных учреждениях, расположенных в различных регионах страны, формируются территориальные кластеры.

Каждый μ-й территориальный кластер включает в себя организации ОПК, образовательные учреждения и места проживания работников, а также обучающихся (повышающих квалификацию) в образовательных учреждениях. При этом выполняется условие: *организации ОПК, образовательные учреждения и жилой комплекс должны быть связаны транспортной инфраструктурой, позволяющей работникам ОПК и обучающимся в высших и средних специальных образовательных учреждениях, а также в центрах повышения квалификации и переподготовки кадров, вести нормальный образ жизни*.

Примером такого кластера является Москва и Московская область, в котором все организации и образовательные заведения связаны транспортными коммуникациями (метрополитен, железнодорожный и автомобильный общественный транспорт, а также трамвайная сеть) с местами проживания населения, включая студентов и работников организаций ОПК.

В каждом μ-м территориальном кластере выделяются:

множество $\Omega^{ВОУ}_{\mu}$ образовательных учреждений, включая центры переподготовки кадров, готовящих специалистов с высшим образованием;

множество $\Omega^{ССОУ}_{\mu}$ образовательных учреждений, включая центры повышения квалификации и переподготовки кадров, готовящих специалистов со средним специальным образованием;

множество $\Omega^{ООПК}_{\mu}$ организаций ОПК.

Каждому территориальному кластеру μ в t-м году планового периода можно поставить в соответствие вектор $W_{\mu rl}(t)$, компонентами которого являются, помимо приведенной выше совокупности управляемых переменных, количества выпускников, получивших высшее и среднее специальное образование в центрах повышения квалификации за счет бюджетных средств:

$$W_{\mu rl}(t)=\left(Q^{ВВОУСР}_{БС\,\mu r}(t),Q^{ВВОУЦР}_{БС\,\mu r}(t),Q^{ЦПКВО}_{БС\,\mu r}(t),Q^{ЦПВО}_{БС\,\mu r}(t),Q^{ВССОУ\ СР}_{БС\,\mu l}(t),Q^{ВССОУ\ ЦР}_{БС\,\mu l}(t),Q^{ЦПКССО}_{БС\,\mu l}(t),Q^{ЦПССО}_{БС\,\mu l}(t)\right).$$

Очевидно, что количество выпускников высших и средних специальных образовательных учреждений, расположенных в различных территориальных кластерах, не должно быть произвольным. В противном случае может возникнуть ситуация, связанная со зна-

чительным расхождением (превышением или занижением) количества выпускников и потребностей организаций ОПК в соответствующих специалистах. Это приведет к неэффективному расходованию бюджетных средств, затраченных на их обучение, так как недостаток специалистов для удовлетворения потребностей организаций ОПК способствует снижению результативности работы организаций ОПК, а их избыток обусловливает необходимость трудоустройства не по специальности.

Кроме того, в организациях ОПК, расположенных в различных территориальных кластерах, может ощущаться различная потребность в работниках определенных специальностей, а также могут отличаться доли выпускников высших и средних специальных образовательных учреждений, которые устроятся по специальности в организациях ОПК.

Для недопущения указанных негативных последствий регулирование количества студентов, обучающихся по специальностям, востребованным в ОПК, должно удовлетворять требованию: *количество выпускников высших и средних специальных образовательных учреждений μ-го территориального кластера, получивших в t-м году планового периода соответствующие специальности, должно определяться исходя из ожидаемой потребности в* t*-м году организаций ОПК этого территориального кластера в работниках, имеющих требуемые специальности*.

С учетом принадлежности организаций к тому или иному территориальному кластеру степень расхождения на конец *t*-го года планового периода прогнозной потребности ОПК в работниках, имеющих высшее и среднее специальное образование, и ожидаемого количества работников различных специальностей, которыми могут быть обеспечены организации ОПК, определяется по формуле:

$$\Delta Q_{ОПК}^{РПП}(t)=\sum_{\mu}\sum_{r\in\Omega_{ОПК}^{СВО}}\beta_{\mu r}^{СВО}(t)\left(\sum_{i\in\Omega_{y}^{ООПК}}Q_{i\mu r}^{Ш}(t)-Q_{\mu r}^{РВО}(t)\right)^2+$$
$$+\sum_{\mu}\sum_{l\in\Omega_{ОПК}^{ССЦО}}\beta_{\mu l}^{ССЦО}(t)\left(\sum_{i\in\Omega_{y}^{ООПК}}Q_{i\mu l}^{Ш}(t)-Q_{\mu l}^{РССЦО}(t)\right)^2, \quad (19)$$
$$\beta_{\mu r}^{СВО}(t)+\beta_{\mu l}^{ССЦО}(t)=1,$$

где: $\beta_{\mu r}^{СВО}(t)$, $\beta_{\mu l}^{ССЦО}(t)$ – коэффициенты, характеризующие приоритетность обеспечения организаций ОПК μ-го территориального кластера, работниками, имеющими высшее образование по *r*-й специальности и среднее специальное образование по *l*-й специальности в *t*-м году планового периода, соответственно, $0\leqslant\beta_{\mu r}^{СВО}(t)\leqslant 1$, $0\leqslant\beta_{\mu l}^{ССЦО}(t)\leqslant 1$;

$Q_{i\mu r}^{Ш}(t)$, $Q_{i\mu l}^{Ш}(t)$ – прогнозная потребность *i*-й организации μ-го территориального кластера, на конец *t*-го года планового периода в работниках, имеющих высшее образование по *r*-й специальности, и среднее специальное образование по *l*-й специальности, соответственно.

Значения $Q_{\mu r}^{РВО}(t)$ и $Q_{\mu l}^{РССЦО}(t)$ определяются по формулам, аналогичным (17) и (18). При этом дополнительно учитываются территориальные кластеры, в которых расположены организации:

$$Q_{\mu r}^{РВО}(t)=Q_{\mu r}^{РВО}(t-1)+a_{БС\,\mu r}^{ВВОУСР}(t)Q_{БС\,\mu r}^{ВВОУСР}(t)+Q_{БС\,\mu r}^{ВВОУЦР}(t)+Q_{СО\,\mu r}^{ВВОУ}(t)+$$
$$+a_{СВ\,\mu r}^{ВВОУСР}(t)Q_{СВ\,\mu r}^{ВВОУСР}(t)+Q_{БС\,\mu r}^{ЦПКВО}(t)+Q_{СО\,\mu r}^{ЦПКВО}(t)+\Delta Q_{ОПК\,r}^{НОПКВО}(t)+$$
$$+Q_{ОПК\,r}^{ПВСВО}(t)+Q_{ОПК\,r}^{ПВО}(t)+Q_{ОПК\,r}^{ВССРВО}(t)-Q_{ОПК\,r}^{УВСВО}(t)-Q_{ОПК\,r}^{БУВО}(t)-\Delta Q_{ОПК\,r}^{УВО}(t), \quad (20)$$
$$r\in\Omega_{ОПК}^{СВО},$$

$$Q^{РССО}_{\mu l}(t)=Q^{РССО}_{\mu l}(t-1)+a^{ВССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t)\,Q^{ВССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t)+Q^{ВССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu l}(t)+Q^{ВССОУ}_{СО\,\mu l}(t)+$$
$$+a^{ВССОУ\,СР}_{СВ\,\mu l}(t)\,Q^{ВССОУ\,СР}_{СВ\,\mu l}(t)+Q^{ЦПККССО}_{БС\,\mu l}(t)+Q^{ЦПККССО}_{СО\,\mu l}(t)+\Delta\,Q^{НОПККССО}_{ОПК\,l}(t)+ \quad (21)$$
$$+Q^{ПВССССО}_{ОПК\,l}(t)+Q^{ПССО}_{ОПК\,l}(t)+Q^{ВССРССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{УВССССО}_{ОПК\,l}(t)-Q^{БУССО}_{ОПК\,l}(t)-\Delta\,Q^{УССО}_{ОПК\,l}(t),$$
$$l\in\Omega^{ССССО}_{ОПК}.$$

На основе формул (19), (20) и (21) сформирована целевая функция, позволяющая отразить степень удовлетворения потребности ОПК в кадрах на всем плановом периоде $[t_{НП},t_{КП}]$ ($t_{НП}$, $t_{КП}$ – соответственно, начало и конец планового периода). При этом принимается, что известны количества специалистов, которые будут подготовлены в высших и средних специальных образовательных учреждениях за счет средств организаций ОПК и средств обучающихся; планируемая штатная потребность организаций в специалистах различной специальности; значения коэффициентов, характеризующих приоритетность обеспечения организаций ОПК кадрами в *t*-м году планового периода; а также то, что не все выпускники высших и средних специальных образовательных учреждений устроятся на работу в организации ОПК по полученной специальности.

Целевая функция имеет вид:

$$\Delta\,Q^{РПП}_{ОПК}\left(W_{\mu r l}(t)\,|\,t\in[t_{НП},t_{КП}]\right)=\sum_{t=t_{НП}}^{t_{КП}}\left[\sum_{\mu}\sum_{r\in\Omega^{СВО}_{ОПК}}\beta^{СВО}_{\mu r}(t)\left(\sum_{i\in\Omega^{ООПК}_{\mu}}Q^{Ш}_{\mu i r}(t)-Q^{РВО}_{\mu r}(t)\right)^2+\right.$$
$$\left.+\sum_{\mu}\sum_{l\in\Omega^{ССССО}_{ОПК}}\beta^{ССССО}_{\mu l}(t)\left(\sum_{i\in\Omega^{ООПК}_{\mu}}Q^{Ш}_{\mu i l}(t)-Q^{РССО}_{\mu l}(t)\right)^2\right]\to\min\limits_{\substack{W_{\mu r l}(t)\\ t\in[t_{НП},t_{КП}]}}, \quad (22)$$
$$\beta^{СВО}_{\mu r}(t)+\beta^{ССССО}_{\mu l}(t)=1,$$
$$W_{\mu r l}(t)=\left(Q^{ВВОУСР}_{БС\,\mu r}(t),Q^{ВВОУЦР}_{БС\,\mu r}(t),Q^{ЦПКВО}_{БС\,\mu r}(t),Q^{ЦПВО}_{БС\,\mu r}(t),Q^{ВССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t),Q^{ВССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu l}(t),Q^{ЦПККССО}_{БС\,\mu l}(t),Q^{ЦПССО}_{БС\,\mu l}(t)\right).$$

Это означает, что сумма квадратов расхождений между прогнозными потребностями организаций, расположенных в различных территориальных кластерах страны, в кадрах с высшим и средним специальным образованием всех востребованных ОПК специальностей и ожидаемым их количеством по годам планового периода стремится к минимуму.

Минимальное значение сформированной целевой функции, равное нулю, достигается при полном удовлетворении всех организаций ОПК работниками всех специальностей на всем плановом периоде $[t_{НП},t_{КП}]$.

Существенные ограничения средств, затрачиваемых государством и организациями на подготовку, переподготовку и повышение квалификации кадров для ОПК, требуют учета их при минимизации целевой функции (22). При этом учитывается, что расходы на обучение одного специалиста в высших и средних специальных образовательных учреждениях, расположенных в различных территориальных кластерах, со свободным и централизованным распределением могут различаться. Кроме того, принимается, что известны количества специалистов, которые будут подготовлены в высших и средних специальных образовательных учреждениях за счет средств организаций ОПК и средств обучающихся.

Исходя из того, что количество специалистов, которые могут быть подготовлены для ОПК, ограничено объемами бюджетного финансирования и финансирования из средств организаций, сформированы следующие ограничения:

$$\overline{C}^{ВОУСР}_{БС\,\mu r}(t_Р)\,Q^{ВОУСР}_{БС\,\mu r}(t)+\overline{C}^{ВОУЦР}_{БС\,\mu r}(t_Р)\,Q^{ВОУЦР}_{БС\,\mu r}(t)+\overline{C}^{ЦПКВО}_{БС\,\mu r}(t_Р)\,Q^{ОЦПКВО}_{БС\,\mu r}(t)+\overline{C}^{ЦПВО}_{БС\,\mu r}(t_Р)\,Q^{ОЦПВО}_{БС\,\mu r}(t)+$$
$$+\overline{C}^{ССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t_Р)\,Q^{ССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t)+\overline{C}^{ССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu l}(t_Р)\,Q^{ССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu l}(t)+\overline{C}^{ЦПККССО}_{БС\,\mu l}(t_Р)\,Q^{ОЦПККССО}_{БС\,\mu l}(t)+$$
$$+\overline{C}^{ЦПССО}_{БС\,\mu l}(t_Р)\,Q^{ОЦПССО}_{БС\,\mu l}(t)\leqslant C_{БС}(t_Р,t),$$

где: $\overline{C}^{ВОУСР}_{БС\,\mu\,r}(t_Р)$, $\overline{C}^{ВОУЦР}_{БС\,\mu\,r}(t_Р)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года $t_Р$) на подготовку в высшем образовательном учреждении одного специалиста по *r*-й специальности в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств со свободным и целевым распределением, соответственно;

$Q^{ВОУСР}_{БС\,\mu\,r}(t)$, $Q^{ВОУЦР}_{БС\,\mu\,r}(t)$ – количество обучающихся в высших образовательных учреждениях по *r*-й специальности в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств со свободным и целевым распределением, соответственно;

$\overline{C}^{ЦПКВО}_{БС\,\mu\,r}(t_Р)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года $t_Р$) на обучение в центре переподготовки кадров одного специалиста с высшим образованием по *r*-й специальности в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$\overline{C}_{БС\,\mu\,r}{}^{ЦПВО}(t_Р)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года $t_Р$) на подготовку в центре повышения квалификации одного специалиста с высшим образованием по *r*-й специальности в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$Q_{БС\,\mu\,r}{}^{ОЦПКВО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК с высшим образованием, которые пройдут обучение в центрах переподготовки кадров по *r*-й специальности в *t*-м году в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$Q^{ОЦПВО}_{БС\,\mu\,r}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК с высшим образованием, которые пройдут обучение в центрах повышения квалификации по *r*-й специальности в *t*-м году в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$\overline{C}^{ССОУ\,СР}_{БС\,\mu\,l}(t_Р)$, $\overline{C}^{ССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu\,l}(t_Р)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года $t_Р$) на подготовку в среднем специальном образовательном учреждении одного специалиста по *l*-й специальности в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств со свободным и целевым распределением, соответственно;

$Q^{ССОУ\,СР}_{БС\,\mu\,l}(t)$, $Q^{ССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu\,l}(t)$ – количество обучающихся в *t*-м году в средних специальных образовательных учреждениях по *l*-й специальности в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств со свободным и целевым распределением, соответственно;

$\overline{C}^{ЦПКССО}_{БС\,\mu\,l}(t_Р)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года $t_Р$) на обучение в центре переподготовки кадров одного специалиста со средним специальным образованием по *l*-й специальности в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$\overline{C}^{ЦПССО}_{БС\,\mu\,l}(t_Р)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года $t_Р$) на подготовку одного специалиста со средним специальным образованием по *l*-й специальности в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств в центре повышения квалификации;

$Q^{ОЦПКССО}_{БС\,\mu\,l}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК со средним специальным образованием, которые пройдут обучение в центрах переподготовки кадров по *l*-й специальности в *t*-м году в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$Q^{ОЦП}_{БС\,\mu\,l}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК со средним специальным образованием, которые пройдут обучение в центрах повышения квалификации по *l*-й специальности в *t*-м году в μ-м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$C_{БС}(t_Р, t)$ – лимит бюджетных средств (в ценах расчетного года $t_Р$), выделяемых на подготовку специалистов с высшим и средним специальным образованием в *t*-м году во всех территориальных кластерах.

Изложенное позволяет сформулировать задачу рационального обеспечения ОПК трудовыми ресурсами в следующем виде: для обеспечения ОПК работниками различных специальностей необходимо на плановом пе-

риоде найти для каждого года планового периода $[t_{НП}, t_{КП}]$ такой вектор $W_{\mu r l}(t)$, который в условиях фиксированного бюджетного финансирования для каждого года планового периода минимизирует целевую функцию $\Delta Q^{РПП}_{ОПК}\left(W_{\mu r l}(t) | t \in [t_{НП}, t_{КП}]\right)$, характеризующую степень отклонения потребности ОПК в работниках различных специальностей от ожидаемого кадрового удовлетворения всех организаций ОПК выпускниками высших и средних специальных образовательных учреждений, а также центров повышения квалификации и переподготовки кадров:

$$\Delta Q^{РПП}_{ОПК}\left(W_{\mu r l}(t) | t \in [t_{НП}, t_{КП}]\right) = \sum_{t=t_{НП}}^{t_{КП}} \left[\sum_{\mu} \sum_{r \in \Omega^{СВО}_{ОПК}} \beta^{СВО}_{\mu r}(t) \left(\sum_{i \in \Omega^{ООПК}_{\mu}} Q^{Ш}_{\mu i r}(t) - Q^{РВО}_{\mu r}(t) \right)^2 + \right.$$

$$\left. + \sum_{\mu} \sum_{l \in \Omega^{СССО}_{ОПК}} \beta^{СССО}_{\mu l}(t) \left(\sum_{i \in \Omega^{ООПК}_{\mu}} Q^{Ш}_{\mu i l}(t) - Q^{РССО}_{\mu l}(t) \right)^2 \right] \rightarrow \min_{\substack{W_{\mu r l}(t) \\ t \in [t_{НП}, t_{КП}]}},$$

$$\beta^{СВО}_{\mu r}(t) + \beta^{СССО}_{\mu l}(t) = 1,$$

$$W_{\mu r l}(t) = \left(Q^{ВВОУСР}_{БС\,\mu r}(t), Q^{ВВОУЦР}_{БС\,\mu r}(t), Q^{ЦПКВО}_{БС\,\mu r}(t), Q^{ЦПВО}_{БС\,\mu r}(t), Q^{ВССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t), Q^{ВССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu l}(t), Q^{ЦПКССО}_{БС\,\mu l}(t), Q^{ЦПССО}_{БС\,\mu l}(t) \right),$$

при условии выполнения ограничения

$$\overline{C}^{ВОУСР}_{БС\,\mu r}(t_Р) Q^{ВОУСР}_{БС\,\mu r}(t) + \overline{C}^{ВОУЦР}_{БС\,\mu r}(t_Р) Q^{ВОУЦР}_{БС\,\mu r}(t) + \overline{C}^{ЦПКВО}_{БС\,\mu r}(t_Р) Q^{ОЦПКВО}_{БС\,\mu r}(t) + \overline{C}^{ЦПВО}_{БС\,\mu r}(t_Р) Q^{ОЦПВО}_{БС\,\mu r}(t) +$$
$$+ \overline{C}^{ССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t_Р) Q^{ССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t) + \overline{C}^{ССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu l}(t_Р) Q^{ССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu l}(t) + \overline{C}^{ЦПКССО}_{БС\,\mu l}(t_Р) Q^{ОЦПКССО}_{БС\,\mu l}(t) +$$
$$+ \overline{C}^{ЦПССО}_{БС\,\mu l}(t_Р) Q^{ОЦПССО}_{БС\,\mu l}(t) \leqslant C_{БС}(t_Р, t),$$

где значения $Q^{РВО}_{\mu r}(t)$ и $Q^{РССО}_{\mu l}(t)$ определяются по формулам:

$$Q^{РВО}_{\mu r}(t) = Q^{РВО}_{\mu r}(t-1) + a^{ВВОУСР}_{БС\,\mu r}(t) Q^{ВВОУСР}_{БС\,\mu r}(t) + Q^{ВВОУЦР}_{БС\,\mu r}(t) + Q^{ВВОУ}_{СО\,\mu r}(t) +$$
$$+ a^{ВВОУСР}_{СВ\,\mu r}(t) Q^{ВВОУСР}_{СВ\,\mu r}(t) + Q^{ЦПКВО}_{БС\,\mu r}(t) + Q^{ЦПКВО}_{СО\,\mu r}(t) + \Delta Q^{НОПКВО}_{ОПК\,r}(t) +$$
$$+ Q^{ПВСВО}_{ОПК\,r}(t) + Q^{ПВО}_{ОПК\,r}(t) + Q^{ВССРВО}_{ОПК\,r}(t) - Q^{УВСВО}_{ОПК\,r}(t) - Q^{БУВО}_{ОПК\,r}(t) - \Delta Q^{УВО}_{ОПК\,r}(t),$$
$$r \in \Omega^{СВО}_{ОПК},$$

$$Q^{РССО}_{\mu l}(t) = Q^{РССО}_{\mu l}(t-1) + a^{ВССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t) Q^{ВССОУ\,СР}_{БС\,\mu l}(t) + Q^{ВССОУ\,ЦР}_{БС\,\mu l}(t) + Q^{ВССОУ}_{СО\,\mu l}(t) +$$
$$+ a^{ВССОУ\,СР}_{СВ\,\mu l}(t) Q^{ВССОУ\,СР}_{СВ\,\mu l}(t) + Q^{ЦПКССО}_{БС\,\mu l}(t) + Q^{ЦПКССО}_{СО\,\mu l}(t) + \Delta Q^{НОПКССО}_{ОПК\,l}(t) +$$
$$+ Q^{ПВСССО}_{ОПК\,l}(t) + Q^{ПССО}_{ОПК\,l}(t) + Q^{ВССРССО}_{ОПК\,l}(t) - Q^{УВСССО}_{ОПК\,l}(t) - Q^{БУССО}_{ОПК\,l}(t) - \Delta Q^{УССО}_{ОПК\,l}(t),$$
$$l \in \Omega^{СССО}_{ОПК}.$$

Применение на практике изложенного методического подхода к рациональному обеспечению организаций ОПК трудовыми ресурсами, включающего выбор управляемых переменных, формирование целевой функции и бюджетных ограничений, позволит принимать обоснованные решения по подготовке кадров для ОПК, что будет способствовать реализации планов создания ПВН и обеспечению оборонной безопасности государства.

Список использованных источников

1. Виноградов Б.А., Пальмов В.Г. Развитие кадрового потенциала оборонно-промышленного комплекса. – СПб.: Наука, 2013.

А.И. Буравлев, доктор технических наук,
профессор
А.А. Нестеров

Методика военно-экономического анализа целесообразности закупки образцов вооружения и военной техники

Рассматривается постановка задачи определения минимальных затрат на оснащение воинских формирований «новыми» образцами ВВТ для достижения заданного приращения боевого потенциала воинского формирования в ходе реализации программных мероприятий и предлагается методика ее решения, основанная на применении целочисленного линейного программирования. Приведен пример, демонстрирующий работоспособность предложенной методики.

Развитие системы вооружения является одним из важнейших аспектов поддержания обороноспособности государства для сдерживания и парирования возможных угроз безопасности все чаще возникающих в последнее время.

В условиях постоянно увеличивающегося давления на российскую экономику с применением различных санкций и падения сырьевых рынков Правительство РФ вынуждено прибегать к финансовым ограничениям различного рода, в том числе к снижению расходов на обеспечение выполнения государственной программы вооружения (ГПВ).

В такой ситуации необходимо решать задачу перераспределения ресурсов между разными образцами ВВТ в процессе корректировки ГПВ. По сути, задача сводится к выбору ВВТ, подлежащих закупке в условиях финансовых ограничений.

Существует несколько подходов для выбора образцов, закупаемых в рамках реализации ГПВ:

1) образцы, закупка которых производится на основании различного рода директивных указаний (например, решение Президента РФ о закупке конкретного образца ВВТ в рамках ГПВ);

2) образцы, закупка которых обусловлена текущим состоянием предприятий ОПК (например, выпуск последней модификации образца ВВТ на заводе-изготовителе еще не налажен, поэтому закупается существующая модификация образца ВВТ, производимая предприятием).

Перечисленные подходы в большей степени относятся к единичным (уникальным) образцам ВВТ, таким как подводные лодки, надводные корабли, комплексы стратегических ядерных сил и т.д.

К массовым образцам ВВТ применим предлагаемый в статье подход по определению оптимального перечня закупаемых образцов ВВТ с учетом наложенных ограничений по финансированию и боевым возможностям оснащаемых подразделений по критерию «эффективность-стоимость» [1].

Таким образцом, необходимость решения задачи военно-экономического анализа целесообразности закупки образцов ВВТ в условиях финансовых и технологических ограничений становится весьма актуальной.

Для достижения поставленной цели предлагается использовать следующий подход. Определить минимальные затраты на оснащение воинских формирований «новыми» образцами ВВТ для достижения заданного приращения боевого потенциала воинского формирования. При этом необходимо учесть возможности предприятий ОПК по производству «новых» ВВТ, а также ограничения по численности «новых» ВВТ в соответ-

ствии с табелями к штатам воинских формирования для каждого типа ВВТ.

Для решения такой задачи необходимо использовать следующий набор исходных данных:

- численность каждого типа ВВТ в воинских формированиях в соответствии с табелями к штатам и нормами накопления в неприкосновенных запасах;
- стоимость закупки каждого типа ВВТ в соответствии с технико-экономическими исходными данными;
- возможности предприятий промышленности по производству «новых» ВВТ в соответствии с технико-экономическими исходными данными;
- коэффициенты боевого потенциала «новых» ВВТ.

Обобщенный алгоритм решения задачи оценки военно-экономической целесообразности производства «новых» образцов ВВТ приведен на рисунке 1.

В результате реализации алгоритма должно быть получено распределение «новых» образцов ВВТ по воинским формированиям, обеспечивающее заданное приращение боевого потенциала при наименьшей стоимости.

Формализованное (математическое) описание решаемой задачи состоит в следующем.

Исходными данными задачи являются:

$N_{ij}, (i=\overline{1,n}, j=\overline{1,m})$ – потребное количество образцов i-го типа ВВТ в соответствии с табелями к штатам и нормами накопления в неприкосновенных запасах для j-го оперативно-тактического ВФ, где n – число типов ВВТ, стоящих на вооружении ВФ; m – число различных ВФ;

K_i – коэффициент боевого потенциала i-го образца ВВТ: $K_i=1$ для «старых» образцов ВВТ; $K_i>1$ для «новых» образцов ВВТ;

$P_{ВФ_j}$ – расчетный боевой потенциал j-го оперативно-тактического ВФ;

C_i – стоимость закупки «нового» образца ВВТ;

M_i – располагаемое количество новых образцов ВВТ.

Обозначим x_{ij} количество «новых» ВВТ, необходимых для оснащения ВФ с целью повышения его боевого потенциала на заданную величину ε.

Найдем относительное приращение боевого потенциала ВФ за счет замены «старых» образцов ВВТ на «новые».

Для смешанного парка ВВТ боевой потенциал ВФ равен:

$$P_{ВФ_j}\left(x_{ij}\right)=\sum_{i=1}^{n} K_i x_{ij}+\sum_{i=1}^{n}\left(N_{ij}-x_{ij}\right).$$

Тогда относительное приращение боевого потенциала ВФ за счет оснащения его «новыми» ВВТ в количестве x_{ij} составит:

$$\frac{\Delta P_{ВФ_j}\left(x_{ij}\right)}{P_{ВФ_j}\left(0\right)}=\frac{P_{ВФ_j}\left(x_{ij}\right)-P_{ВФ_j}\left(0\right)}{P_{ВФ_j}\left(0\right)}=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(K_i-1\right)x_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} N_{ij}}.$$

Ставится задача: определить оптимальные объемы закупки «новых» образцов $X=\left(x_{ij}\right)_{n\times m}$ для оснащения ВФ, обеспечивающих повышение их боевого потенциала на заданную величину, при минимальной стоимости закупки:

$$C\left(X\right)=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} c_i x_{ij}\to \min_{x_i}$$

при ограничениях:

количество «новых» ВВТ i-й группы, необходимых для оснащения всех ВФ, не должно превышать располагаемое количество «новых» образцов ВВТ i-й группы:

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij}\leqslant M_i,\ \ \left(i=\overline{1,n}\right);$$

количество «новых» ВВТ i-й группы, необходимых для оснащения конкретного j-го ВФ, не должно превышать потребное количество образцов i-й группы ВВТ в соответствии с табелями к штатам и нормами накопления в неприкосновенных запасах для j-го ВФ:

$$x_{ij}\leqslant N_{ij}\ \ \left(i=\overline{1,n},\ j=\overline{1,m}\right);$$

относительное приращение боевого потенциала j-го ВФ за счет оснащения его «новыми» ВВТ в количестве $x_{ij}\ \left(i=\overline{1,n}\right)$ должно быть не менее заданной величины $\varepsilon_j\ \left(j=\overline{1,m}\right)$:

$$\frac{\Delta P_{ВФ_j}\left(x_{ij}\right)}{P_{ВФ_j}\left(0\right)}=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(K_i-1\right)x_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} N_{ij}}\geqslant \varepsilon_j,\ \ \left(j=\overline{1,m}\right).$$

Сформулированная задача является задачей целочисленного линейного программирования, для ее решения предлагается использовать один из известных и эффективных методов – симплекс-метод [2].

Отличительной особенностью сформулированной задачи является то, что коэффициент боевого потенциала K_i для «новых» образцов ВВТ i-й группы нормирован относительно однотипного «старого» образца, это позволяет при решении поставленной задачи равномерно учитывать вклад образцов разных типов в расчетный боевой потенциал ВФ.

Рассмотрим решение сформулированной задачи на конкретном примере. Исходные данные для примера представлены в таблице 1.

Составим исходные неравенства для сформулированного примера:

$$C\left(X\right)=1300\,x_1+800\,x_2\to \min_{x_i}$$

при ограничениях:

$$x_1\leqslant 20; \qquad (1)$$

$$x_2\leqslant 30; \qquad (2)$$

$$x_1\leqslant 8; \qquad (3)$$

$$x_2\leqslant 12; \qquad (4)$$

$$\frac{\Delta P_{ВФ_j}\left(x_{ij}\right)}{P_{ВФ_j}\left(0\right)}=\frac{0{,}3\,x_1+0{,}2\,x_2}{20}\geqslant 0{,}17. \qquad (5)$$

При сформулированном условии задачи представленные ограничения избыточны. Ограничения (1) и (2) можно не использовать, так как они учитываются в ограничениях (3) и (4). В результате, получившуюся систему неравенств можно записать:

$$C(X)=1300\,x_1+800\,x_2\to\min_{x_i}$$

при ограничениях:

$$x_1\leqslant 8;$$

$$x_2\leqslant 12;$$

$$\frac{\Delta P_{ВФ_j}(x_{ij})}{P_{ВФ_j}(0)}=\frac{0{,}3\,x_1+0{,}2\,x_2}{20}\geqslant 0{,}17.$$

Используем для решения сформулированной задачи линейного программирования симплекс-метод.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета оптимизации закупки

Группа ВВТ i	Номер ВФ (j=1)				
	M_i	K_i	C_i	N_i	ε_j
1	20	1,3	1300	8	0,17
2	30	1,2	800	12	

Для построения опорного плана систему неравенств приведем к системе уравнений путем введения дополнительных переменных:

$$x_1+0\,x_2+1\,x_3+0\,x_4+0\,x_5+0\,x_6=8;$$

$$0\,x_1+1\,x_2+0\,x_3+1\,x_4+0\,x_5+0\,x_6=12;$$

$$0{,}3\,x_1+0{,}2\,x_2+0\,x_3+0\,x_4-1\,x_5+1\,x_6=3{,}4.$$

Для постановки задачи на минимизацию, используем метод «больших штрафов» [2], а целевую функцию запишем так:

$$C(X)=1300\,x_1+800\,x_2+M\,x_6\to\min_{x_i}. \quad (6)$$

Коэффициент M в (6) имеет смысл отрицательной удельной прибыли [2], это так называемый «большой штраф».

В результате решения приведенной системы уравнений получим:

$$C(X)=13933{,}3;\ x_1=3{,}33;\ x_2=12. \quad (7)$$

Графическая интерпретация решения поставленной задачи представлена на рисунке 2.

Данное решение является оптимальным, однако применительно к сформулированной задаче такое решение не подходит, потому что количество «новых» образцов 1-го типа получилось не целочисленным.

Для получения целочисленного решения возможны несколько подходов:

- округление полученных результатов до целых чисел по математическим правилам;
- решение задачи целочисленного программирования.

При получении целочисленных результатов методом округления дробного решения задачи линейного программирования возможны ошибки, однако для задач, имеющих небольшую размерность, величина этих ошибок будет невелика, порядка 5-10%.

Решение задачи целочисленного программирования даст более точную оценку распределения ВВТ по ВФ. Но и такой метод решения не лишен недостатков. Так, например, применение метода целочисленного программирования для решения поставленной выше задачи многократно усложнит вычисления и потребует дополнительных затрат вычислительных ресурсов. А с учетом того, что исходные данные не гарантируют абсолютной точности, полученный методом целочисленного программирования результат не будет иметь 100-процентной достоверности.

Однако для проведения анализа возможных расхождений решим задачу методом целочисленного программирования.

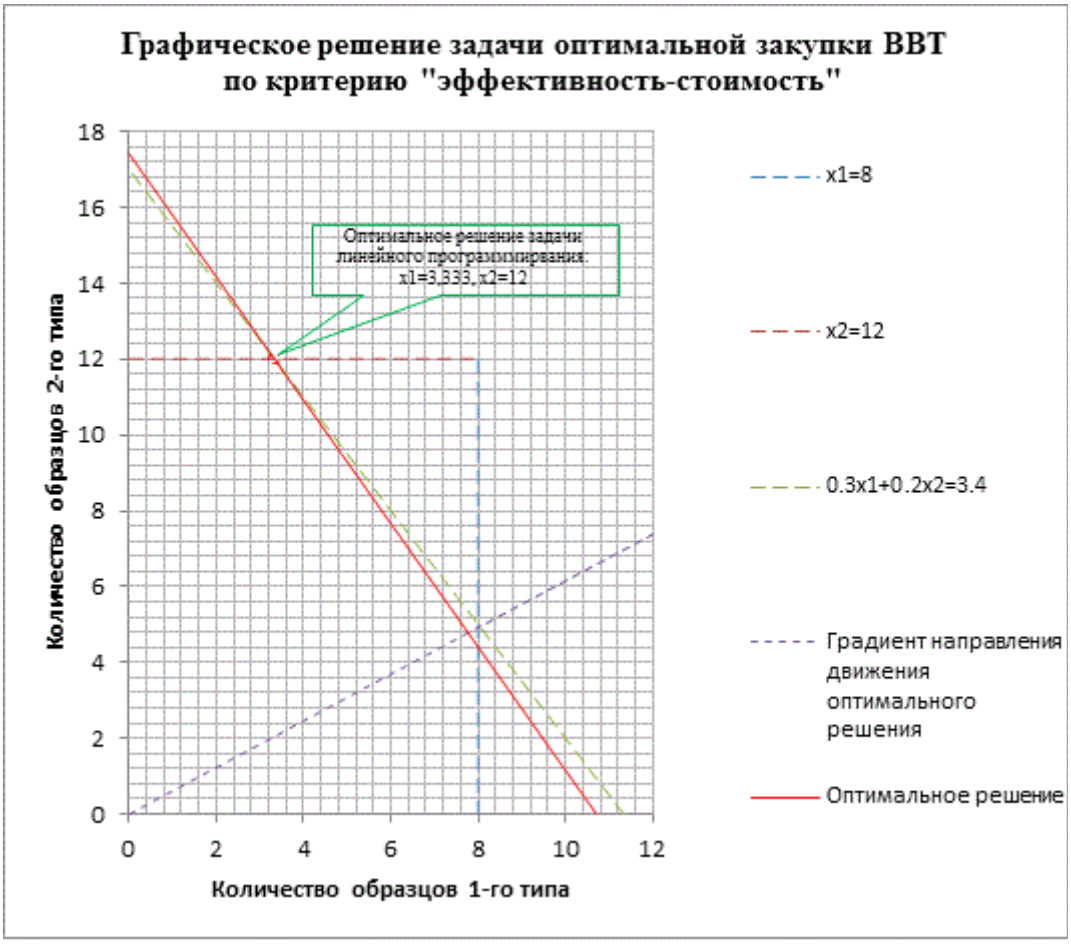


Рисунок 2 – Графическое решение задачи оптимальной закупки ВВТ по критерию «эффективность-стоимость»

Используем для нахождения оптимального целочисленного решения алгоритм отсечения [3].

Из полученного решения (7), согласно алгоритму отсечения следует дополнительное ограничение:

$$\frac{1}{3}-\frac{1}{3}x_4-\frac{2}{3}x_5\leqslant 0\,. \qquad (8)$$

Преобразуем полученное неравенство в уравнение:

$$\frac{1}{3}-\frac{1}{3}x_4-\frac{2}{3}x_5+x_6=0\,. \qquad (9)$$

В результате оптимальное целочисленное решение получилось:

$$C(X)=14000\,;\, x_1=4\,;\, x_2=11\,. \qquad (10)$$

При существующих ограничениях полученное решение является оптимальным. В этом можно убедиться, используя для проверки оптимальности полученного решения метод полного перебора.

Получение такого результата закономерно по нескольким причинам. Во-первых, более «дешевых» образцов, то есть образцов, у которых стоимость единицы боевого потенциала наименьшая, в оптимальном распределении больше, а во-вторых, присутствие более «дорогих» образцов (большая стоимость единицы боевого потенциала) обусловлена ограничениями по количеству образцов различных типов в составе ВФ.

После округления решения задачи линейного программирования с учетом наложенных ограничений получим:

$$C(X)=14800\,;\;\; x_1=4\,;\;\; x_2=12\,.$$

В результате решения задачи целочисленного программирования получилось:

$$C(X)=14000\,;\;\; x_1=4\,;\;\; x_2=11\,.$$

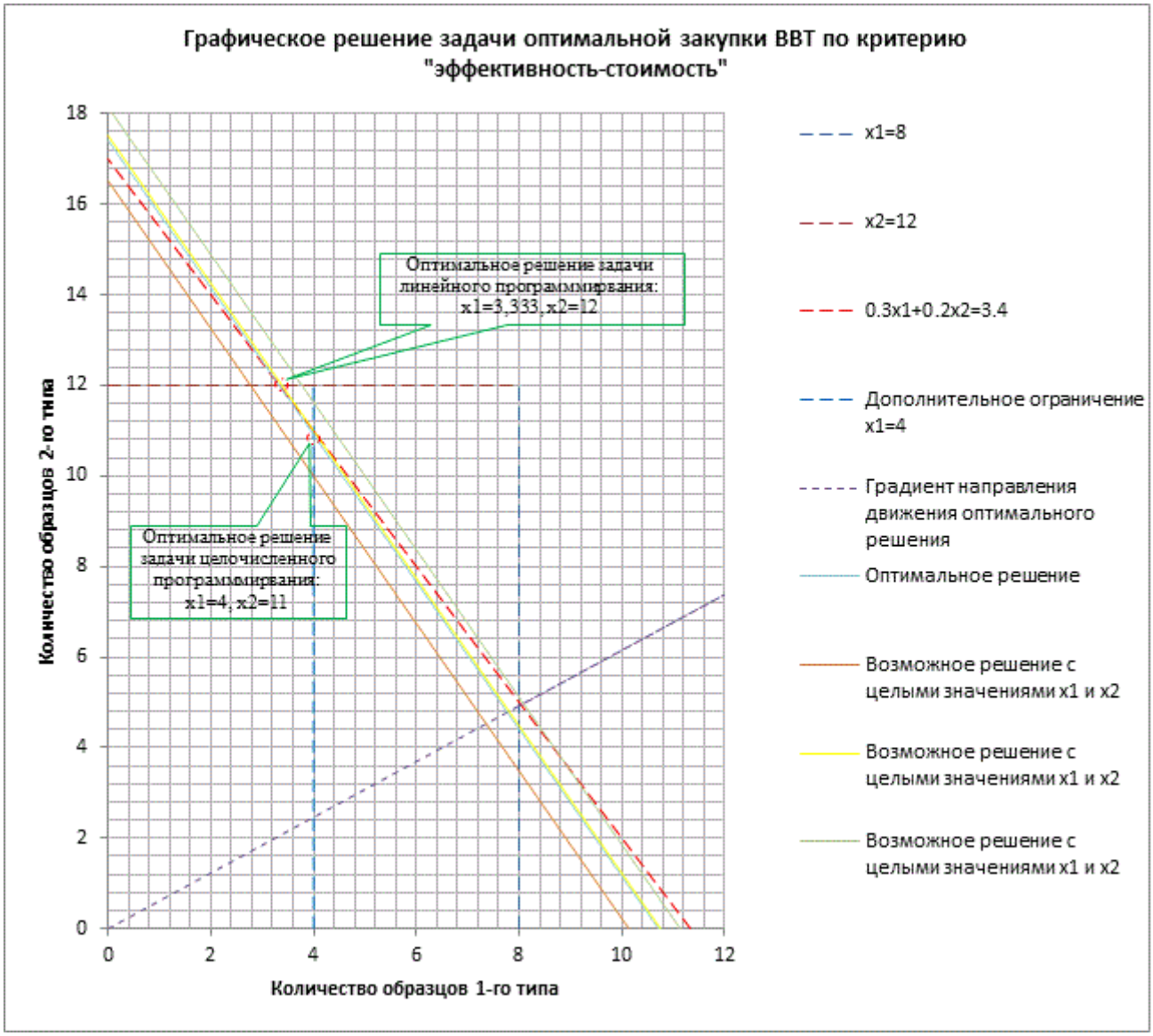


Рисунок 3 – Графическое решение задачи оптимальной закупки ВВТ по критерию «эффективность-стоимость»

В данном случае ошибка при определении минимального объема ассигнований на распределения образцов ВВТ по ВФ для получения заданного приращения боевого потенциала составила 5,7%.

Данный результат показывает, что при решении подобных задач, для минимизации затрат вычислительных ресурсов и сокращения времени на проведение расчетов допустимо применять метод математического округления результатов решения задачи линейного программирования с оговоркой о точности получаемых результатов.

Однако, как видно из представленного примера, простое округление результатов решения задачи линейного программирования не гарантирует получение результата, удовлетворяющего всем наложенным ограничениям, и может также потребовать дополнительных вычислений. Поэтому при сравнительно небольшой размерности задачи целесообразно сразу применять метод целочисленного программирования для нахождения оптимального распределения образцов ВВТ по ВФ с заданным приращением боевого потенциала при минимальных затратах.

Графическая интерпретация решения поставленной задачи представлена на рисунке 3. На графике введено дополнительное ограничение $x_1 \geqslant 4$, полученное в результате

применения метода «ветвей и границ», используемого при графическом решении задач целочисленного программирования [3].

На представленном рисунке показаны решения поставленной задачи в двух интерпретациях, как задачи линейного программирования и как задачи целочисленного программирования.

Выбранная для оснащения воинского формирования комбинация образцов ВВТ является наиболее целесообразной с точки зрения критерия «эффективность-стоимость».

Таким образом, рассмотренный выше подход оптимизации закупки ВВТ по критерию «эффективность-стоимость» позволяет получить оптимальное распределение «новых» образцов ВВТ по ВФ, обеспечивающее заданный прирост боевого потенциала ВФ в условиях финансовых ограничений и, таким образом, решить задачу военно-экономического анализа целесообразности закупки образцов ВВТ.

Список использованных источников

1. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ: Учебник. – М.: Военный университет, 2015. – 340 с.

2. Вагнер Г. Основы исследования операций. – Том 1 / Пер. с англ. – М.: Мир, 1972. – 335 с.

3. Вагнер Г. Основы исследования операций. – Том 2 / Пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – 488 с.

4. Буравлев А.И., Буренок В.М., Брезгин В.С. Методы оценки эффективности вооружения и военной техники. – СПб.: ВАТТ, 2011. – 142 с.

А.А. Венедиктов, доктор экономических наук, профессор

Использование производственной функции Кобба-Дугласа в военно-экономических исследованиях

Рассматриваются условия применимости экономической модели, описываемой производственной функцией Кобба-Дугласа. Статья носит дискуссионный характер.

«Вот, изволите видеть, так называемая эвристическая машина, — сказал старичок. — Точный электронно-механический прибор для отвечания на любые вопросы, а именно — на научные и хозяйственные...»

А. и Б. Стругацкие,
Сказка о тройке

Введение

В современных экономических исследованиях достаточно широко применяется механизм производственных функций, которые представляют собой экономико-математическую зависимость между количеством производимой продукции и использованными при ее создании факторами производства[1]. В общем виде такая функция *f* может быть записана следующим образом:

$$Q = f(x_1, x_2, \ldots, x_N), \quad (1)$$

где Q – объем произведенной продукции;

x_i – различные виды ресурсов, затраты которых необходимы для производства данной продукции;

N – количество учитываемых в модели факторов производства.

Чаще других применяется производственная функция, предполагающая степенную зависимость объема производства от двух его факторов: капитала и труда (так называемая функция Кобба-Дугласа):

$$Q = A \cdot L^{\alpha} \cdot C^{\beta}, \quad (2)$$

где A – постоянный коэффициент;

L – затраты труда, обычно понимаемые как расходы на оплату труда по производству данной продукции;

α – коэффициент эластичности по труду;

C – понимаемые в широком смысле затраты капитала на производство продукции: расходы на сырье, энергию, транспорт и другие потребные ресурсы;

β – коэффициент эластичности по капиталу.

Отметим, что в системе Российского индекса научного цитирования обнаружилось около 2 тыс. статей из числа опубликованных в отечественных научных журналах в последние годы, обращающихся к функции Кобба-Дугласа.

Попытаемся выяснить экономическое содержание формулы (2).

Количество факторов в модели Кобба-Дугласа

Первым делом зададим следующий вопрос: почему столь широкое распространение получила именно двухфакторная модель. Ведь, во-первых, величины C и L очевидно не являются независимыми. Например, реальная производственная система для увеличения количества продукции требует увеличения обоих этих параметров. Зафиксировать один из них и попытаться в строгом соответствии с рассматриваемой моделью обеспечить нужный прирост производства исключительно за счет роста второго параметра – утопия (сколько не вкладывай труда, из 1 килограмма железной руды 2 килограмма чугуна не выплавишь).

Во-вторых, интересно выяснить, чем объясняется деление всех затрат на следующие неравновеликие категории:

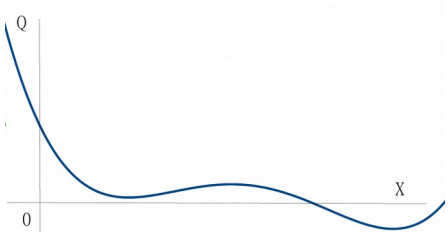
1 Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2011.

- труд;
- все остальное.

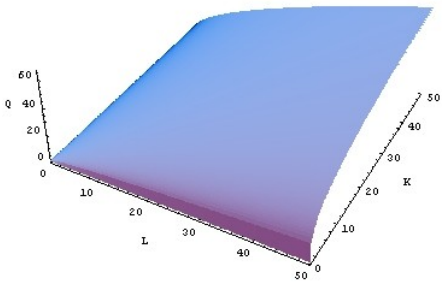
Почему фактор «труд» не объединить с «все остальное» и не получить более простую (и, как будет показано ниже, не менее адекватную) однопараметрическую модель, показывающую зависимость объема продукции от произведенных затрат?

За неимением лучшего объяснения можно предложить следующий вариант ответа на поставленный вопрос. Однофакторная модель слишком примитивна, понятна даже школьнику, вследствие чего выглядит не достойной внимания как обладателя ученой степени в сфере экономики, так и лица, стремящегося к ее получению. Многофакторная модель (1), учитывающая реально существующие основные факторы производства, напротив, слишком сложна для гуманитария-экономиста. Но почему же все-таки 2, а не, скажем, 3 параметра?

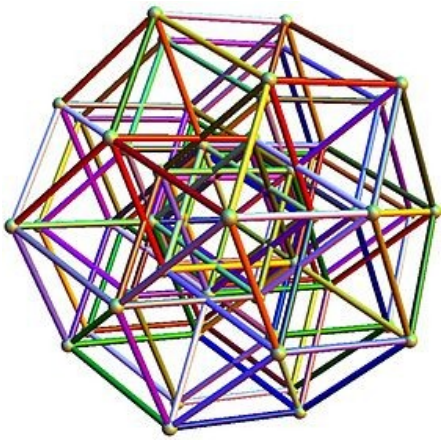
Попытаемся предложить версию ответа на этот вопрос, рассмотрев способы вербализации зависимостей, подобных формулам (1), (2). Однофакторная модель вида $Q=f(x)$ может быть визуализирована в виде обычного двумерного графика, знакомого большинству населения со школьной скамьи (рисунок 1а). Двухфакторную модель обычно можно представить как поверхность в привычном трехмерном пространстве (рисунок 1б). Данное представление требует наличия некоторого пространственного воображения (хоть и незначительно, но все-таки превосходящего средний уровень населения). Наконец, использование трех- и более факторных моделей делает их наглядное представление практически недостижимым для большинства граждан, полагающих, что соответствующие им четырех- и более мерные пространства встречаются, в основном, в научно-фантастических романах или в передачах Рен-ТВ (рисунок 1в).



а) Однопараметрическая функция – уровень «средний выпускник общеобразовательной школы»



б) Функция Кобба-Дугласа[1] – уровень «ученый-экономист»



в) Многопараметрическая функция (на рисунке – шестимерный куб)[2] – уровень «математик»

Рисунок 1 – Примерное соответствие количества факторов применяемой модели уровню использующего их лица

Сформулируем предположение: количество факторов в модели Кобба-Дугласа объясняется размерностью привычного нам пространства: $3-1=2$. Уменьшение числа 3, т. е. размерности трехмерного пространства, на единицу необходимо здесь в связи с тем, что одна из трех координатных осей должна быть задействована для отображения значения функции *Q*. Отсюда следует вывод (также предположительный): любая модель, разраба-

1 Рисунок с сайта https://ru.wikipedia.org/wiki/Функция_Кобба_—_Дугласа.

2 Рисунок с сайта https://en.wikipedia.org/wiki/6-cube.

тываемая не-математиками и предназначенная для понимания (и признания) широким экономическим сообществом, обречена иметь не более двух факторов.

Почему же деление произведено именно на «труд и все остальное», а, например, не на «сырье и все остальное» или «налоги и все остальное»? Возможно, учитывая, что модель Кобба-Дугласа появилась в начале XX века, не обошлось без влияния модного тогда марксизма, выделяющего труд в особую экономическую категорию.

Экономическая интерпретация параметров модели Кобба-Дугласа

Перейдем к выяснению экономического содержания коэффициентов эластичности α и β из формулы (2). Начнем со словарного определения: «Эластичность (от греч. *elasticos* – гибкий) – мера изменения одного показателя по отношению к изменению другого, от которого зависит первый»[1]. Из данного определения вытекает:

а) употреблять термин «коэффициент эластичности» можно лишь в том случае, когда **доказано**, что между значениями двух показателей имеется взаимосвязь определенного вида (линейная, степенная и пр.). В этом случае упомянутый коэффициент играет роль параметра соответствующей зависимости (коэффициента пропорциональности в линейной производственной функции, показателя степени в функции Кобба-Дугласа и т. д.);

б) коэффициент эластичности должен представлять собой константу, ибо если предположить, что он является переменной (функцией), то установленная в интересах предыдущего пункта линейная, степенная или иная зависимость перестает быть таковой. Например, если в линейной производственной функции

$$Q = a \cdot x + b \qquad (3)$$

допустить зависимость коэффициента a от x, то функция (3) не будет линейной по определению. Тем самым все достижения в части установления вида зависимости, сделанные нами в интересах выполнения предыдущего пункта, будут утрачены. При невыполнении требования «а» изучать, выполняется ли требование «б», лишено какого-либо практического смысла.

Посмотрим, выполнены ли сформулированные требования для функции (2). Требование «а» очевидно не выполняется, поскольку ни для одного экономического явления (в частности, для описания зависимости объема произведенной продукции от труда и капитала) не доказано существование именно степенной зависимости. Из истории экономических учений известно, что однажды предложенная К. Викселлем функция была применена Ч. Коббом и П. Дугласом в труде 1928 года «Теория производства»[2] [1]. В этой статье была предпринята попытка эмпирическим путем установить влияние затрачиваемых капитала и труда на объем выпускаемой продукции в обрабатывающей промышленности США в 1899-1922 гг. Авторам удалось неплохо аппроксимировать соотношение объемов производства и затраченных при этом труда и капитала следующей функцией:

$$Q = 1{,}01 \cdot L^{\frac{3}{4}} C^{\frac{1}{4}}. \qquad (4)$$

Однако необходимо отметить следующее:

1. В публикации 1928 года самые «свежие» анализируемые данные имели шестилетнюю давность. Можно предполагать, что проблема была связана с недоступностью соответствующих сведений за более поздний период, длительными сроками опубликования статьи и прочими объективными причинами. Однако даже в этом случае вызывает многозначительный интерес отсутствие более поздних публикаций, подтверждающих применимость полученной авторами функции для периода после 1922 года.

2. Успешный подбор методом наименьших квадратов коэффициентов аппроксимирующей функции никоим образом не свидетель-

1 Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Указ. соч.

2 Отметим, что в оригинальном названии статьи («A Theory of Production») употреблен неопределенный артикль «а».

ствует о том, что зависимость вида (2) является наилучшей. Например, для однопараметрической модели аппроксимация многочленом 23-й степени дала бы **полное совпадение модели с исходными данными**, но в равной степени не свидетельствовала бы о научной обоснованности полученной функциональной зависимости и ее адекватности реальным экономическим процессам.

3. Нет никаких оснований полагать, что именно затраты труда и капитала определяют объемы производства. С не меньшим успехом можно предположить, что обусловленные экономической ситуацией объемы производства определяют величину производимых затрат труда и капитала.

Таким образом, приведенное выше требование «а», касающееся необходимости наличия между анализируемыми параметрами доказанной зависимости соответствующего вида (в данном случае – степенной), для функции Кобба-Дугласа не выполнено.

Как уже отмечалось, при невыполнении требования «а» нет смысла разбираться, выполняется ли при этом требование «б». Тем не менее, можно утверждать, что и требование «б» в данном случае не выполняется, поскольку так называемые коэффициенты эластичности рассчитываются не на основе глубокого изучения моделируемых экономических процессов, а лишь путем формального применения метода наименьших квадратов (или иного подобного метода) для определения параметров аппроксимирующей функции, исходя из недоказанного предположения, что данная функция имеет вид (2).

Следовательно, значения коэффициентов α и β зависят хотя бы от одной из величин L, C или Q (фактически, от всех трех), т. е. не являются константами. Из этого вытекает, что радость от близости результатов расчета по формуле (4) к реальным экономическим показателям обрабатывающей промышленности США за 1899-1922 гг. сродни восторгу от сбывшегося глубокомысленного предсказания того, что атомная бомба попадет точно в эпицентр будущего ядерного взрыва.

Противоречивость модели Кобба-Дугласа

Докажем нашу гипотезу об отсутствии разумной экономической интерпретации для коэффициентов модели Кобба-Дугласа более строго. Доказательство проведем «от противного», т. е. вначале предположим, что такая интерпретация существует.

Рассмотрим следующий пример: имеются два предприятия, работающих в одной отрасли экономики, применяющие одинаковые технологии, систему оплаты труда, инвестиционную политику и пр. Для простоты можно даже считать, что это не самостоятельные предприятия, а два однотипных подразделения одной компании.

Предположим, что коэффициенты модели (2) представляют собой не просто результат арифметических манипуляций с исходными данными о фактических объемах производства и затратах труда и капитала в определенный период, а в какой-то степени отражают условия производства, общую экономическую ситуацию, уровень развития технологий, корпоративные политики... Короче, предположим, что они хоть что-то отражают, т. е. имеют некую разумную экономическую (а не только арифметическую) интерпретацию. Тогда логично предположить, что модели Кобба-Дугласа применительно к рассматриваемым субъектам производства будут иметь совпадающие коэффициенты A, α и β.

Рассмотрим две тройки значений, удовлетворяющих равенству (2): (Q_1, L_1, C_1) и (Q_2, L_2, C_2). Здесь первая тройка соответствует первому рассматриваемому субъекту, вторая тройка – второму. Подставив данные значения в формулу (2), получим:

$$\begin{aligned} Q_1 &= A \cdot L_1^{\alpha} \cdot C_1^{\beta}; \\ Q_2 &= A \cdot L_2^{\alpha} \cdot C_2^{\beta}. \end{aligned} \qquad (5)$$

Далее рассмотрим совокупность этих субъектов производства[1]. Очевидно, что сово-

1 Для подразделений одной компании это сделать совсем просто. Но и для двух независимых пред-

купные затраты труда и капитала будут равны соответственно L_1+L_2 и C_1+C_2, а совокупный объем производства Q_1+Q_2. Тогда логично предположить, что выполняется равенство:

$$Q_1+Q_2=A\cdot L_1^{\alpha}\cdot C_1^{\beta}+A\cdot L_2^{\alpha}\cdot C_2^{\beta}= \\ =A\cdot(L_1+L_2)^{\alpha}\cdot(C_1+C_2)^{\beta}. \quad (6)$$

Положим $\alpha=\beta=0{,}5$. Тогда равенство (6) запишется в виде:[1]

$$A\cdot L_1^{\frac{1}{2}}\cdot C_1^{\frac{1}{2}}+A\cdot L_2^{\frac{1}{2}}\cdot C_2^{\frac{1}{2}}=A\cdot(L_1+L_2)^{\frac{1}{2}}\cdot(C_1+C_2)^{\frac{1}{2}}. \quad (7)$$

Произведем ряд элементарных арифметических преобразований равенства (7):

$$\sqrt{L_1\cdot C_1}+\sqrt{L_2\cdot C_2}=\sqrt{(L_1+L_2)(C_1+C_2)};$$

$$L_1C_1+2\sqrt{L_1C_1L_2C_2}+L_2C_2= \\ =L_1C_1+L_1C_2+L_2C_1+L_2C_2;$$

$$4\cdot L_1C_1L_2C_2=(L_1C_2)^2+2\cdot L_1C_2L_2C_1+(L_2C_1)^2;$$

$$(L_1C_2-L_2C_1)^2=0.$$

Отсюда следует, что для рассматриваемого примера вытекающее из соображений здравого смысла равенство (6) выполняется лишь при следующем условии:

$$\frac{L_1}{C_1}=\frac{L_2}{C_2}. \quad (8)$$

Легко видеть, что формула (6) справедлива при условии (8) и для других значений коэффициентов α и β, если только они связаны следующим более общим соотношением:

$$\alpha+\beta=1. \quad (9)$$

Отметим, что использующие функцию Кобба-Дугласа специалисты обычно не оговаривают, что при ее применении должна выполняться пропорция (8). Наоборот, как правило, делается необоснованное предположение об универсальности соответствующей модели, которая, как было показано выше, в этом общем случае противоречит здравому смыслу.

Предположим однако, что некий исследователь наложил ограничения (8) и (9), т. е., например, оговорил, что сумма коэффициентов α и β должна быть равна единице, а затраты труда и капитала – связаны отношением:

$$\frac{L}{C}=R=\text{const}. \quad (10)$$

В этом случае формула (2) примет вид:

$$Q=A\cdot(RC)^{\alpha}\cdot C^{\beta}=B\cdot C^{\alpha+\beta}=B\cdot C, \quad (11)$$

где $B=A\cdot R^{\alpha}$ – константа.

Таким образом, при условии наложения вытекающих из соображений здравого смысла ограничений (8) и (9) зависимость (2) становится частным случаем линейной однопараметрической модели (3) и фактически перестает быть «моделью Кобба-Дугласа».

Следующий вопрос, на который нам предстоит ответить в поисках экономического содержания параметров формулы (2): какова же размерность выражения

$$L^{\alpha}\cdot C^{\beta}? \quad (12)$$

Параметры L и C, очевидно, имеют размерность денежной единицы. Тогда если в общем случае, т. е. без наложения ограничения (9), $\alpha+\beta\neq1$, то размерность выражения (12) воспаряет за пределы здравого смысла на безграничный простор фантазий.

Если мы пожелаем удержать в границах разумного размерность величины Q, то единственной возможностью достигнуть этого будет для нас использование коэффициента A, которому мы должны будем присвоить абсурдную с экономической точки зрения размерность, «зеркальную» абсурдной размерности величины (12). Например, если Q, L и C имеют размерность «рубль», $\alpha=0{,}5$, $\beta=0{,}6$, то коэффициент A должен иметь размерность:

$$\text{рубль}^{-\frac{1}{10}}.$$

Установить экономическое содержание величины с такой размерностью не представ-

---

приятий проблемы с рассмотрением их в совокупности нет. Ведь никто не утверждает, что модель Кобба-Дугласа применима только к подразделениям организации, или только к хозяйствующему субъекту в целом, или к отрасли экономики, или к экономике всей страны. Она универсальна, по мнению ее приверженцев.

1 Чтобы опровергнуть справедливость какой-либо формульной зависимости достаточно привести один контрпример. Если формула окажется бессмысленной для значений $\alpha=\beta=0{,}5$, то, очевидно, для общего вида коэффициентов эластичности смысла в ней будет никак не больше, чем для частного случая.

ляется возможным. Остается, разве что, объявить *A* «коэффициентом эластичности объема произведенной продукции по значению выражения (12)» в надежде на то, что «умный промолчит».

Выводы

1. Основные параметры модели объема производства (2), т. е. затраты труда *L* и затраты капитала *C*, не имеют экономического обоснования ни в части их количества, ни в части выбора именно этих факторов, а также не являются взаимонезависимыми.

2. Параметры *A*, α и β функции Кобба-Дугласа не позволяют выявить их экономический смысл в формуле (2) и, строго говоря, не являются константами.

3. Производственная функция Кобба-Дугласа имеет право на использование в экономических исследованиях лишь в том случае, если в ходе обоснования ее применимости будет *доказано* наличие степенной зависимости между соответствующими экономическими показателями. Однако представляется, что в этом случае не вполне корректно будет говорить о «функции Кобба-Дугласа», поскольку, несомненно, обоснованная функциональная зависимость получит имя ученого, сумевшего доказать ее адекватность применительно к исследованию некого экономического процесса.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что, по мнению автора, данная статья носит дискуссионный характер. Предположим на минуту, что приведенные здесь аргументы ошибочны, а правы те сотни экономистов, которые некритически применяют модель Кобба-Дугласа по самым разным поводам. Тогда, прежде всего, следует допустить, что ее применимость не исчерпывается прогнозированием объема произведенной продукции, она может использоваться для «отвечания» практически на любые вопросы (научные и хозяйственные). Данное мнение основано на том, что адекватность соответствующей модели в равной степени не доказана как применительно к моделированию объемов промышленного производства, так и к другим областям исследования.

Единственной проблемой в этом случае является, на наш взгляд, вопрос выбора именно функции Кобба-Дугласа из большого числа иных достижений современной нумерологии. Так, в последнее время появился ряд работ, «обосновывающих» целесообразность разделения всего на свете (ресурсов, продукции, фонда оплаты труда, налогов и пр.) в пропорции так называемого золотого сечения, деления также всего на свете на три части (приверженцы тринитаризма) и масса иных псевдонаучных предложений лиц, «не мыслящих себя вне научно-технического прогресса».

Если будет доказана несостоятельность изложенного здесь взгляда на условия применимости модели Кобба-Дугласа в экономических исследованиях, то в обмен на признание своей неправоты мы получим тот самый универсальный точный прибор для отвечания на любые вопросы, над созданием которого бились лучшие умы, начиная с пенсионера-изобретателя Э.З. Машкина из упомянутого в эпиграфе художественного произведения.

Список использованных источников

1. Cobb C.W., Douglas P.H. A Theory of Production // American Economic Review. – 1928. – Vol. 18. – № 1. – P. 139-165.

Аносов Роман Сергеевич
кандидат технических наук, доцент
начальник отдела НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА»
an_rs@list.ru

Буравлев Александр Иванович
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
buravlev46@mail.ru

Буренок Василий Михайлович
доктор технических наук, профессор
президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук
burenokvasil@rambler.ru

Бывших Дмитрий Михайлович
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА»
biwshih2013@yandex.ru

Венедиктов Андрей Альбертович
доктор экономических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
a_venediktov@mail.ru
SPIN-код: 5727-0709

Горчица Геннадий Иванович
доктор военных наук, профессор
главный ученый секретарь Российской академии ракетных и артиллерийских наук
raran@bk.ru

Иванов Сергей Валерьевич
директор по управлению персоналом АО «Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова»
Sergey.ivanov@bk.ru

Ищук Владимир Андреевич
кандидат физико-математических наук, доцент
ведущий научный сотрудник 3 ЦНИИ МО РФ
ischuk4@yandex.ru

Козирацкий Юрий Леонтьевич
доктор технических наук, профессор
профессор кафедры ВУНЦ ВВС «ВВА»
urleo@bk.ru

Морозов Олег Андреевич
кандидат технических наук, доцент
начальник управления 3 ЦНИИ МО РФ
authors@viek.ru

Нестеров Алексей Александрович
научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
hectopppp@mail.ru

Печатнов Юрий Анатольевич
доктор технических наук, доцент
начальник отдела 46 ЦНИИ МО РФ
ypechatnov@rambler.ru

Платонов Александр Петрович
доктор военных наук, профессор
старший научный сотрудник ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ»
vladimerilic@mail.ru

Подольский Александр Геннадьевич
доктор экономических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
podolskijag@mail.ru

Цырендоржиев Самбу Рабданович
кандидат военных наук, доцент
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
authors@viek.ru

Шевчук Александр Борисович
доктор военных наук, профессор
старший научный сотрудник ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ»
lisenkova@kait20.ru

Интернет-технологии как средство добывания развединформации

В.М. Буренок

Анализируются возможности Интернет-технологий по добыванию информации в интересах изучения военно-политического, экономического, промышленно-технологического, социального положения в зарубежных странах. Рассмотрены в этом аспекте концепции больших данных и Интернета вещей.

разведка; «большие данные»; Интернет вещей

Internet technologies as a means of obtaining intelligence information

V.M. Burenok

The possibilities of Internet technologies for the extraction of information for the study of the military-political, economic, industrial and technological, social the situation in foreign countries. Considered in this aspect of the concept of big data and the Internet of things.

intelligence service; Big Data; Internet of Things

Проблемные вопросы развития моделирования в интересах решения задач военного строительства на современном этапе

Г.И. Горчица, В.А. Ищук, О.А. Морозов

Рассматриваются проблемные вопросы организационного, нормативно-правового, технологического и технического видов обеспечения разработки и применения инструментария военной науки – моделирующих комплексов. Приведен перечень инновационных технологий, базирующихся на компьютерных моделях боевых действий. Рассмотрены перспективы применения полномасштабных технологий виртуальной реальности.

военная наука; системы моделирования; компьютерная модель; организационное и нормативно-правовое обеспечение; инновационные информационные технологии; технологии виртуальной реальности

Problems issues of modeling development for solving force buildup at present stage

G.I. Gorchitsa, V.I. Ischuk, O.F. Morozov

Problem issues of organizational, legal, technological and technical support of development and employment of military science tool of modeling systems are being considered. List of innovation technologies based on computerized models of combat actions. Perspective of virtual reality full scale technologies are being contemplated.

military science; modeling systems; computerized model; organizational and legal support; innovation information technologies; virtual reality technologies

Когнитивная модель управления совокупным потенциалом государства

А.И. Буравлев

В статье рассмотрена слабо структурированная задача управления совокупным потенциалом государства, составными частями которого являются экономический. военный и политический потенциал. Предполагается, что количественные оценки этих потенциалов могут быть получены расчетно-экспертным путем в метрической нормированной шкале. Для решения задачи предлагается использовать когнитивную модель, описывающую взаимодействие экономического, военного и политического потенциалов в рамках графовой модели с известными параметрами влияния. В качестве управляющих параметров рассмотрены доли экономического потенциала, используемого на развитие военного и политического потенциалов. Критерием оптимального управления является минимум средневзвешенного квадрата отклонения вектора потенциалов от эталонного вектора с единичными компонентами с учетом вклада каждой компоненты в совокупный потенциал государства. Получено аналитическое решение для оптимальных значений управляющих параметров. Приведен пример, иллюстрирующий принципиальную возможность решения поставленной задачи.

потенциал экономический; потенциал военный; потенциал политический; совокупный потенциал государства; граф отношений потенциалов; матрица взаимодействия потенциалов; уравнение эволюции потенциалов; критерий оптимизации управления совокупным потенциалом государства

A cognitive model of management of the combined capacity of the state

A.I. Buravlyov

The article describes the weakly structured task management combined capacity of the state, the component parts of which are economic. the military and political potential. It is assumed that quantitative estimates of these potentials can be obtained settlement expert way in normalized metric scale. To solve this problem is proposed to use a cognitive model describing the interaction of economic, military and political potentials in the framework of the graph model with known parameters of influence. As the control parameters considered in the share of economic capacity for the development of military and political potentials. The criterion of optimal control is a minimum weighted average of squared deviation of the vector potentials from the reference vector with unit components taking into account the contribution of each component to the total capacity of the state. An analytical solution is obtained for the optimal values of control parameters. An example that illustrates the possibility in principle of solving the task.

economic potential; military potential; political potential; aggregate capacity of the state relationship graph potentials; matrix of interaction potentials; equation of evolution of the potentials; criterion of optimizing the management of combined capacity of the state

Теория сдерживания: генезис

Ю.А. Печатнов

В работе на основе анализа эмпирических и концептуально-теоретических основ теории сдерживания ее развитие представлено как эволюция парадигм в рамках концепции научных революций Т. Куна. Проведенный анализ позволил отнести проблематику сдерживания к слабо структурированным проблемам и определить место теории сдерживания как специального раздела конфликтологии (теории конфликта), а перспективы развития теории стратегического сдерживания обусловить уровнем проработки междисциплинарных взаимодействий.

стратегическое сдерживание; парадигма сдерживания; конфликтология

Deterrence theory: genesis

Yu.A. Pechatnov

The evolution of the deterrence theory presented as an evolution of the paradigms used T. Kuhn's scientific revolutions theory. The analysis showed that deterrence theory includes the resolving of poorly structured problem. Therefore deterrence theory is a special section of conflictology. The prospects of deterrence theories evolution are connected with interdisciplinary interactions.

deterrence strategy; deterrence paradigm; conflictology

К вопросу о месте теории стратегического сдерживания в системе военных наук

С.Р. Цырендоржиев

Автором сделана попытка постановки вопросов о необходимости развития военной науки, ее интеграции с другими разделами общественных наук при изучении нового предмета – противоборства между субъектами международных отношений и его основной формы – межгосударственного противоборства. В статье на основе утверждения об ограниченности исторических рамок существования фактора стратегического ядерного сдерживания делается вывод об отсутствии необходимости развития теории сдерживания с опорой на ядерное сдерживание как основы для разрешения межгосударственных противоречий и конфликтов.

стратегическое сдерживание; ядерное сдерживание; межгосударственное противоборство

To a question about the place of strategic deterrence theory in the system of military sciences

S.R. Tsyrendorzhiev

The author made an attempt to raise the question of the need for the development of military science and its integration with other parts of the social sciences in the study of a new subject – the confrontation between the subjects of international relations and its basic form – interstate confrontation. On the basis of allegations of historical frames of limited existence of strategic nuclear deterrence factor it is concluded that there is no need to develop the theory of deterrence based on nuclear deterrence as the basis for the resolution of interstate disputes and conflicts.

strategic deterrence; nuclear deterrence; interstate rivalry

Обоснование технологий развития системы радиоэлектронной борьбы. Применение законов развития технических систем

Ю.Л. Козирацкий, Р.С. Аносов, Д.М. Бывших

Рассмотрены проблемные вопросы обоснования перечня перспективных технологий развития системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Показана возможность и целесообразность учета законов развития технических систем при формировании такого перечня. Предложенный формализованный подход позволяет не только определить наиболее рациональные технологические направления развития, но и способствует выявлению принципиально новых технологий, что, в конечном итоге, повышает качество обоснования предложений в Программу развития базовых военных технологий в области РЭБ.

техника РЭБ; технологии; морфологический анализ; формализация

Substantiation of technologies of development of system of electronic warfare. Application of morphological methods

Yu. L. Kozirazki, R.S. Anosov, D.M. Byvshich

The issues of justification of the list of promising technologies of electronic warfare (EW). The expediency of application of formalized methods for forming such a list. Considers the possibility of applying morphological analysis and synthesis in the generation of EW technologies. The proposed formal approach allows us to most fully take into account the development potential of EW technologies, and, ultimately, improve the quality of the justification of the proposals into the Program of development of basic military technologies in the field of electronic warfare.

equipments of EW; technology; morphological analysis; formalization

Фортификационная подготовка обороны границ российского государства

А.Б. Шевчук, А.П. Платонов

В статье последовательно излагается эволюция приграничных фортификационных укреплений начиная с Древней Руси под влиянием двух основных факторов: развития средств поражения и развития тактики ведения боя.

фортификационная подготовка обороны границ российского государства

Fortification preparing the defense of the borders of the Russian state

A.B. Shevchuk, A.P. Platonov

The article has described the evolution of border fortifications since Ancient Russia under the influence of two main factors: the development of means of destruction and development of tactics of warfare.

fortification preparing the defense of the borders of the Russian state

Методический подход к рациональному обеспечению оборонно-промышленного комплекса трудовыми ресурсами

А.Г. Подольский, С.В. Иванов

В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на обеспеченность организаций оборонно-промышленного комплекса кадрами различной специальности. Разработана математическая постановка задачи по рациональному обеспечению оборонно-промышленного комплекса трудовыми ресурсами, подготовка которых осуществляется образовательными учреждениями, а также на курсах повышения квалификации и переподготовки кадров.

оборонно-промышленный комплекс; трудовые ресурсы; кадры; специальность; организация; территориальный кластер

Methodical going near the rational providing of defensive-industrial complex labor resources

A.G. Podolskiy, S.V. Ivanov

Basic factors influencing on material well-being of organizations of defensive-industrial complex the shots of different speciality are considered in the article. The mathematical raising of task is worked out to the rational providing of defensive-industrial complex labour resources preparation of that comes true by educational establishments, and also on the courses of in-plant training and retraining of shots.

defensive-industrial complex; labor resources; shots; speciality; organization; territorial cluster

Методика военно-экономического анализа целесообразности закупки образцов вооружения и военной техники

А.И. Буравлев, А.А. Нестеров

Рассматривается постановка задачи определения минимальных затрат на оснащение воинских формирований «новыми» образцами ВВТ для достижения заданного приращения боевого потенциала воинского формирования в ходе реализации программных мероприятий и предлагается методика ее решения, основанная на применении целочисленного линейного программирования. Приведен пример, демонстрирующий работоспособность предложенной методики.

вооружение и военная техника; воинские формирования; оптимизация закупок; «эффективность-стоимость»

Technique of the military-economic analysis of expediency of purchase of samples of arms and the military technics

A.I. Buravlyov, A.A. Nesterov

Statement of a problem of definition of the minimum expenses for equipment of military formations by "new" samples of arms and the military technics for achievement of the set increment of fighting potential of military formation during realization of program actions is considered and the technique of its decision based on application of integer linear programming is offered. The example showing working capacity of the offered technique is resulted.

arms and the military technics; military formations; optimization of purchases; "efficiency-cost"

Использование производственной функции Кобба-Дугласа в военно-экономических исследованиях

А.А. Венедиктов

Рассматриваются условия применимости экономической модели, описываемой производственной функцией Кобба-Дугласа. Статья носит дискуссионный характер.

функция Кобба-Дугласа; дискуссия

Using the production function of the Cobb-Douglas in economic research

A.A. Venediktov

The conditions of the economic model applicability described by the production function of the Cobb-Douglas. The article is debatable.

Cobb-Douglas function; discussion

Правила представления авторами рукописей

1. Для опубликования в журнале «Вооружение и экономика» (далее – Журнал) принимаются научные статьи и рецензии преимущественно по тематике военно-технической политики, экономики военного строительства, программно-целевого планирования вооружения, военной и специальной техники и государственного оборонного заказа, экономической и военно-экономической безопасности, военных финансов, военно-социальной политики, правовых основ экономики военного строительства, подготовки научных кадров.

Представляемая научная работа, как правило, должна соответствовать одной из следующих научных специальностей:

20.02.01 – Теория вооружения, военно-техническая политика, система вооружения;

20.01.07 – Военная экономика, оборонно-промышленный потенциал;

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством;

08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит;

20.02.03 – Военное право, военные проблемы международного права;

20.02.14 – Вооружение и военная техника. Комплексы и системы военного назначения.

Авторам рекомендуется в сопроводительном письме указывать научную специальность, по тематике которой подготовлена статья.

2. Рукописи публикаций в Журнале и прилагаемые к ним материалы представляются авторами по электронной почте на адрес rk@viek.ru. Одновременно подписанный автором (авторами) экземпляр рукописи и прилагаемые материалы высылаются на почтовый адрес 129327, г. Москва, Чукотский проезд д. 10, Академия проблем военной экономики и финансов).

Рассмотрение статьи начинается с момента получения полного комплекта материалов в электронном виде. Принятие окончательного решения об опубликовании возможно не ранее получения оригиналов прилагаемых документов.

3. Рукопись представляется на русском языке в одном из следующих форматов **odt** (предпочтительно), rtf, doc, docx. Параметры оформления: размер листа А4, все поля по 20 мм, ориентация страницы – книжная, шрифт – **Pt Sans** (предпочтительно) или Times New Roman; размер шрифта – 14 pt; межстрочный интервал – полуторный; расстановка переносов – автоматическая; выравнивание текста – по ширине; отступ первой строки абзаца – 1,25 см.

Не рекомендуется использовать кернинг (разреженный или уплотненный шрифт), подстрочные и надстрочные символы не следует применять вне формул.

В начале файла с рукописью статьи указываются фамилия, имя, отчество, ученая степень и ученое звание, адрес электронной почты и телефон автора. Если у статьи несколько авторов, перечисленные сведения указываются для каждого из них, при этом контактные данные (адрес электронной почты, телефон) могут быть указаны только для одного из авторов.

В статье помимо текста допускается наличие математических формул, рисунков и таблиц.

Математические формулы должны быть вставлены в файл как объект OpenOffice.org (LibreOffice.org) **Math**.

Каждая иллюстрация должна быть вставлена в виде отдельного объекта «изображение» («рисунок») в одном из общепринятых растровых графических форматов (JPEG, TIFF, BMP, GIF, PNG). Рекомендуется формат GIF с прозрачным фоном. Размер каждой иллюстрации не должен превышать 800x600 точек. Допускается приложение отдельных файлов, содержащих включенные в статью иллюстра-

ции. Подпись к рисунку не должна быть включена в рисунок.

Не рекомендуется применять сложное оформление таблиц: разнообразное обрамление, объединение и разбиение ячеек и т. п. В случае необходимости их использования таблицу рекомендуется оформлять в виде рисунка.

Подписи иллюстраций, заголовки таблиц, формулы, сноски, ссылки на литературу оформляются в текстовом виде в соответствии с ГОСТом.

Учитывая, что издатель не использует пакет Microsoft Office и производит верстку в программе LibreOffice, **рекомендуем** перед отправкой в редакцию открыть направляемую статью в программе LibreOffice (OpenOffice) Writer с тем, чтобы убедиться в корректности отображения формул, таблиц, рисунков. Невыполнение данной рекомендации может привести к возврату статьи для приведения ее в соответствие с настоящими правилами и задержке с помещением ее в Журнал.

4. Статья должна оканчиваться списком использованных источников, в котором указываются только авторские произведения, подлежащие включению в систему Российского индекса научного цитирования (более подробную информацию о данной системе см. на сайте Электронной научной библиотеки: http://www.elibrary.ru). Список оформляется в соответствии с «ГОСТ Р 7.0.5-2008. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Образцы оформления библиографических ссылок в соответствии с упомянутым стандартом приведены на сайте Журнала.

5. К рукописи должны быть приложены в отдельных файлах:

- заполненная карточка статьи по приведенной ниже форме;
- заполненная карточка автора (если авторов несколько, составляется на каждого автора) по приведенной ниже форме;
- заключение комиссии о возможности открытого опубликования статьи, утвержденное и заверенное печатью организации. В состав комиссии должен входить представитель службы защиты государственной тайны;
- фотография автора (авторов) в одном из общепринятых графических форматов: портретная, без посторонних людей в кадре, размер фотографии не менее 300 пикселей по горизонтали и 400 пикселей по вертикали (представляется по желанию);
- два экземпляра договора между издателем электронного научного журнала «Вооружение и экономика» и автором (авторами), подписанных авторами. Если авторы не желают заключать договор в письменной форме, то договор на тех же условиях считается заключенным в устной форме. Направляя на адрес редакционной коллегии рукопись, автор тем самым соглашается с условиями данного договора;
- документ об оплате рецензирования статьи (см. Порядок рецензирования рукописей).

6. В случае несоответствия рукописи или прилагаемых материалов настоящим правилам ответственный секретарь редакции возвращает их автору для устранения недостатков.

Порядок рецензирования рукописей

1. Рукописи, поступающие в редакцию журнала «Вооружение и экономика» (далее – Журнал), подлежат обязательному рецензированию (экспертной оценке).

2. Перечень специалистов, привлекаемых к рецензированию, утверждается главным редактором журнала. В рецензировании рукописей вправе участвовать члены редакционной коллегии Журнала. По решению редакционной коллегии для рецензирования могут привлекаться также иные специалисты, если среди перечисленных лиц отсутствуют эксперты по проблематике представленной статьи.

3. Оплата рецензирования статей производится авторами из расчета 300 руб. за каждую полную или неполную страницу предлагаемого к опубликованию материала, оформленного в соответствии с Правилами представления авторами рукописей.

Способы оплаты:

наличными по месту нахождения Академии проблем военной экономики и финансов по квитанции установленного образца;

безналичным переводом на банковский счет со следующими реквизитами:

Получатель: Региональная общественная организация «Академия проблем военной экономики и финансов».

ИНН 7716161379.

Р/с 40703810538050100402 в Московском банке Сбербанка РФ.

БИК 044525225.

Кор./счет 30101810400000000225.

Плата за рецензирование статей не взимается с сотрудников 46 ЦНИИ Минобороны России, Российской академии ракетных и артиллерийских наук, Академии проблем военной экономики и финансов.

4. В течение недели с момента получения рукописи и прилагаемых материалов, оформленных в соответствии с требованиями Правил представления авторами рукописей, редакция направляет статью на рецензирование одному из экспертов, указанных в пункте 2 настоящего положения. При направлении статьи на рецензирование из нее удаляется информация об авторе.

5. Рецензент проводит рецензирование работы в течение одного месяца с момента поступления к нему рукописи. Если по каким-либо причинам рецензент не в состоянии провести экспертную оценку рукописи в установленный срок, он должен сообщить об этом главному редактору (заместителю главного редактора). Главный редактор (заместитель главного редактора) в этом случае вправе продлить рецензирования работы на срок до одного месяца либо передать рукопись на рецензирование другому рецензенту.

6. Если рецензент полагает, что он не может объективно оценить рукопись (не является экспертом по проблематике представленной статьи, сам ведет исследования по аналогичной проблематике и т. п.), он в течение пяти рабочих дней с момента получения рукописи возвращает ее в редакцию с указанием причины, по которой он не может выступить рецензентом.

7. После получения рецензии главный редактор (заместитель главного редактора) вправе направить рукопись на дополнительное рецензирование другому рецензенту.

8. Отрицательная рецензия высылается автору (авторам) рукописей на указанный ими адрес электронной почты без указания лица, проводившего рецензирование (анонимно). Положительные рецензии направляются авторам лишь по их просьбе.

При опубликовании статьи в Журнале редакция вправе указать информация о лице, давшем на нее положительную рецензию.

Рецензии представляются редакцией по запросам Минобрнауки России.

9. Автор, не согласный с рецензией, вправе в месячный срок представить свои возражения по ее содержанию.

10. После получения рецензии рукопись представляется ученым секретарем на ближайшем заседании редакционной коллегии. В случае если рецензия не является положительной (содержит замечания, указания на необходимость переработки, вывод о нецелесообразности опубликования в представленном виде и т.п.), представление на заседании редакционной коллегии производится не раньше, чем по истечении срока, указанного в п. 9 настоящего Порядка.

11. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

12. Оплата труда рецензентов производится Региональной общественной организации «Академия проблем военной экономики и финансов».

Карточка статьи

	На русском языке	На английском языке
Название статьи		
Инициалы и фамилия автора (авторов)		
Авторская аннотация (не более 1000 знаков, включая пробелы)		
Ключевые слова (разделенные **точкой с запятой**)		

Карточка статьи.doc

Карточка автора

Фамилия	
Имя	
Отчество*)	
Ученая степень*)	
Ученое звание*)	
Место работы	
Должность	
Контактный телефон	
Адрес электронной почты	
SPIN-код*)	
Дополнительная информация**)	

*) При наличии.

**) Заполняется по желанию автора. Здесь могут быть указаны сведения, которые автор желает дополнительно сообщить о себе (наличие почетных званий и др.). Указание приведенных дополнительных сведений в Журнале остается на усмотрение редакции.

Карточка автора.doc

Условия подписки на полнотекстовую версию

Свободный доступ к полнотекстовой версии электронного научного журнала «Вооружение и экономика» осуществляется на сайте Министерства обороны Российской Федерации по адресу http://sc.mil.ru/social/media/magazine/more.htm?id=10696@morfOrgInfo либо на сайте журнала http://www.viek.ru.