

18. *Владимиров В.А., Кульба В.В., Малинецкий Г.Г. и др.* Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2000. – 431 с.

19. *Талёб Н.Н.* Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости / Пер. с англ. Костиновой М., Бердичесвского А., Попова О. Под ред. М. Тюпллиной. – М.: Издательство КоЛибри, 2010. – 528 с.

20. *Бетелин В.Б.* Горизонты цифрового будущего страны завтра – это модели её экономики и образования сегодня / Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 5-й Международной конференции (3-4 февраля 2022 г., Москва). – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2022. – С. 30-35.

21. *Фесенко Д.* О четырех вариантах выхода из жилищно-коммунального тупика // Архитектурный вестник. – 2024. – №1(190). – С. 12.

22. *Иванов В.В., Малинецкий Г.Г.* Россия: XXI век. Стратегия прорыва. Технологии. Образование. Наука. – М.: URSS, 2024. – 304 с.

Чварков С.В., Подчуфаров С.Н., Куфрик Р.М.

О новом подходе к проектированию сложных организационно-технических систем

Аннотация: Работа посвящена разработке проблемы сложных организационно-технических систем.

Ключевые слова: сложные организационно-технические системы, проектирование, технико-тактические задания, информационно-телекоммуникационные системы, лица, принимающие решения, должностные лица органов управления, вооружение, военная и специальная техника

Как показывает практика разработки информационных, и особенно информационно-управляющих систем различного назначения, одной из основных проблем, возникающих в ходе проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), является низкий уровень целевых постановок, которые содержатся в тактико-технических (технических) заданиях

(ТТЗ), а также несоответствие задаваемых требований потребностям практики.

Одной из основных причин такого положения является отсутствие корректных описаний конкретных предметных областей, снижение компетентности должностных лиц, осуществляющих постановку и разработку ТТЗ, высокий динамизм развития информационных технологий, знаний и др. Все это в совокупности не позволяет государственному заказчику оперативно, грамотно и обоснованно осуществлять постановку НИОКР и корректно формировать требования к создаваемой (разрабатываемой) системе (образцу). Кроме того, при постановке работ применительно к конкретной предметной области не учитываются наработки в смежных предметных областях, что в последующем приводит к несогласованности и технической несовместимости создаваемых образцов (систем) при решении общей глобальной задачи.

В этой связи острее на сегодня проблемой является построение действенных моделей отдельных предметных областей, их взаимная увязка в рамках функционирования глобальной модели и определение порядка их взаимодействия при решении задач, стоящих перед системой (образцом). Возникает необходимость отхода от классической последовательности разработки системы (комплекса), суть которой состоит в определении на первом этапе состава, структуры и порядка функционирования создаваемого образца (системы). В настоящее время особо актуальным становится вопрос определения архитектуры системы (комплекса). Но это формирует другую не менее острую проблему – проблему перехода от неформализованного (лингвистического) описания предметных областей к формализованному (математическому) и, прежде всего, проблему формализации задач управления, решаемых в рамках функционирования сложной системы.

Формализация каждой задачи управления позволит описать в математических терминах процессы функционирования, как сложных организационно-технических (например, информационно-телекоммуникационных систем (ИТКС)), так и сформировать совокупность моделей и методик оценивания эффективности их функционирования, а также выделить и описать важные элементы систем.

Расширение возможностей технологий нейросетей, искусственного интеллекта (экспертных систем), машинного обучения, больших данных и интернета вещей в настоящее время существенно расширяют возможности разработчиков при проектировании систем (образцов). Однако отсутствие отечественного инструментария и программного обеспечения его реализации создает существенные проблемы по оперативному учету новаций и внесению изменений в рабочую конструкторскую документацию и техпроекты.

Также существенной проблемой при разработке систем является высокая рутинность и забюрократченность процессов уточнения ТТЗ на НИОКР, которая не позволяет оперативно вносить изменения в требования, цели и задачи ТТЗ, что в итоге приводит к разработке систем, зачастую уже утративших свою актуальность. Несомненно, значимым аспектом, существенно влияющим на качество и сроки разработки сложных ИТКС, является чрезвычайно низкий уровень финансирования их разработок, что не позволяет привлекать к разработкам высококвалифицированных экспертов, передовых ученых, опытных программистов и системных аналитиков.

Мировой опыт разработки сложных технических систем говорит о том, что время, затрачиваемое на их проектирование и разработку должно составлять: при разработке сложной метасистемы – не более 5 – 7 лет, сложной системы – до 5 лет, сложного образца – не более 3 лет, простого образца – до 1 года. При этом при разработке ИТКС до 70% финансирования идет на разработку математического и программного обеспечения (иначе говоря – «мозгов») и только до 30% на периферию (иначе говоря – «железо»). В Российской Федерации положение несколько иное – при разработке ИТКС только до 40% финансирования идет на разработку «мозгов», а вот «железа» – до 60%. Кроме того, при модернизации системы подавляющее большинство заказчиков и разработчиков нацелено на совершенствование именно технической основы.

Деструктивность данного подхода проявилась в специальной военной операции, когда, на первый взгляд, прекрасно оснащенные в техническом отношении образцы ВВСТ (вооружение, военная и специальная техника) оказались неспособными решать

возложенные на них задачи, прежде всего, по причине низкого уровня развития математического и программного обеспечения решения возложенных на них задач. В результате в инициативном порядке было достаточно оперативно разработано большое количество адаптированных к реалиям информационно-телекоммуникационных продуктов, базирующихся на авторских постановках и программных реализациях сложных задач управления, что, однако не требовало серьезных усилий по совершенствованию технической составляющей.

Также в негативную сторону следует отметить современный отечественный опыт разработки сложных технических систем применительно к разным предметным областям, который составляет в среднем: для сложной метасистемы – более 10 – 15 лет, сложной системы – до 10 лет, сложного образца – 5 – 7 и более лет, простого образца – до 3-х лет. При этом нельзя не отметить тот факт, что многие теоретические разработки отечественных ученых 60-х – 80-х годов прошлого столетия значительно опередили время, и только сейчас мы подходим к возможности их реализации. Еще большее сожаление вызывает тот факт, что разрыв и непонимание между наукой и предметниками все больше увеличивается, и это настоящая беда. Как следствие, актуальность проблемы информированности науки в потребностях прагматиков растет с каждым годом и наоборот, прагматики все больше не в состоянии понять суть достижений современной науки. Но эта проблема носит системный характер и требует усилий на государственном уровне и, особенно, в сфере образования.

Проблемным аспектом, на наш взгляд, является особая острота нерационализма, обусловленного стремлением к разработке дорогих, уникальных, впоследствии, как правило, невостребованных систем, а не унифицированных комплексов управления. Такой подход, кроме высоких и рискованных финансовых вложений, имеет под собой и другой «подводный» камень – эксплуатация и обслуживание таких образцов требует особых условий, узких специалистов, длительного времени и возможна в достаточно узких пределах. А учитывая существующие проблемы с импортной элементно-компонентной базой и сложностями ее добывания и оснащения ею систем и комплексов, оперативность и качество разработки сложных систем существенно

снижается, а стоимость эксплуатации и ремонта наоборот растет.

Теперь несколько подробнее о предлагаемом подходе при разработке сложных систем вооружения.

Как показывает анализ концептуальных и доктринальных документов, а также программ развития вооружений, уже сегодня наиболее развитые государства мира сосредотачивают свои усилия на разработке высокотехнологичных систем, способных обеспечить наиболее полную реализацию боевых возможностей оружия, формируя качественно новый военный потенциал. Причем, разработка таких систем идет не последовательно и постепенно, как раньше, а одновременно в различных направлениях, таких как:

- теория и практика создания и применения нового оружия;
- теория и практика разработки систем информационного обеспечения и управления оружием;
- разработка новых технологий применения нового ВВТ, форм и способов ведения военных действий.

Каждое из обозначенных направлений существенно зависит от степени насыщения и внедрения в военную сферу перспективных космических и информационных технологий и их соответствия характеру прогнозируемых войн нового поколения. Рационализация внедрения указанных технологий позволяет обеспечивать реконфигурацию элементов создаваемых систем независимо от уровня войсковой иерархии в соответствии с возникающими задачами в интересах достижения синергетического эффекта при минимизации привлекаемого ресурса и оружия.

Всесторонняя и непрерывная интеграция усилий информационно-телекоммуникационных средств и систем, средств управления и поражения на сколь угодно малые дискретные промежутки времени позволяет добиться требуемого результата в решении задач поражения и достижения целей военных действий. Причем высокая синергия будет достигаться благодаря росту маневренности, мобильности, управляемости и защищенности боевых подразделений, их способности к сосредоточению основных усилий на избранных направлениях, ведению нелинейных боевых действий и «мгновенному применению» оружия в любой момент времени на требуемую дистанцию.

Уже сегодня военным экспертам и специалистам предметных областей ясно, что достижение успеха в современных и будущих

военных действиях будет зависеть от степени насыщения войск (сил) перспективными цифровыми информационными технологиями и уровня владения этими технологиями должностных лиц органов управления и персонала, эксплуатирующего системы (комплексы) вооружения.

Очевидно, что дальнейшая эволюция теории и практики военного искусства и военного управления будет идти по пути тотального внедрения информационно-телекоммуникационных технологий в целях полной автоматизации управления войсками и ударно-огневыми средствами, а также повышения точности, могущества воздействия, дальности и роботизации вооружения. Наряду с этим нельзя не учитывать непрерывно возрастающие уровень развития и возможности всех средств электромагнитного спектра, которые начинают играть в вооруженном противоборстве решающую роль.

Фундаментально важной особенностью и безусловным свойством успеха в военных действиях будущего будет высокое качество управления военными действиями на всех уровнях, а также способность боевых подразделений к оперативной адаптации и трансформации в динамично меняющейся обстановке. Как следствие – основным фактором повышения эффективности применения систем военного назначения является наличие современных ИТКС различного назначения в войсках (силах).

В армиях наиболее развитых государств мира считается, что элементы данной системы должны быть развернуты во всех сферах вооруженной борьбы, иметь стационарные, подвижные (мобильные) и носимые элементы, обладать высокой степенью унификации и способностью к реконфигурации независимо от уровня иерархии управления. При этом ИТКС должна представлять собой единый информационно-управляющий комплекс, обеспечивающий непрерывное оперативное управление (командование) силами и средствами по вертикали и горизонтали на всем пространстве военных действий.

Необходимо отметить, что требуемая эффективность функционирования ИТКС может быть достигнута только при условии непрерывного и устойчивого обеспечения актуальной и ценной информацией с учетом прав доступа на всех уровнях управления в интересах достижения целей военных действий.

Создание такой системы позволит достигать и удерживать стратегическое превосходство над противником на всем пространстве военных действий, опережая противника в мыслях и действиях, минимизируя свои потери и удерживая преимущество в боевом потенциале. В совокупности все это позволит достигать военных и политических целей с минимальными потерями. Однако для реализации на практике ИТКС, которая окажется способной решать все эти задачи, необходимо принципиально по-иному подойти к ее построению (рисунок 1), т.е. к определению архитектуры системы (комплекса, образца).

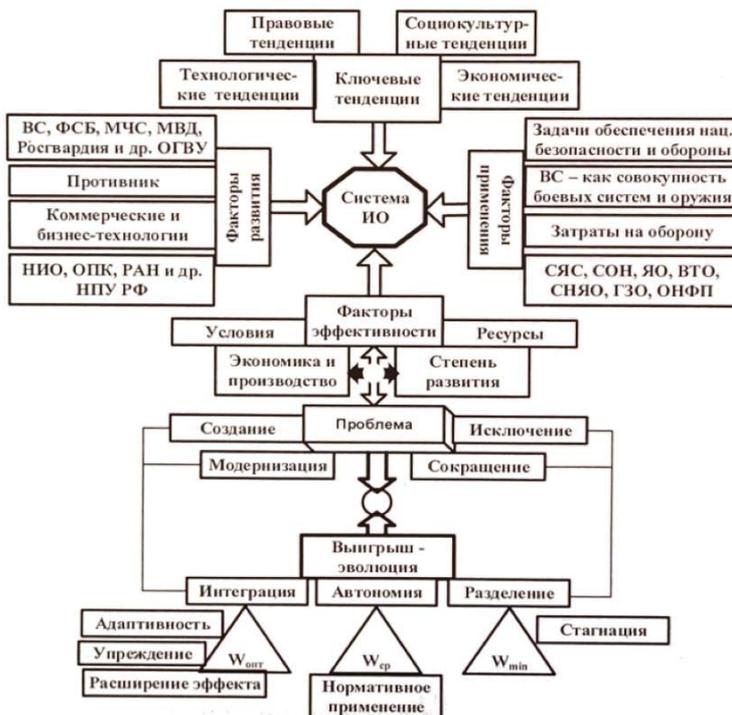


Рисунок 1 – Последовательность построения ИТКС

Представленный на рисунке 1 подход позволяет учитывать задачи в области обороны, задачи, решаемые государственными и военными структурами в области обеспечения национальной

безопасности и обороны, экономические, финансовые и производственные возможности государства, степень развития науки и практики предметных областей, привлекаемых к построению системы, условия и порядок функционирования, состояние и уровень развития аналогичной системы у вероятных противников, направления эволюции системы в различных формах ее применения. Достоинством предлагаемого подхода является его системность, всесторонний охват и взаимодействие различных предметных областей.

Ориентация в области построения систем информационного обеспечения и управления на такой подход позволит реально перейти к реализации принципов сетецентрического управления и применения войск (сил). В частности, появляется возможность оперативного построения разведывательно-ударных (огневых) контуров для реализации целей систематического огневого воздействия по критически важным объектам противника в ходе дискретных разведывательно-ударных (огневых) действий (рисунок 2).

Пояснения к рисунку 2: ИС – информационные средства, ТГО – топогеодезическое обеспечение, ГМО – гидрометеорологическое обеспечение, ГФО – геофизическое обеспечение, ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли.



Рисунок 2 – Последовательность перехода к системе нового типа

Как показывают выполненные за рубежом исследования, стремление к поиску новых форм построения боевых систем по мере разработки и оснащения войск (сил) новыми средствами разведки, ИО, управления, связи, радиоэлектронной борьбы (РЭБ), поражения, беспилотными аппаратами и другими средствами, так или иначе задействованными в вооруженной борьбе, ведет к созданию принципиально новой разведывательно-информационно-электронно-поражающей системы. Данная система будет обладать высокой способностью к адаптации и реконфигурации под конкретные задачи поражения, устойчивостью и защищенностью от воздействия противника. Основу системы составят формируемые на базе ИТКС и «облачных» технологий в реальном времени боевые «платформы» – контура. Внедрение данной системы в практику ВС позволит перейти от фрагментарного к избирательному функциональному поражению, увеличивая степень электронно-огневого давления на противника на глубину досягаемости огневых

и электронных средств поражения, и формируя требуемую «синергию» победы.

Необходимо отметить, что создание системы нового типа потребует воспитания у лиц, принимающих решения (ЛПР), и должностных лиц органов управления (ДЛ ОУ) способности к пониманию необходимости и готовности к нетрадиционному информационному обеспечению и применению средств поражения (рисунок 3). Как следствие, изменится и порядок разработки систем вооруженной борьбы, так как ответственность за их создание будет лежать не только на конструкторах и коллективах учреждений ОПК России, но и, прежде всего, на специалистах предметных областей. Именно в этом случае создание любой системы вооружения будет подчиняться принципу разумной целесообразности. Как следствие, образцы и системы вооружения будут проектироваться не с оглядкой на современные или перспективные образцы и технологии зарубежных аналогов, как это происходит зачастую сейчас, а с учетом потребностей обеспечения национальной безопасности и обороны. Именно тогда в проектирование образцов будет закладываться сложность их разработки, но во имя долговременности и эффективности применения (ракетные комплексы 70-80-х годов, авиационные комплексы 70-90-х годов, подводные лодки и надводные корабли 80-90-х годов XX-го века и др.).

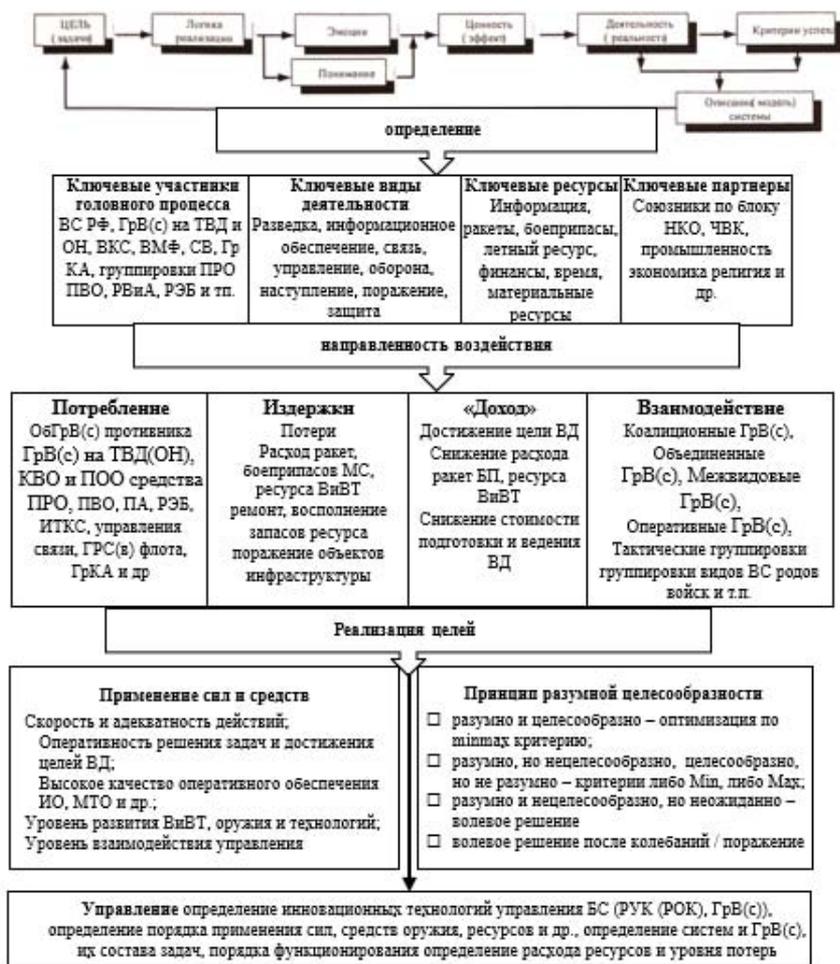


Рисунок 3 – Последовательность формирования задачи на разработку системы вооружения

Учитывая возможности новых и перспективных информационных технологий военного и двойного назначения, уже в настоящее время разработчики могут значительно упростить и ускорить процесс проектирования, но для этого необходимо максимально подробное описание разрабатываемой системы специалистами предметной области. Что же мешает?

Следует заметить, что основные проблемы по описанию и проектированию систем вооружения будущего состоят в следующем.

1. Неспособность и нежелание специалистов предметных областей понять необходимость, преимущества и важность создания той или иной системы вооружения. Низкий уровень общетеоретической, общевойсковой, стратегической и оперативной подготовки специалистов, принимающих участие в формировании технических заданий на разработку систем вооружения.

2. Превалирующая над целесообразностью косность интересов и разница взглядов специалистов различных предметных областей на применение создаваемой системы вооружения, фактическое отсутствие системного подхода при определении целесообразности разработки систем вооружения для решения задач обороны и обеспечения национальной безопасности.

3. Недостаток воображения, зашоренность мышления, сопротивление возможным переменам, инертность к новациям, непонимание перспектив развития форм и способов применения ВС и оружия.

4. Отсутствие рациональных и взаимоувязанных концепций строительства и развития ВС и их подсистем, длительные сроки их реализации, отсутствие взаимосвязи между смежными концепциями, низкий уровень участия и вовлеченности специалистов и лиц, принимающих решения, в разработку нормативных документов, «размазанность» ответственности за реализацию концепций строительства и развития.

5. Наличие противников разработки инновационных систем оружия, технологий их применения, объясняемая низкой достоверностью среднесрочных прогнозов и неопределенностью военно-политической, экономической и стратегической обстановки.

6. Искключительная ментальность стереотипов руководителей предметных областей, объясняемая нежеланием перемен, «верой» в исключительность вида ВС, рода войск ВС, закостенелость, недалекновидность взглядов и нежелание перехода к новой парадигме войны и др.

7. Неспособность руководителей идти на риск, боязнь изменить принципу «не сломано — не чини», подчинение мысли сформированной системе принципов и закономерностей, нежелание

видеть изменения среды, науки, технологий, боязнь революционных изменений.

8. Отсутствие моделей, позволяющих осуществлять достоверные прогнозы обстановки, определять направления развития системы вооружения и ее элементов, проводить моделирование вооруженной борьбы с учетом асимметрии применения вооружения и группировок войск (сил), военных и невоенных средств, средств информационного противоборства, гибридных форм военных действий, оценку влияния подсистем разведки, информационного обеспечения, управления и результатов военных действий.

Кроме того, несмотря на достаточно интенсивную политику цифровизации, проводимую военно-политическим руководством РФ, до настоящего времени так и не удалось преодолеть привязанность к рутинным функциям и бумажным технологиям у ДЛ ОУ, которые сводят на «нет» все усилия по автоматизации информационных процессов.

Серьезной проблемой продолжает оставаться неспособность должностных лиц к моделированию систем и военных действий. Фактически вся автоматизация деятельности штабов заканчивается решением информационных, информационно-расчетных и расчетных задач, описываемых математическим аппаратом аналитической алгебры и теории вероятностей. При этом задачи, которые реализуют логику мышления должностных лиц, задачи прогнозирования, распознавания, логического анализа и т.п. продолжают решаться в «ручном» режиме, с опорой на интеллект ДЛ ОУ и ЛПР.

Как следствие, в деятельности ОУ не реализуется одно из основных требований по многовариантности разрабатываемых решений, что, в свою очередь, существенно снижает обоснованность решений. Попытки обеспечить многовариантность решений экспертными методами приводят к существенному увеличению времени принятия решений, что не позволяет реализовать требования по оперативности решений, своевременности и адаптивности управления применением группировок войск (сил) и оружия. В результате, реализация группировками войск (сил) и оружием поставленных задач выполняется с существенно меньшей эффективностью.

Данную проблему управления можно решить, используя современные наработки в области создания бизнес-моделей принятия решений (таблица 1). Дальнейшая разработка идет по пути насыщения моделей возможными сценариями. Одним из таких сценариев является построение на первом этапе «карт эмпатии».

Отправной и самой ответственной «точкой» на данном «пути» является определение информационных потоков и путей обмена информацией в системе при решении различных задач и порядка управления этой информацией (данными).

Таблица 1 – Последовательность разработки бизнес-моделей, основанных на идеях и знаниях

«Разделение»	«Длинного хвоста»	«Многосторонней платформе»	«Свободы пути»	Открытая модель рассредоточенных знаний
<p>Стиль модели: Цель - переосмысление известных концепций и подходов в построении и функционировании сложных организационно-технических систем и приведение их к единому стандарту. Решаемые в рамках модели задачи должны быть унифицированы, стандартизированы в рамках единых алгоритмов для достижения максимальных эффекта, эффективности и результата</p>	<p>Модель, ориентированная на максимум результата; Модель, ориентированная на минимум использования ресурса; Модель, ориентированная на инновации в силах, средствах и технологиях</p>	<p>Модель, ориентированная на поражение всего, но поемногу (предполагает нанесение ущерба вопреки потребностям ситуации, но с дальней целью). Модель ориентирована на высокую оперативность решения задач управления. На практике это означает переход от принципов массирования к принципам накрытия, как можно большего количества объектов разными средствами поражения. Цель – получение эффекта от каждого средства</p>	<p>Суть: Объединение различных, но связанных определенным образом сил и средств в соответствии с основным принципом – сетевой эффект достигается за счет разнородных сил и средств на единой платформе в интересах решения внезапно возникающих задач. Основная проблема – своевременное и полное обеспечение сил и средств материальными ресурсами и рационализация очередности решения задач. Преимущество: рационализация применения сил и средств, отладка взаимодействия, снижение издержек</p>	<p>Спрос при нулевой «цене». 2 пути решения: 1 – решение задач старшей инстанцией или предоставление незапланированных ресурсов сил и средств, 2 – создание многосторонних платформ, каждый элемент которых может решать определенную совокупность задач. Цель достигается привлечением других сил и средств после определения «прорывного» направления</p>
<p>$t_{рв} \rightarrow V_{реал} \rightarrow t_{реш} \rightarrow \downarrow t_{реал} \text{ при } (R, C, N_{ср}, N_c) \rightarrow W, \uparrow I_{дл} \rightarrow \downarrow t_{реш} \rightarrow \uparrow K_{реш} \rightarrow W.$</p>				<p>Группирование цели, задач, сил, средств, ресурсов в интересах достижения максимального результата при решении задач обороны. Объединение методов, способов, идей, общий мониторинг и контроль. Определение «главного» элемента исходя из целевого вклада и увязывание Ц и 3 каждой из подсистем с приоритетом избранного элемента</p>
<p>Инновация решения данной проблемы состоит в оптимизации $N_{ср}$, N_c и рационализации порядка их применения за счет поиска новых схем, повышения эффективности использования каждого средства, неожиданности, непредсказуемости действий и др.</p>				

На втором этапе формируется лингвистическое описание самой модели системы и определение порядка ее функционирования. Далее осуществляется визуализация модели и строится ее шаблон.

Следующий этап проводится с привлечением экспертов и специалистов предметных областей, устанавливающих соответствие модели реальным процессам и явлениям, определяющих ключевые показатели и ресурсы, порядок применения сил и средств и использования ресурсов (время, объемы, виды сил, средств, оружия и т.д.) и определяющих цели, стоимость, эффективность и возможность получения синергетического эффекта.

Следует заметить, что успех при данном сценарии моделирования во многом зависит от нестандартности мышления «сценаристов».

Второй путь – генерация идей. На данном пути во главу угла ставятся цели и задачи, которые стоят перед системой, раскрываются возможные варианты действий, позволяющие добиться их реализации, закладываются показатели эффективности и их количественные характеристики, которые должны быть достигнуты, определяется «цена» каждого действия. При этом важно учитывать: опыт и квалификацию экспертов, формирующих исходные данные, возможные перспективы реализации системы, возможные варианты ее построения, требования по безопасности и защищенности, применяемые технологии, стоимость, уровень инноваций, возможность синтеза идей, отношения между подсистемами и элементами с определением ресурсов, частных целей и задач.

Сложность данного пути состоит в формировании команды высококвалифицированных специалистов предметных областей, системных математиков и программистов, способных к «мозговому штурму» и синтезу идей.

Успех возможен при абстрагировании от глобальных целей системы и стремлении выстроить описательную модель метасистемы таким образом, чтобы любому специалисту каждой предметной области был понятен дальнейший механизм моделирования. Причем в ходе моделирования должны быть отработаны не только структура, состав модели и определен порядок ее функционирования, но и установлены: инфраструктура, обеспечивающая функционирование системы, технологии, виды обеспечения, ресурсы, издержки, порядок взаимодействия элементов, т.е. элементы вышеупомянутой архитектуры. Получаемые в ходе моделирования новые варианты

использования сил и средств и порядка их обеспечения позволят в дальнейшем на практике сформировать нестандартные варианты их применения и с меньшими усилиями добиваться больших результатов.

Следует заметить, что реализация изложенных подходов становится возможной при четком понимании задач обеспечения национальной безопасности и обороны государства, проблем информационного обеспечения решения этих задач в автоматизированном режиме в условиях реального времени, формирования альтернатив решения военно-политического руководства страны по избранным критериям при условии обладания достоверной и актуальной информацией об обстановке, обеспеченности и технологической вооруженности силовых структур и других государственных органов, привлекаемых к решению задач в области обороны, требуемом уровне боевой готовности и боевой способности Вооруженных Сил и других аспектов.

Шульц В.Л., Чернов И.В., Шелков А.Б.

Сценарные технологии снижения неопределенности в управлении безопасностью

Аннотация: Представлены результаты анализа методологических проблем использования сценарного моделирования в качестве инструмента поддержки управленческих решений в сфере обеспечения национальной безопасности в условиях риска и неопределенности. Рассмотрены механизмы снижения влияния факторов неопределенности на принимаемые решения.

Ключевые слова: национальная безопасность, управление, неопределенность, сценарный подход, моделирование, информационная поддержка