

МЕТОДОЛОГИЯ СЦЕНАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Чернов И. В.¹

(ФГБУН Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, Москва)

Разрабатывается методология сценарного планирования и управления обеспечением национальной безопасности Российской Федерации. Проведен анализ основных направлений развития методологии сценарного анализа и моделирования как инструмента поддержки принятия решений. Приведены результаты разработки понятийного аппарата сценарного исследования, на основе которого разработана общая схема процедуры формирования сценариев. В основу экспертного описания модели развития рассматриваемых процессов положено понятие экспертно-значимого разбиения расширенного фазового пространства, а также экспертно-значимых событий, которые происходят в последовательности, указанной в системе упорядочения в рамках базисной модели. В результате исследования данной модели формируются сценарии поведения объекта управления или развития ситуации в сфере безопасности. Разработана многоуровневая модель жизненного цикла планирования и управления мероприятиями безопасности, обеспечивающая возможность упреждающей верификации результатов реализации ключевых этапов управленческого цикла, что позволяет перейти от пассивного учета свершившихся событий к проактивному управлению. Полученные результаты могут послужить основой для автоматизации сценарного исследования, а также аналитической прогнозной поддержки процессов подготовки и принятия управленческих решений в области обеспечения безопасности сложных организационных систем.

Ключевые слова: безопасность, сценарий, жизненный цикл, управление, моделирование.

1. Введение

Сложившаяся в настоящее время ситуация привела к нарастанию существующих и появлению принципиально новых и крайне опасных стратегических угроз национальной безопасности (НБ) России. Многофакторный и многоцелевой характер внешних угроз (а по ряду направлений скрытный, а также ориен-

¹ Игорь Викторович Чернов, к.т.н., в.н.с. (chernov@ipu.ru).

тированный на имеющиеся уязвимости социально-экономической системы нашей страны) характер выбранных геополитическими противниками способов и механизмов военного, политического и экономического давления на Российскую Федерацию диктуют острую необходимость повышения эффективности методов и механизмов планирования и управления в сфере обеспечения НБ России.

Обеспечение национальной безопасности государства является одной из наиболее сложных проблем теории и методологии организационного управления и целого ряда смежных научных дисциплин.

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации определяет систему обеспечения национальной безопасности как «совокупность осуществляющих реализацию государственной политики в сфере НБ органов публичной власти и находящихся в их распоряжении инструментов» [13]. Таким образом, национальная безопасность и как предметная область, и как объект управления представляет собой сложную распределенную иерархическую мультиструктурную систему, включающую множество различных взаимосвязанных элементов на федеральном, региональном, отраслевом и т.д. уровнях. При этом можно выделить внешний и внутренний контуры национальной безопасности (рис. 1). Первый уровень отражает внешнюю (военно-политическую, внешнеэкономическую, дипломатическую и т.д.) составляющую комплекса проблем обеспечения национальной безопасности и тесно связан с уровнем международной безопасности (состоянием и тенденциями развития международных отношений). Внутренний контур соответственно отражает проблемы противодействия внутренним угрозам устойчивому и поступательному развитию общества и государства (социально-экономическому, производственно-технологическому, научно-техническому и т.д.) [6, 20].

Необходимым условием повышения эффективности процессов управления обеспечением НБ является смещение акцента с задач реактивного характера на опережающие, основной целью которых является недопущение кризисных ситуаций на основе упреждающего выявления негативных тенденций и принятия содействующих воздействий.

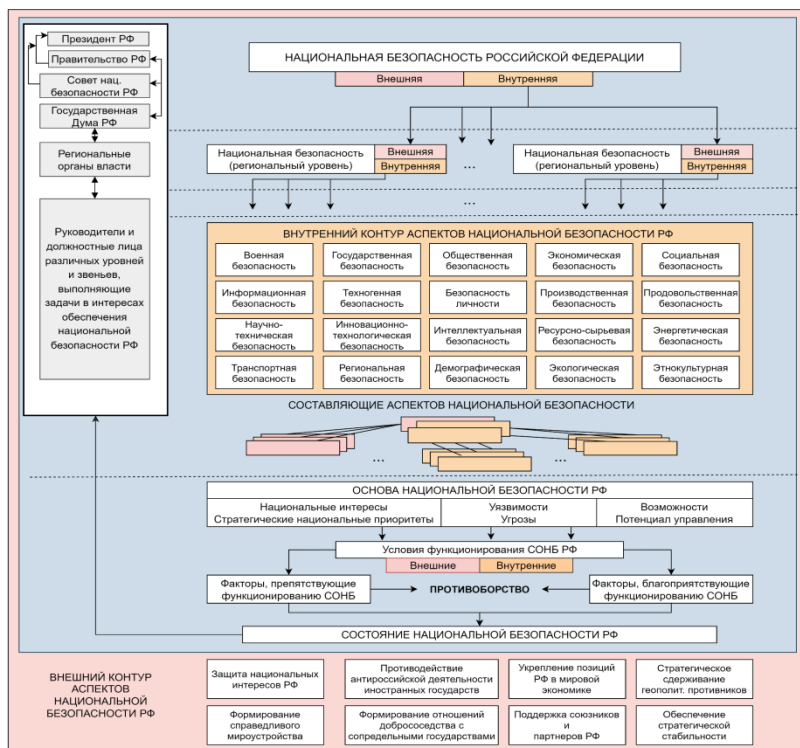


Рис. 1. Система обеспечения национальной безопасности (СОНБ)

Методология формирования альтернативных сценариев развития ситуации и поведения сложных объектов организационного управления направлена на выделение и последующий опережающий анализ (упреждающий мониторинг) совокупности ключевых факторов, характеризующих уязвимости и риски (как внешние, так и внутренние), идентификацию текущих и потенциальных угроз реализации целей управления обеспечением как НБ в целом, так и ее важнейших функционально-структурных компонент, а также опережающую оценку качества и последствий реализации управленческих решений в рассматриваемой предметной области.

Сценарная технология принципиально позволяет обеспечить возможность решения сложных проблем в условиях неполной наблюдаемости происходящих внешних и внутренних процессов; неполноты и недостаточной достоверности исходной количественной и качественной информации; отсутствия точных значений большинства описывающих складывающуюся обстановку факторов; труднопредсказуемости тенденций возможного развития проблемных ситуаций; скрытного характера многих существующих и потенциальных угроз; отсутствия практической возможности заблаговременно предвидеть и оценить как позитивные, так и возможные нежелательные результаты реализации разрабатываемых планово-управленческих решений [20]. Кроме того, методология формирования и анализа сценариев развития проблемных ситуаций является в достаточной степени универсальным инструментом поддержки принятия решений, что обеспечивает возможность его использования при решении достаточно широкого класса планово-управленческих задач в рассматриваемой предметной области.

В настоящее время сценарные технологии достаточно широко используются при решении самых разнообразных задач организационного управления в различных областях человеческой деятельности, причем сфера их успешного применения непрерывно расширяется, о чем свидетельствует значительное количество научных публикаций как в отечественных, так и в зарубежных источниках. Одновременно с этим большинство применяемых в настоящее время методов решения прикладных задач опирается в основном на экспертные методы формирования сценариев, которые разрабатываются и исследуются «вручную». При этом формализованные методы решения рассматриваемых задач если и применяются, то их функционал ориентируется преимущественно на специфические особенности конкретной и строго ограниченной области исследования, т.е. являются в значительной мере узкоспециализированными, что объективно ограничивает область их практического использования. При этом существенно возрастает актуальность исследований комплексных проблем формализации задач сценарного подхода, направлений алгоритмической и программной реализации процессов разработки сценарных моделей, генерации и анализа сценариев,

а также формирования сценарно-прогнозных оценок реализуемости и качества альтернативных управленческих решений с целью информационно-аналитической поддержки процессов их подготовки.

В целом проблемы оценивания и выбора эффективных стратегических решений при управлении гео- и военно-политическими, социальными, макроэкономическими, научно-техническими, производственно-технологическими, информационно-психологическими и др. процессами, оказывающими непосредственное влияние на уровень НБ государства, являются исключительно сложными. В процессе решения задач такого типа необходимо использование адекватных их сложности и разнообразию формализованных моделей, позволяющих трансформировать экспертные оценки возможных путей развития проблемных ситуаций или характера деструктивного воздействия внешних и внутренних угроз в математические конструкции, обеспечивающие возможность разработки соответствующих средств автоматизации сценарного анализа и поддержки принятия решений.

2. Формализованные методы формирования и анализа сценариев развития обстановки

2.1. ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ СЦЕНАРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Основополагающим принципом в решении проблем управления безопасностью сложных систем является моделирование полного цикла процесса выработки, принятия и реализации решений, при этом следует учитывать следующие особенности:

- каждый объект или ситуацию в сфере безопасности необходимо рассматривать в качестве структурной части (системного элемента) более сложной системы [4];
- необходимы определения роли, интересов, ресурсов и др. свойств каждой исследуемой ситуации или объекта в сфере безопасности в общем процессе, направленном на обеспечение безопасного и устойчивого развития страны;
- обязательным элементом системы сценарных моделей являются субъекты действия, способные для реализации своих целей и интересов оказывать активное влияние на характер развития

политических, экономических, социальных и иных процессов как на объекте управления, так и во внешней среде;

– оценка результативности внешних или управленческих воздействий на исследуемый объект в сфере безопасности должна формулироваться только после завершения исследования всех фаз процесса управленческого воздействия и включать не только конечный итог, но и важные с точки зрения безопасности страны промежуточные результаты.

Далее введем ряд определений, необходимых для формирования общей методологической схемы сценарного исследования.

Определение 1. Системный элемент – формальное описание рассматриваемого подмножества составляющих системы, которая в рамках данного исследования представляет собой заданный набор объектов, объединенных общими отношениями (взаимодействиями) и обладающих определенными свойствами, и реализующих определенные функции и задачи.

Определение 2. Экспертно-значимая декомпозиция исследуемой системы на системные элементы – объединение системных элементов по заданному набору параметров. Естественная группировка системных элементов осуществляется по традиционным стратам: экономическая, информационная, политическая, военная и др.

Определение 3. Расширенное фазовое пространство – объединение (прямое произведение) фазового пространства исследуемой системы и внешнего пространства (внешней среды). В качестве элементов фазового пространства могут выступать аналитические данные моделирования, например показатели, отражающие характер динамики изменения факторов во времени, определяющих состояние исследуемой системы.

Определение 4. Разбиение расширенного фазового пространства – подмножество данного пространства, переменные которого выделяют по определенному критерию [9]. Разбиения фазового пространства позволяют формировать качественно различные сценарии изменения обстановки. В сценарном исследовании набор таких критериев (правила выбора) и их значимость для реализации целей управления можно задавать экспертным путем, в этом случае говорят об экспертно-значимых разбиениях.

Определение 5. Правила выбора экспертно-значимых разбиений – критерий, по которому происходит выделение экспертно-значимых разбиений.

Определение 5. Состояние объекта управления – совокупность значений эндогенных и экзогенных переменных (точка в расширенном фазовом пространстве) объекта управления (ОУ).

Определение 7. Модель измерения состояния ОУ – совокупность правил фиксации (определения) состояний ОУ.

Определение 8. Событие – фиксация текущего состояния ОУ посредством анализа модели измерения состояний (точка в расширенном фазовом пространстве).

Определение 9. Динамическая модель поведения ОУ – совокупность состояний ОУ, фиксированных на основе модели измерения в заданные моменты времени. Множество таких состояний представляет собой траекторию поведения ОУ.

Определение 10. Шкала траекторий – шкала модельного времени (множество моментов времени), определяющая моменты фиксации траектории поведения объекта в соответствии с правилами выбора.

Определение 11. Шкала событий – дискретная шкала, определяющая последовательность экспертно-значимых событий.

Определение 12. Квазиинформационная гипотеза (КИГ) – формальное описание неопределенности в заданный момент времени, учитываемой при формировании сценариев. В КИГ входит возможная реакция ОУ, а также изменение структуры, свойств отношений взаимодействия и т.п.

Определение 13. Экспертно-значимое событие (ЭЗС) – выделенное в соответствии с правилами выбора состояние исследуемой системы (точка в экспертно-значимом разбиении фазового пространства).

2.2. ОБЩАЯ СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЯ

На основе использования приведенного выше понятийного аппарата сценарного исследования разработана общая схема формирования сценария (рис. 2). Основная задача автоматизации процессов генерации сценариев изменения обстановки – описать экспертные неформализованные знания о предметной области исследования формальными математическими конструкциями.

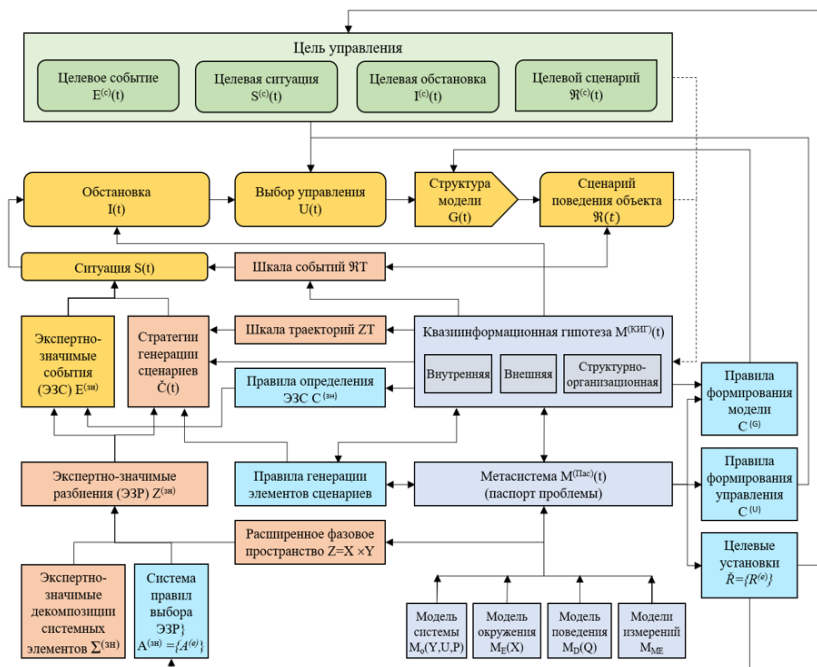


Рис.2. Общая схема формирования сценария

Цель – создать спектр сценариев поведения исследуемой системы как модели развития обстановки при реализации альтернативных вариантов внешних и внутренних условий и управленческих воздействий.

Предлагаемая схема описывает разветвленный многоуровневый механизм формирования сценария. С одной стороны, он отражает основные этапы процесса моделирования изменения обстановки при функционировании сложной системы. С другой – при развернутом сценарном исследовании условий функционирования ОУ позволяет осуществлять полный цикл стадий и этапов сценарного анализа и синтеза.

Результатом применения разработанной схемы является сгенерированный в автоматизированном режиме спектр сценариев (модель развития обстановки).

С этой целью в схеме формирования сценария на начальном этапе формализуются три основные компоненты проблемной ситуации.

1. Основные формальные модели, описывающие совместное поведение ОУ и его окружения (системные метаэлементы, метасистема) и базирующиеся на экспертном описании проблемной ситуации (паспорт проблемы) [9].

2. Формальная модель неопределенности – квазиинформационная гипотеза.

3. Формализованное описание предметной области на основе выделения экспертно-значимых декомпозиций, экспертно-значимых разбиений (ЭЗР) расширенного фазового пространства и экспертно-значимых событий (ЭЗС) [4, 9].

4. В основе сценарного исследования в широком смысле и сценарного моделирования – в узком лежит анализ данных как об исследуемом объекте (системе), так и об обстановке, влияющей на его характеристики, функционирование и развитие.

Среди параметров системы можно выделить [4]: вектор экзогенных переменных $x \in X$; вектор эндогенных переменных $y \in Y$; вектор управляемых переменных $u \in U$, вектор ресурсов $p \in P$ и ограничения Q , которые накладываются на поведение объекта или развитие ситуации.

Для сбора и представления исходных данных используется ряд системных элементов сценарной системы, представляющих собой следующие модели [9, 4]:

- идентифицированная модель системы – $M_O(Y; U; P)$;
- модель окружения – $M_E(X)$;
- модель поведения – $M_D(Q)$;
- модель измерения состояний системы – M_{MO} ;
- модель измерения состояния окружения – M_{ME} .

Совокупность выделенных моделей является метанабором сценарной системы и служит основой создания и поддержания в актуальном состоянии паспорта проблемной ситуации:

(1) $M = (M_O(Y; U; P); M_E(X); M_D(Q), M_{MO}, M_{ME})$.

Прежде всего необходимо идентифицировать исследуемую систему как объект управления, выделив и описав параметры

и связи между ними в модели $M_O(Y; U; P)$. Аналогичное описание необходимо для экзогенных переменных в модели $M_E(X)$, которые служат основой для получения спектра альтернативных сценариев, поскольку именно с помощью данной модели проводится анализ параметров окружения и формируются альтернативные гипотезы об изменчивости внешней среды, в том числе с учетом неопределенности.

При формировании, а затем и исследовании сценарной модели развития ситуации в сфере безопасности необходимо сочетание обеих моделей $M_O(Y; U; P)$ и $M_E(X)$ в рамках составного системного элемента сценарной системы $\tilde{S}_{OE}^{SC}$ с набором внутренних элементов и элементов окружения (y, u, p, x) . Конкретный состав элемента сценарной системы $\tilde{S}_{OE}^{SC}$, как и состав моделей $M_O(Y; U; P)$ и $M_E(X)$, определяется в соответствии с целью сценарного исследования. В качестве примера здесь и далее используется математический аппарат функциональных графов. В основе сценарных графовых моделей лежат следующие базовые понятия [4–7, 19–20]:

- Фактор – любой, являющийся значимым в модели для представления и анализа систем или ситуаций показатель с учетом заданной степени детализации. Множество факторов (вершин графа): $F = X \cup Y \cup U \cup P$.

- Взаимодействие факторов (отношения между факторами) – количественное или качественное описание воздействия изменения одного фактора на изменение других факторов. В простейшем случае это веса дуг (множество E), связывающие эти факторы.

- Состояние – это текущие значения параметров факторов, значимое для оценки ситуации. Анализ состояния факторов служит основой для формирования событий сценария.

- Событие – это смена состояния одного или нескольких факторов.

- Сценарий поведения системы – последовательность событий, показывающая, как из существующего или какого-либо заданного состояния управляемая система этап за этапом переходит в другое состояние.

Модель $M_D(Q)$ задает преобразование параметров системы и определяет характер их взаимодействия с параметрами окружения (внешней среды), что в итоге характеризует динамику изменения фазовых состояний. Представленный в качестве примера математический аппарат является расширением классической графовой модели: кроме орграфа $G(F, E)$, где F – конечное множество вершин, а E – множество дуг графа, в модель включаются дополнительные компоненты. В частности, вводится множество параметров вершин [15]:

$$V = \{ v_i, i \leq N = \|X\| \}.$$

В соответствие каждой вершине x_i ставится ее параметр $v_i \in V$. Вводится также функционал преобразования дуг $F(V, E)$, т.е. в соответствие каждой дуге ставится функция, которая в частных случаях является знаком $(+1, -1)$ либо весом $(W_{ij} \in \mathbb{R})$:

$$F(v_i, v_j, e_{ij}) = f_{ij}(v_i, v_j).$$

На расширенных таким образом орграфах вводится понятие импульса и импульсного процесса в дискретном временном пространстве. Импульсом $P_i(n)$ в вершине x_i в момент времени $n \in N$ называется изменение параметра в этой вершине в момент времени n :

$$P_i(n) = v_i(n) - v_i(n-1).$$

Значение параметра в вершине x определяется соотношением

$$v_i(n) = v_i(n-1) + \sum_{j=1, j \neq i}^N F(v_i, v_j, e_{ij}) P_j(n-1) + P_i^0(n).$$

Здесь $P_i^0(n)$ — внешний импульс, вносимый в вершину e_i в момент времени n . Из двух последних конечно-разностных уравнений легко получить уравнение для импульса в исследуемом процессе:

$$P_i(n) = \sum_{j=1, j \neq i}^N F(v_i, v_j, e_{ij}) (P_j(n-1) + P_i^0(n)).$$

Сегодня уже накоплен определенный опыт использования аппарата функциональных графов в качестве методологической основы автоматизации процессов сценарного исследования широкого круга проблем НБ. На рис. 3 представлены начальные

уровни иерархии сценарных моделей, структура которых в виде множеств факторов и взаимосвязей между ними, а также полученные при их исследовании сценарии представлены в [4, 15, 19–20]. Классификация сценарных моделей при этом соответствует аспектам НБ РФ [13].



Рис. 3. Национальные интересы, стратегические национальные приоритеты и сценарные модели

Особое место в общей схеме формирования сценариев в части представления результатов, на основе которых принимаются управленческие решения, занимает модель измерения состояний M_{MEO} . Она включает две модели: модель измерения состояния системы M_{MO} (объекта управления или проблемной ситуации) и модель измерения состояния внешней среды M_{ME} .

В основе любого сценария лежит определение событий $E^{(3n)}$ (ЭЗС), которые формируются на основе изменяемых фазовых со-

стояний системы. Всякий раз определение $E^{(зн)}$ должно осуществляться формализованно на основе модели измерений. От выбора модели измерений зависит оценка обстановки и, соответственно, выбор конкретного управленческого решения. Следовательно, модель измерений также может являться объектом косвенного управления (например, реализованного в форме экономического, информационно-психологического и т.д. воздействия) [4]. Поскольку технологически сценарий представляет собой упорядоченную во времени последовательность событий, на основе оценивания которых, как и сценария в целом, происходит выработка управленческих решений, то критически важным является возможность идентификации и «отсечки» данных событий в полученной общей картине, образуемой совокупностью динамических характеристик изменения значений определенного подмножества факторов модели на значительном временном интервале. С этой целью используются процедуры анализа динамики факторов, полученной в результате сценарного моделирования. Пусть для i -го фактора в момент времени t определен тип динамики $FSc(t)$. Для определения события используется пять типов поведения факторов, алгоритм расчета которых приведен в [15], например: рост ($FSc(t) = 1$); падение ($FSc(t) = 2$), неизменность ($FSc(t) = 3$) и т.д. Тогда события сценария являются функцией от поведения факторов:

$$E_j^{(зн)}(t) = f(FSc(v_1(t)), FSc(v_2(t)), \dots, FSc(v_m(t))).$$

В качестве иллюстрации можно привести следующие характерные примеры поведения факторов, определяющие угрозы (формирующие нежелательные события) в сфере НБ: рост инфляции, рост дефицита федерального бюджета, рост риска нарушения режима нераспространения ядерного оружия, падение рождаемости, снижение уровня жизни граждан, рост киберпреступности и кибертерроризма, падение объемов геологоразведки полезных ископаемых, рост объемов «утечки» капиталов, рост дефицита квалифицированной рабочей силы, рост уровня зависимости от импорта современных технологий и т.д.

Результаты сценарного исследования, например, полученные с помощью специализированного программного комплекса, основанного на использовании рассмотренного математического

аппарата, по сути, являются «протосценариями», поскольку для получения пригодного для дальнейшего анализа сценария необходимо обеспечить смысловое соответствие между полученными расчетными результатами и терминологией конкретной предметной области [4, 9, 15]. Использование модели измерения состояний M_{MO} позволяет проводить качественный анализ важнейших параметров поведения исследуемого объекта или процесса развития ситуации, что способствует их адекватной идентификации при выработке управленческих решений. В частности, можно отметить, что различные модели измерений позволяют оценивать и интерпретировать события в пользу того или иного субъекта действия, что является одним из направлений подготовки управленческих решений. В ряде практических случаев, например, при решении задач информационного управления, модель измерения может выступать самостоятельно, не опираясь на реальные события [20].

Модель измерения M_{MO} регламентирует масштаб и варианты измерения объекта, так же как и модель измерения состояния внешней среды M_{ME} для внешнего окружения объекта. Степень детализации может зависеть от цели управления, сложившейся обстановки и возможностей субъекта управления. Следовательно, имеет смысл рассматривать объединённую модель измерения $M_{MEO} = (M_{MO}, M_{ME})$.

Таким образом, в качестве входной информации для системного элемента выступают значения внешних и внутренних параметров. Далее с помощью объединённой модели $M_{MEO} = (M_{MO}, M_{ME})$ пособытийно формируется сценарно-субъективное представление о состоянии фазового пространства. Следует отметить, что подобная субъективность построения модели измерения может являться как сильной, так и слабой стороной в управлении сложными организационными системами.

Системные метаэлементы представляют собой совокупность моделей, описывающих совместное функционирование ОУ и окружения: модель ОУ, модель окружения, модель их совместного взаимодействия, а также применяемые инструментальные средства измерения (фиксации) событий.

Объединение системных метаэлементов (метасистемы) составляет паспорт проблемной ситуации, который, в свою очередь, является основой формирования сценарной модели. Таким образом, паспорт представляет собой базу данных накапливаемой и изменяемой информации о существующих и новых ситуациях [9].

На основе паспорта проблемной ситуации формируется многомерное расширенное фазовое пространство Z – множество возможных состояний ОУ и его окружения.

Квазиинформационная гипотеза $M^{(КИГ)}(t)$ представляет собой формальное описание неопределенности (в том числе состояний (обстановок) других субъектов управления (СУ)) в момент времени t , учитываемой при формировании сценариев. Для принятия решения о возможном очередном ожидаемом событии в формируемом сценарии следует провести процедуру учета неопределенности. В качестве основы для этой процедуры могут, например, выступать:

- вероятностная модель, предполагающая принятие решения на основе построения математического ожидания значений неопределенных величин;
- модель игры с Природой, в которой проводится расчет рисков, а критерием принятия решений является их минимизация;
- модель согласования знаний экспертов;
- модель влияния внешней среды на процесс сценарного исследования;
- модель игры с активным противником, в которой принятие решения проводится на основе определения тех или иных равновесных ситуаций;
- модель рефлексивной неопределенности, когда принятие решения проводится на основе расчета возможных ответов противника на реализацию предпринимаемых действий.

Традиционные проблемы формирования моделей – это обеспечение их полноты и адекватности. Любая модель сложной системы строится на основе некоторых допущений, которые отражаются в КИГ, разрешая таким образом проблему структурной

неопределенности модели, а также выделяя и структурируя область множества условных решений, в которой будут разворачиваться сценарные события [4].

В зависимости от решаемых задач управления могут быть изучены различные компоненты КИГ: внешняя, внутренняя, структурная, функциональная, ресурсная и другие ее составляющие.

Формализованное описание предметной области представляет собой структурированное представление знаний экспертов о возможных направлениях развития исследуемой ситуации и последствия предпринимаемых действий.

С точки зрения системного анализа в основу формализованного описания предметной области положено понятие системного элемента. Перечень свойств (системных параметров), присутствующих рассматриваемым ОУ, определяется в квазиинформационной гипотезе. Примерами системных параметров являются как общеуправленческие свойства (активности, детерминированности, изменяемости, замкнутости и открытости, управляемости, устойчивости, уязвимости и т.п.), так и свойства, относящиеся к различным аспектам предметной области (форма собственности, отраслевая или региональная принадлежность, используемые ресурсы, методы и инструменты управления и т.д.). Экспертно-значимые декомпозиции системных элементов представляют собой их объединение по заданному набору системных параметров.

Пусть $\mathcal{R}^{(c)} \in \check{R}$ – желаемый сценарий – одна из целей сценарного исследования, где $\check{R}$ – множество целей. В качестве описания цели могут использоваться текстовые конструкции, что вполне соответствует экспертной значимости сценарной концепции для сложных систем, объектов и ситуаций.

Следующим шагом формализации предметной области является декомпозиция построенного расширенного фазового пространства Z в соответствии с целью сценарного исследования на экспертно-значимые его разбиения (ЭЗР) $Z^{(e)}$, в которых будут построены качественно различные сценарии изменения обстановки.

В основе формализованного экспертного описания расширенного фазового пространства лежит теоретико-множественный подход, предполагающий разбиение данного пространства на подмножества, характеризующие качественные, экспертно-значимые свойства изучаемого объекта (системы или проблемы) [4, 9]. Процесс моделирования осуществляется в компакте $Z^{(o)} \subseteq Z$, выделение которого происходит на основе экспертных оценок.

В случае, если множество целей велико, для упрощения процедуры сценарного исследования необходимо на первых этапах ограничить сбор информации для формирования расширенного фазового пространства и паспорта проблемы. Таким образом, сценарное исследование реализации цели $R^{(e)}$ будет основано на ограниченном метанаборе, соответствующем конкретной страте [9]:

$$(2) \quad M^{(e)} = (M_O^{(e)}(Y; U; P); M_E^{(e)}(X); M_D^{(e)}(Q), M_{MEO}^{(e)}),$$

где $M_O^{(e)}(Y; U; P)$, $M_E^{(e)}(X)$ – модели системы и окружения в e -й целевой страте; $M_D^{(e)}(Q)$ – модель поведения в e -й целевой страте; $M_{MEO}^{(e)} = \{M_{MO}^{(e)}, M_{ME}^{(e)}\}$ – модели измерения параметров системы и окружения в e -й целевой страте.

Те же самые соображения имеют смысл при разработке иерархии сценарных моделей. В исследуемой предметной области иерархия сценарных моделей соответствует иерархии организационных систем и зависит от уровня и специфики решаемых ими задач. Как правило, подчиненные организационные системы отвечают за реализацию целей верхнего уровня в одной или нескольких стратегиях. Следовательно, возможна организационная стратификация модели верхнего уровня.

В основе экспертного описания модели поведения объектов или развития ситуации, как уже было упомянуто выше, лежат понятия экспертно-значимого разбиения расширенного фазового пространства и экспертно-значимых событий, которые происходят в последовательности, указанной в системе упорядочения (шкала событий) [9]. В основе формирования шкал траекторий и событий лежит следующие параметры [17]: период оценки тен-

денций и динамики изменения значений факторов в шагах моделирования; количество шагов моделирования, учитываемое при анализе динамик факторов (имитируется глубина мониторинга моделируемой системы); количество шагов моделирования, используемое для имитации временной задержки процесса анализа исследуемой ситуации и принятия решения (период запаздывания управленческих решений в шагах моделирования).

Шкала событий вводится с целью дифференциации восприятия событий, а также их оценки при управлении в системе НБ РФ. Сценарная модель безопасности ОУ содержит условия безопасности, классификацию ситуаций опасности, а также возможности обеспечения безопасности функционирования и развития [17]. Например, в самом общем виде классификацию складывающихся в какой-либо из сфер НБ события и ситуации можно представить с помощью следующей шкалы:

- 1) штатная (находится в заданных пределах показателей и индикаторов безопасности);
- 2) целевая (полностью управляемая, находится в заданных пределах целевого режима функционирования);
- 3) ожидаемой опасности (прогнозируется возможный выход значений показателей безопасности за допустимые пределы);
- 4) кризисная (значения параметров безопасности вышли за допустимые пределы, но ситуация ограниченно управляема, причем существует несколько альтернативных путей ее нормализации);
- 5) критическая (существует единственный управленческий вариант разрешения возникших проблем);
- 6) неконтролируемая (развитие ситуации неуправляемо).

Различные варианты разрешения неопределенностей на основе КИГ формируют соответствующие связанные множества ЭЗР – ЭЗС – сценариев $\mathcal{R}(t)$, определяемые также спектром управляющих воздействий $U(t)$ (аттрактивные сценарии) или отсутствием управления (синергические сценарии).

Этапы ограничения фазового пространства Z связаны с выделением системных элементов на основе экспертно-значимой их декомпозиции по различным критериям или правилам. Например, по критерию применения политических, военных, социальных, информационных, экономических и т.д. технологий.

Пусть $A^{(3n)}$ – множество правил (модель) выбора ЭЗР, соответствующих целевым установкам $\tilde{R}$.

Определение 14. Экспертно-значимым разбиением $Z^{(3n)} \in Z(A^{(3n)})$ расширенного фазового пространства Z в соответствии с целевыми установками является пара $Z^{(e)} = \{\{\Sigma^{(3n)}\}, A^{(e)}\}$ [9], где:

- $A^{(e)} \in A^{(3n)}$ – правило (модель) выбора экспертно-значимого разбиения (области пространства Z), соответствующего реализации поставленных целей $R^{(e)} \in \tilde{R}$;
- $\{\Sigma^{(3n)}\}$ – экспертно-значимые декомпозиции системных элементов.

В качестве инструмента определения ЭЗР может служить паспорт проблемной ситуации или дерево целей, составленное из измеряемых параметров $y(t)$ и $x(t)$.

В каждом из сформированных разбиений следует выделить экспертно-значимые события $E^{(3n)}$, которые определяются условиями их осуществления $C^{(3n)}$. Критериями (условиями) выделения событий могут быть:

- достижение заданных состояний;
- достижение нормативных состояний;
- достижение пограничных состояний (например, кризисное, критическое и т.п.);
- смена методов управления, в том числе цели, стратегии, механизмов реализации;
- смена динамики изменения значений факторов модели и т.д.

Критерии задаются экспертным путем исходя из состояния защищенности текущих национальных интересов РФ [15] и возможностей управления. Нормативы характеризуют состояние безопасности на каждом уровне организационной иерархии, например нормативы успешности (качества) функционирования конкретной организационной системы для реализации целей НБ на своем уровне иерархии.

Характеристики экспертно-значимых разбиений являются основой для формирования экспертно-значимых событий [19], которые являются наиболее существенными для лица, принима-

ющего решения (ЛПР), а также опорными событиями, характеризующими динамику изменения системы и являющиеся основой для формирования ситуации $S(t)$.

В процессе моделирования происходит формирование текущих событий (точек $\mathbf{z}^{(i)}$ в расширенном фазовом пространстве Z), последовательность которых в моменты времени t_i формирует траекторию в Z . Состояние системы в каждый момент времени может характеризовать экспертно-значимое событие, если оно находится в экспертно-значимом разбиении. Также в зависимости от целей сценарного исследования в качестве ЭЗС может выступать сам факт выхода состояния системы в определенный момент времени из ЭЗР.

Для того чтобы полностью задать модель сценарного исследования, необходимо задать сценарно-событийное пространство $(E, E^{(3н)}, C^{(e)})$, а именно:

- описать множество E возможных событий;
- ввести множество $E^{(3н)}$ подмножеств множества событий E , которые являются экспертно-значимыми, т.е. по сути задать область определения функции сценарной значимости $C^{(3н)}(E)$;
- задать способ определения сценарной значимости события $C^{(3н)}(E)$.

Текущее событие $\mathbf{z}(t)$ в момент времени t представляет собой точку в расширенном фазовом пространстве Z .

Определение 15. Экспертно-значимым событием $E^{(3н)}$ назовем тройку $(Z^{(3н)}, \mathbf{z}(t), t, C^{(3н)})$, где $C^{(3н)}$ – правила определения ЭЗС; $Z^{(3н)}$ – подмножество пространства Z ; $\mathbf{z}(t)$ – точка входа/выхода расширенной фазовой траектории движения объекта управления на множество $Z^{(3н)}$ в момент времени, задаваемый шкалой траекторий $t \in ZT$ [9].

Совокупность текущих событий (ЭЗС), наложенная на шкалу событий RT , до момента t фиксирует ситуацию $S(t)$ в момент времени t . Определение ситуации дает возможность получить исходные данные о реализациях предыдущих КИГ (накопленный опыт). В КИГ входит возможная реакция ОУ, изменение структуры и т.п.

Обстановка $I(t)$ в момент времени t объединяет ситуацию и квазиинформационную гипотезу, т.е. совокупность предыду-

щих событий и возможных изменений ситуации (возможных событий). Если моменты времени дискретны (используется дискретная шкала событий), то в качестве аргумента времени уместно употреблять обозначение t_i , где i – номер временного интервала. В таком случае переменная $\tau_i = t_{i+1} - t_i$ – шаг генерации сценария, который может быть постоянным или меняться в процессе исследования. Обстановка оценивается исходя из целей обеспечения НБ, которые заключаются в реализации национальных интересов и национальных приоритетов [13].

На разных этапах управления критериями могут быть достижение события, ситуации, обстановки или целевого сценария.

Обозначим ожидаемое событие как $E^{(p)}(t) = (z(t), t)$.

Определение 16. Ситуация $S(t)$ в момент времени t – последовательность экспертно-значимых событий, происшедших к моменту времени t [9].

Определение 17.

$$(3) \quad S(t) = \{E^{(3H)}(t_i), (t-s) \leq t_i \leq t\},$$

где s глубина ситуации (количество временных интервалов в дискретной шкале событий), t_s – горизонт событий.

Определение 18. Обстановка $I(t)$ в момент времени t определяется как [9]

$$(4) \quad I(t) = (S(t), M^{(КИГ)}(t)),$$

где $S(t)$ – ситуация в момент времени t ; $M^{(КИГ)}(t)$ – квазиинформационная гипотеза в момент времени t .

Очередное событие $E^{(3H)}(t_i + 1)$ выбирается на основе стратегии формирования сценария $\check{C}(t)$ и в общем случае определяется ситуацией непосредственно до этого момента времени $S(t_i)$, а также на основе предполагаемых условий развития системы (функционирования объекта управления) $M^{(КИГ)}(t_i)$:

$$(5) \quad E^{(3H)}(t_i + 1) = E(S(t_i), M^{(КИГ)}(t_i), \check{C}(t_i)).$$

Таким образом, очередное событие формируется в зависимости от обстановки и применяемой стратегии, в том числе с учетом правил учета неопределенности в рассматриваемом разбиении предметной области, механизма управления, наличия ресурсов и т.д.

Определение 19. Сценарием $\mathcal{R}$ поведения системного объекта является последовательность обстановок

(6) $\mathfrak{R} = \{(I(t_i), t_i), i = 0, 1, \dots, N\}$,

где $N \in \mathfrak{RT}$ – глубина сценария (количество временных интервалов в дискретной событийной шкале); $t_N = T \in ZT$ – горизонт сценария. Обстановкой $I(t_i)$ при $t_i \in ZT$ является пара: ситуация $S(t_i)$ и квазиинформационная гипотеза $M^{(\text{КИГ})}(t_i)$.

Таким образом, очередное событие $E^{(\text{зн})}(t_{i+1})$ в момент времени t_{i+1} по шкале ZT или в момент времени $i + 1$ по шкале $\mathfrak{RT}$ определяются:

- ситуацией $S(t_i)$ в момент времени $t_i \in ZT$;
- квазиинформационной гипотезой $M^{(\text{КИГ})}(t_i)$ в момент времени t_i ;
- стратегией формирования сценария $\check{C}(t_i)$ в момент времени t_i .

Далее приведены укрупненные этапы пошагового формирования сценария.

1. Формирование текущей ситуации $S(t)$ на основе ограниченного ряда предыдущих ЭЗС.

2. Формулирование КИГ на текущий момент времени $M^{(\text{КИГ})}(t)$ и определение на ее основе возможных событий $ME(M^{(\text{КИГ})}(t))$.

3. Выбор из множества возможных очередных событий $ME(M^{(\text{КИГ})}(t))$ на основе стратегии формирования сценария $\check{C}(t)$ очередного ЭЗС $E^{(\text{зн})}(t + 1)$.

4. Отображение текущей обстановки $I(t)$ на основе текущей ситуации и включение в нее результатов текущей КИГ.

5. Формирование сценария $\mathfrak{R}$ как последовательности обстановок и переход к продолжению формирования цепочки событие-ситуация-обстановка-сценарий-событие. Таким образом, если выбранное на шаге 3 очередное событие в соответствии с заданным критерием является экспертно-значимым, то его следует включить в формируемый сценарий и продолжить формирование рассматриваемой цепочки.

Эффективно построенная сценарная система позволяет перейти к созданию системы обеспечения безопасности объекта, структуры или процесса функционирования сложной системы.

Объединение системно-логического, структурно-организационного и сценарного подходов дает возможность формализовать систему моделей иерархического децентрализованного группового управления [9]. Это позволяет проводить разработку эффективных сценарных механизмов управления комплексом взаимосвязанных мероприятий в сфере безопасности, осуществляемых различными субъектами управления.

Совокупность управляющих воздействий, удерживающих развитие системы в допустимой окрестности выбранной траектории, является оптимальным управлением в широком смысле.

В случае существования нескольких возможных путей достижения целей развития системы может быть поставлен вопрос о построении наилучшей траектории развития с точки зрения некоторого критерия эффективности управления. Допустимые управляющие воздействия, обеспечивающие экстремальные значения показателя эффективности, выраженного в виде целевой функции, являются оптимальным управлением в смысле заданного показателя эффективности.

3. Разработка информационно-аналитических моделей сценарного планирования процессов обеспечения безопасности на базе процессного подхода

Разработанная методология использования сценарного подхода в процессе решения задач планирования и управления в условиях возрастания неопределенности базируется на комплексе механизмов прогнозирования, а также диагностирования и анализа не только уязвимостей и угроз, но и оценки возможностей и потенциала управления с учетом альтернативных вариантов возможного развития обстановки [7, 8, 18, 20]. Под потенциалом управления здесь понимается прямая или косвенная возможность достижения целей управления. Необходимость введения этого понятия обусловлено тем, что в Стратегии национальной безопасности отсутствует понятие обратное угрозе, тем не менее Стратегия направлена не только на обеспечение состояния защищенности, но и на реализацию национальных интересов и стратегических национальных приоритетов страны.

Сценарии при этом служат инструментом снижения большей части неопределенностей, ограничивая их несколькими альтернативными направлениями развития ситуации. Возможные пути и способы учета неопределенности в процессе сценарного моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Способы учета различных видов неопределенности в процессе сценарного имитационного моделирования

Виды неопределенности	Сценарный подход
Неопределенность условий и исходных данных как об объекте управления, так и о состоянии факторов внешней среды	<u>Вариант 1:</u> Формирование и исследование качественных моделей на основе анализа причинно-следственных связей, которые малочувствительны к точности и достоверности исходных данных. <u>Вариант 2:</u> Дополнение имеющейся неполной информации об обстановке прогнозными данными качественного характера о возможных событиях и последствиях реализации управленческих решений.
Неопределенность целеполагания (в том числе в условиях многостороннего конфликта). Неоднозначность, а иногда и невозможность выбора единой цели.	Формирование и анализ сценариев, оценивающих уровень противоречивости и достижимости целей управления обеспечением НБ при различных условиях.
Неопределенность в оценке достижимости целей.	Анализ сценариев, оценивающих возможность достижения целей управления путем воздействия на ограниченное множество управляемых факторов сценарной модели, в том числе со стороны как взаимодействующих, так и конфликтующих (конкурирующих) субъектов.
Неопределенность действий, связанная с отсутствием однозначности критериев выбора решений.	Формирование и анализ альтернативных прогнозных сценариев с целью оценки последствий реализации принятых управленческих решений.

Таблица 1 (продолжение)

Перспективная неопределенность вследствие возможности появления факторов, которые при подготовке решения были неизвестны, либо недооценены в процессах анализа предметной области.	Оперативное изменение структуры сценарной модели и управление процессом моделирования с целью определения необходимых действий, направленных на корректировку целей или путей их достижения.
Ретроспективная неопределенность, связанная с отсутствием информации о поведении изучаемого объекта или процесса в прошлом, или при принципиальной невозможности использования такой информации для решения задач управления из-за асимметрии событий в прошлом и будущем.	Формирование сценарных моделей на основе исследования различных трендов развития ситуации и экспертных оценок.
Неопределенность, связанная с невозможности предсказания точных результатов принимаемых решений из-за лавинообразного нарастания объема исходной и оперативной информации об объекте управления, внешней среде или обстановке.	Формирование и исследование сценарных моделей с использованием устойчивых закономерностей на основе знаний, полученных в результате предварительного анализа больших объемов информации.

Прогнозные сценарии, полученные в результате моделирования, целесообразно использовать в качестве исходной информации для целеполагания и в дальнейшем – для планирования. С другой стороны, сценарное моделирование помогает строить прогнозы развития ситуации на различных уровнях управления и на основе результатов их анализа корректировать стратегическое видение ситуации. Таким образом, прогноз можно считать особым и востребованным в рассматриваемых условиях методом управления в организационных системах [12].

3.1. СЦЕНАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ НБ

При использовании сценарного подхода в процессах разработки долгосрочных и среднесрочных планов мероприятий по обеспечению безопасности можно выделить две базовые укрупненные стратегии [4, 20]:

- сфокусированное сценарное планирование (СфП), основанное на принятом в качестве базового единственного сценария;
- сбалансированное сценарное планирование (СбП), основанное на использовании нескольких, описывающих возможные альтернативы развития событий, различных сценариев.

В рамках выделенных стратегий для решения практических задач возможно использовать следующие подходы к преобразованию сценариев в конкретные планы.

I. *Реакция на наиболее вероятные события.* В качестве основного преимущества такого подхода можно отметить использование единственного сценария в процессе разработки стратегических, тактических и оперативных планов как единого и достаточно компактного описания последовательности и взаимозависимости будущих событий, что в определенной мере упрощает процессы и процедуры разработки планов. К недостаткам можно отнести довольно значительную зависимость результатов от точности и достоверности прогнозных оценок характера и тенденций изменения ситуации и, соответственно, деструктивного влияния внешней среды, что порождает остаточную неопределенность. Ее снижение возможно за счет расширения области сценарного анализа или проведения последующих уточняющих сценарных исследований по мере поступления новой информации или приобретения новых знаний (уже в рамках стратегии СбП).

II. *Минимизация возможных ущербов.* При таком подходе целесообразно рассматривать в качестве его основы пессимистические сценарии нанесения максимально возможного ущерба от угроз, как очевидных, так и прогнозируемых. Подход применим в том случае, когда небольшая вероятность угроз связана с критичными крупномасштабными негативными последствиями. Недостатками данного подхода является возможная пассивность

управленческих решений, а также нерациональное использование резервируемых ресурсов, которые, как правило, только способствуют наихудшему варианту возможного развития обстановки.

III. *Гибкость планирования* позволяет за счет использования альтернативных сценариев соотносить плановые мероприятия не только с исполнителями, сроками и желаемыми результатами, но и с происходящими или прогнозируемыми событиями как позитивного, так и негативного толка. Это делает возможным упреждающий учет возможных изменений социальных, политических, организационных, экономических и других условий не только на начальной стадии планирования, но и на последующих этапах, что позволяет корректировать приоритеты, цели, набор задач и критерии эффективности.

IV. *Максимизация результативности.* При данном подходе к планированию при использовании стратегии СфП в качестве основы берутся оптимистические сценарии достижения поставленной цели с заданным уровнем эффективности. При этом уже на начальных этапах управленческого цикла имеется возможность оценивать имеющийся потенциал и определять направления его эффективного использования для успешной реализации сформулированных задач. Одновременно с этим появляется возможность прогнозировать рост потенциала управления при решении заданного множества функциональных задач особенно на длительном временном горизонте. Однако в рамках стратегии СфП негативным последствием выбора оптимистического сценария в качестве базового является отсутствие возможности полноценного учета высоких рисков при прочих альтернативах развития ситуации. Решение данной проблемы лежит в использовании стратегии СБП, предполагающей более сбалансированный подход к управлению безопасностью. В рамках данной стратегии имеется возможность анализа расширенного множества альтернативных сценариев развития ситуации и учета неблагоприятного влияния процессов и факторов внешней и внутренней среды.

V. *Формирование благоприятных внешних условий.* Основой стратегического целеполагания и планирования при этом под-

ходе также является позитивный сценарий, назначением которого является выявление или формирование благоприятных условий управления, направленного на реализацию поставленных целей. Реализация этой задачи осуществляется на основе планирования управленческих воздействий со стороны организационных систем на внешние и внутренние источники угроз или на их компенсацию. При этом необходимо рассматривать ряд локальных сценариев оценки результативности возможного противодействия при ликвидации источников угроз, особенно критически важных. Рассматриваемый подход как инструмент прямого или косвенного влияния на происходящие или прогнозируемые события, а также условия их осуществления, носит ярко выраженный проактивный и «наступательный характер».

При традиционном подходе, когда разработка и анализ сценариев развития ситуации осуществляется экспертами «вручную» и при этом требуется значительный объем временных затрат, в основном развивалась стратегия СфП [4]. Применение средств автоматизации процессов генерации сценариев позволяет перейти от планирования, основанного на использовании единственного базового сценария, к задействованию множества необходимых для принятия плановых решений альтернативных сценариев. При этом появляется возможность проведения сценарных исследований с целью опережающей оценки эффективности принимаемых решений практически на любом этапе подготовки и реализации разрабатываемых плановых документов на основе как формируемой прогнозной, так и поступающей оперативной информации о развитии или изменении ситуации.

Любой перспективный план или программа в процессе разработки и практической реализации проходит несколько стадий своего жизненного цикла: от выявления требующих решения проблем и до финальной оценки полученных результатов. Принятые на любом этапе неэффективные и ошибочные управленческие решения влекут за собой целый комплекс проблем вплоть до необходимости возврата на начальные этапы целеполагания и планирования с целью внесения существенных корректировок, которые, в свою очередь, приведут к необходимости внесения изменений по всему управленческому циклу [15].

Повысить результативность планирования и управления, снизить влияние имеющейся неопределенности, а также сократить риски позволяет разработка и применение моделей жизненного цикла (ЖЦ), обеспечивающих возможность эффективного управления взаимосвязанными и иерархическими по структуре взаимосвязей этапами рассматриваемых процессов.

3.2. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ W-ОБРАЗНОЙ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ СЦЕНАРНОГО АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

В качестве исходной для формирования модели жизненного цикла взята V-образная модель, поскольку с точки зрения системы обеспечения НБ в ней важное место занимает планирование, с повышенным постоянным вниманием к стадиям контроля и аттестации на ранних этапах разработки планов мероприятий [1, 3, 6]. Здесь жизненным циклом является процесс последовательного изменения состояния объекта, обусловленный видом производимых на него воздействий. Планирование и управление обеспечением НБ также является процессом последовательного изменения состояния сложной системы, который должен находиться под управленческим воздействием.

Основным недостатком классической V-образной модели жизненного цикла является аттестация результатов по факту их достижения [16]. Кроме того, следует учесть современные тенденции развития методов и организационных механизмов обеспечения НБ в реалиях сегодняшнего дня. С учетом данных тенденций для реализации целей обеспечения НБ предлагается модифицировать V-образную модель, добавив в нее промежуточную ветвь, отражающую использование сценарного подхода для решения рассматриваемых задач, осуществив, таким образом, переход к W-образной модели сценарного планирования и управления. Целесообразность данного перехода определяется тем, что сценарный подход основан на способах и технологиях управления неопределенностями будущего и направлен на выявление изменений в окружающем мире, новых потребностей и вызовов,

а также выработку ответных действий [11, 14]. Если в V-образной модели подчеркивается важность верификации и аттестации результатов планирования и управления, то W-образная модель наряду с традиционным анализом результатов предоставляет возможность упреждающей или прогнозной верификации, что позволяет перейти от пассивного учета уже свершившихся событий к упреждающему управлению обеспечением НБ [15]. Возможности разработанного сценарного подхода и его ориентированность на упреждение позволяет продлить ветви планирования до более ранних этапов управленческого цикла, оказывающих влияние не только на процессы целеполагания, связанные с развитием собственно объекта управления, но и на оценку целевых установок остальных активных акторов, оказывающих непосредственное влияние на уровень НБ РФ.

Предлагаемая модель жизненного цикла должна объединять два принципа и, соответственно, две взаимосвязанные части. Верхняя часть модели ориентирована на контроль обеспечиваемого текущего уровня НБ и анализ тенденций его изменения, что является необходимым условием для эффективного целеполагания. Нижняя часть модели должна быть ориентирована на управление целями и конкретными механизмами их достижения. Разработанная модель жизненного цикла за счет применения сценарной методологии должна объединять два процесса: во-первых, трансформацию национальных интересов и стратегических приоритетов в конкретные цели и планы, обладающие различной степенью детализации и взаимоувязанные по иерархии управленческого процесса, и во-вторых, – их реализацию конкретными организационными системами.

Процесс сценарного планирования и управления должен включать фазы стратегического, тактического и оперативного управления. Внутри каждой фазы должны осуществляться нескольких этапов сценарного исследования: создание сценария развития обстановки, выявление возможностей и уязвимостей; стратегическое планирование, связанное с задействованием и созданием новых возможностей, а также снижением уязвимостей и угроз достижению целей управления; разработку управляющих решений в форме направлений и моментов воздействий и форми-

рование целей для субъектов управления нижних уровней иерархии. При этом всегда должна иметься возможность вернуться на предыдущую фазу [20].

Применение методологии сценарного планирования и управления безопасностью в сложных иерархических системах с группами объектов, обладающих собственными системами управления, а также собственными интересами и целями, позволяет в меняющемся сверхконкурентном мире в условиях нестабильности, неопределенности и деструктивных воздействий перейти от интеграции объектов и процессов в рамках отдельного мероприятия при реализации относительно постоянных целей к стратегической и основанной на сценарном анализе альтернативных вариантов будущего интеграции, осуществляемой в прогнозируемых временных и событийных периодах. Долгосрочный прогноз развития в сфере безопасности, используемый в качестве основы планирования конкретных мероприятий, должен являться результатом серии взаимосвязанных сценарных прогнозов, полученных на предыдущих верхних уровнях иерархии [10].

3.3. СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ W-ОБРАЗНОЙ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РЕАЛИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Целевые параметры процессов управления обеспечением НБ на стратегическом уровне определяются основополагающими доктринальными документами федерального уровня, устанавливающими долгосрочные цели, основные направления и механизмы реализации государственной политики в области обеспечения национальной, международной, военной, государственной и т.д. безопасности, а также устойчивого социально-экономического, инновационно-технологического и т.д. развития государства и общества. На тактическом и оперативном уровнях рассматриваемые параметры определяются уполномоченными органами законодательной и исполнительной власти в рамках предоставленных им действующим законодательством полномочий и возложенных обязанностей.

В качестве примера можно привести целевые показатели оценки состояния национальной безопасности, содержащиеся

в предпоследней редакции «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [13].

- удовлетворенность граждан степенью защищенности своих конституционных прав и свобод, личных и имущественных интересов, в том числе от преступных посягательств;
- доля современных образцов вооружения, военной и специальной техники в Вооруженных Силах Российской Федерации, других войсках, воинских формированиях и органах;
- ожидаемая продолжительность жизни;
- валовой внутренний продукт на душу населения;
- децильный коэффициент (соотношение доходов 10 процентов наиболее обеспеченного населения и 10 процентов наименее обеспеченного населения);
- уровень инфляции;
- уровень безработицы;
- доля расходов в валовом внутреннем продукте на развитие науки, технологий и образования;
- доля расходов в валовом внутреннем продукте на культуру;
- доля территории Российской Федерации, не соответствующая экологическим нормативам.

В последней редакции (2021 г.) Стратегии основное внимание уделено путям достижения целей обеспечения национальной безопасности и решения задач, предусмотренных в рамках стратегических национальных приоритетов [13].

Используемый в процессе разработки сценариев набор факторов и параметров играет исключительно важную роль в управлении обеспечением национальной безопасности, поскольку во многом определяет качество подготовки и принятия управленческих решений не только на федеральном, но и на отраслевом и региональном уровнях и, по сути, является основой их информационно-аналитического обеспечения.

В самом общем виде состав показателей национальной безопасности крайне широк и включает внешнеполитические, военно-политические, макроэкономические, социальные, демографические, внутренние общественно-политические, финансово-экономические, организационно-управленческие, институцио-

нальные, юридические (нормативно-правовые), социокультурные, межконфессиональные (межэтнические), информационно-коммуникативные, экологические, производственные, техногенные, природно-климатические и др. группы факторов [14, 20].

При этом задача выделения подмножества наиболее значимых из них является достаточно сложной, поскольку состав выделенных факторов индивидуален не только для различных составляющих национальной безопасности, но и в значительной степени зависит от целевых установок и конкретного состава решаемых функциональных задач.

Процесс принятия решения в сфере НБ должен основываться на результатах анализа текущих и сценарно-прогнозных оценках тенденций развития международной обстановки (МО), политической обстановки (ПО), а также социально-экономических систем (СЭС). Предлагаемая W-образная модель (рис. 4) состоит из трех ветвей и двух частей.

Верхний уровень модели ориентирован на контроль состояния сферы НБ и процесса ее развития, а также видения того, что является необходимым для определения системы целей и состава мероприятий обеспечения НБ.

Нижний уровень модели ориентирован на управление целями, конкретные механизмы их достижения и результаты управления. Предлагаемая модель объединяет оба процесса: превращение идей, результатов анализа обстановки и видения складывающейся ситуации в конкретные цели и планы, а также управленческие решения.

Следует отметить, что подобная полная двухуровневая W-образная модель жизненного цикла применима только для верхнего уровня планирования и управления НБ, оценивающей основные тенденции развития ситуации в МО, ПО и СЭС. Назначение верхнего уровня W-образной модели является основой для инициирования конкретных мероприятий безопасности и выработки общей цели. Для объектов нижних уровней иерархии в качестве основы будет использоваться вторая (нижняя) часть W-образной модели жизненного цикла процессов планирования и управления.

Инструменты автоматической генерации сценариев должны быть задействованы на всех этапах планирования для выявления

угроз, уязвимостей и возможностей управления безопасностью сложных многоуровневых организационных систем.



Рис. 4. W-образная модель жизненного процесса планирования и управления национальной безопасностью

Таким образом, в процессе планирования – от анализа условий (наблюдение) до исполнения (действие) – методы создания сценариев представляют собой эффективные инструменты для выявления изменений, не только возникающих уязвимостей и угроз [7], но и возможностей и потенциала управления. Рассмотрим основные этапы использования W-образной модели для решения рассматриваемых задач.

I. Первый (верхний) уровень W-образной модели жизненного цикла планирования и управления безопасностью:

1-й этап: долгосрочный прогноз развития мировых тенденций, который лежит в основе оценки уровня НБ РФ, а также тенденций развития будущей международной обстановки в будущем. Этап реализуется в основном на базе использования экспертных процедур и оценок. Роль сценарного моделирования на этом этапе не является решающей, а заключается в его использовании только в качестве одного из инструментов поддержки экспертных процедур. На этом этапе также выделяются основные движущие силы в мире, которые могут повлиять на саму формулировку проблемы, критерии эффективности управления и направления развития сферы НБ;

2-й этап: долгосрочный прогноз развития МО, который существует в форме множества альтернативных сценариев, созданных на основе единой сценарной модели, включающей интересы сторон исследуемой ситуации;

3-й этап: долгосрочный прогноз альтернатив развития политической обстановки как следствия развития МО, обладает существенными политическими особенностями, отраженными в соответствующих сценарных моделях;

4-й этап: прогноз динамики развития СЭС, войн и конфликтов [12];

5-й этап: прогноз социально-экономического, научно-технического и военно-политического развития страны, который является основой для планов общественного и государственного развития, создания материальной, интеллектуальной и социальной базы для обеспечения НБ [12] (для реализации данного этапа необходимы создание и поддержка в актуальном состоянии интегральной сценарной модели развития РФ);

II. Второй (нижний) уровень W-образной модели жизненного цикла планирования и управления национальной безопасностью:

6-й этап: целевые параметры безопасности определяются на основе сценарного прогноза как внешних, так и внутренних особенностей развития МО и ПО и СЭС РФ. На основе результатов выполнения этапов 2–5 выбираются наиболее актуальные целевые установки на множестве критериев НБ, формулируются желаемые значения и тенденции изменения факторов, которые составляют эти критерии. Сценарная поддержка реализации рассматриваемого этапа состоит в получении сценариев верификации поставленных целей на достижимость, причем наиболее важной функцией является получение прогнозных сценариев долгосрочных последствий целеполагания. Таким образом, отсеиваются ложные цели, выявление которых затруднительно или даже невозможно без сценарно-прогнозной экспертизы. Ложными целями являются направления обеспечения безопасности, которые невозможно осуществить, например, по причинам их противоречивости, ресурсно-временных ограничений и т.д.

7-й этап: оценка обстановки, направленная на идентификацию последствий принимаемых решений и оценку их эффективности. На этом этапе происходит выявление возможностей, угроз, рисков и уязвимостей, которые влияют на реализацию целей планирования и управления. Мониторинг обстановки на этом этапе позволяет вносить в сценарную модель коррекции в виде управленческих воздействий конкурирующих или кооперирующихся объектов управления.

8-й этап: на этом этапе происходит выработка замысла, которая направлена на формирование главного направления, определяющего способы достижения цели, раскрытие основной содержательной части и сути решения на осуществление мероприятия по обеспечению НБ [13]. В замысле определяются:

- задействованные силы и средства;
- направления главных и вспомогательных действий, точки сосредоточения основных усилий;

- основные возможности и уязвимости, связанные с достижением поставленных целей в условиях вероятного внешнего и внутреннего противодействия;
- способы реализации поставленных целей;
- основные привлекаемые ресурсы, силы и средства.

Конкретная суть каждого замысла организационного мероприятия зависит от его вида, намеченных целей, задач и состава имеющихся сил и средств. Замысел становится основой для разработки плана мероприятия по обеспечению НБ РФ и всей последующей работы по определению задач силам и средствам, а также отработки взаимодействия, обеспечения и управления в предстоящих действиях. Сценарий при этом используется для прогнозной оценки эффективности выполнения замысла мероприятия, а также для оценки текущей, а самое важное – прогнозируемой обстановки, в которой действует объект управления.

9-й этап: разработка плана мероприятия. Идентификация и использование в процессе планирования сценарно-технологического резерва повышает возможность достижения цели управления при полном или частичном поражении функциональности элементов многоуровневой организационной структуры, выполняющей отдельные этапы и мероприятия в сфере НБ за счет недостатка ресурсов, а также при реализации возможных угроз или по другим причинам. Одним из результатов этапа 9 являются целевые значения для подчиненных структур – нижних объектов иерархии (ОИ), а также управляющие воздействия, необходимые для их реализации с учетом влияния внешней среды. Участие подчиненных ОИ задается не только технологией реализации целевых установок, но и сценарными условиями их выполнимости. Таким образом, реализуются два критерия привлечения к выполнению мероприятия подчиненных ОИ. Во-первых, очевидное подчинение обусловлено участием ОИ в технологических цепочках достижения цели. Во-вторых, подчинение или включение ОИ в иерархию может быть обусловлено ситуационно, благодаря их влиянию на достижение целевых параметров (рис. 5).

Во втором случае также подключаются технологии, но уже технологии безопасности. Для каждого объекта иерархии строится многоуровневая модель рисков. Затем с помощью элемента

автоматизированной системы сценарного прогнозирования и анализа, который предназначен для раннего распознавания угроз и вызовов НБ в прогнозируемый период [20], выделяются прогнозируемые риски и угрозы. После этого определяются те объекты иерархии (ОУ), которые способны создать условия выполнения целевых параметров с учетом противодействия.

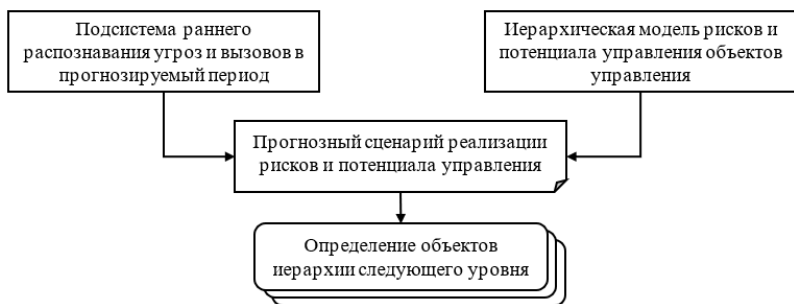


Рис. 5. Выбор подчиненных объектов иерархии по включению в ситуационный сценарий достижения целевых параметров

Разработка плана мероприятий для выбранного объекта управления предполагает одновременную разработку целевых установок для подчиненных объектов иерархической модели управления. Таким образом, реализуется принцип иерархического группового децентрализованного сценарного управления при реализации сложной системы мероприятий по управлению обеспечением НБ РФ (рис. 6):

- для получения значений целевых параметров объекты нижнего уровня (объекты-подчиненные) передают для включения в структуру сценарной модели верхнего уровня свои целевые факторы, которые определяются специализацией этих объектов иерархии (на рис. 6 зеленые стрелки);

- для каждого объекта в сложной иерархической структуре строится модель, которая служит основой для получения сценария достижения целевых параметров определенных на этапе 9 верхнего уровня (объекта-начальника) (на рис. 6 синие стрелки);

- результаты достижения цели для каждого подчиненного объекта управления (6-й этап) передаются наверх для контроля

выполнения плана мероприятия объекту иерархии верхнего уровня (этап 9) (на рис. 6 красные стрелки).

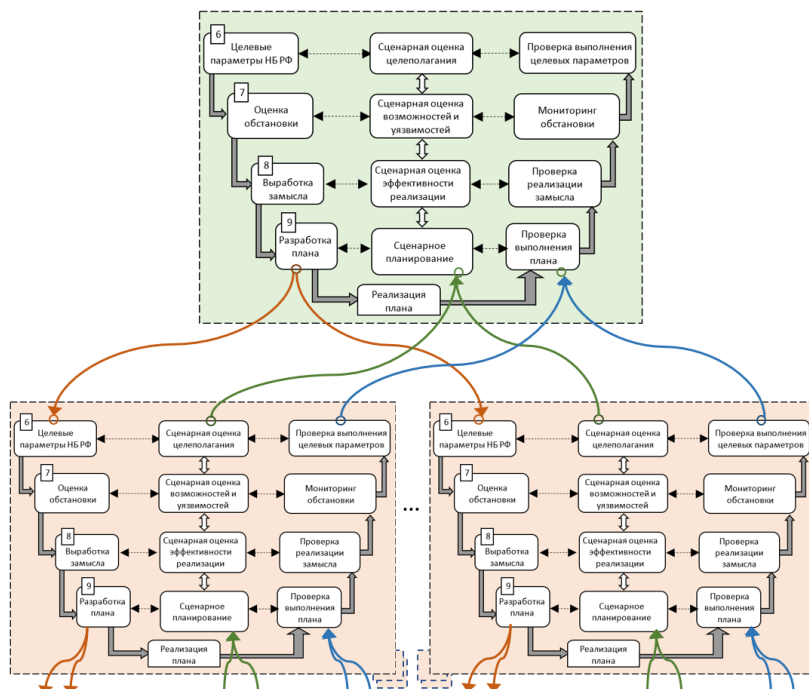


Рис. 6. Фрагмент иерархии W-образных моделей жизненного процесса планирования и управления безопасностью

Иерархия W-образных моделей жизненного цикла упреждающего сценарно-прогнозного мониторинга и анализа позволяет:

- ускорять реакцию всех уровней управления на возможные изменения, влияющие на достижение целей;
- переходить на всех уровнях иерархии к упреждающему управлению обеспечением НБ РФ;
- создавать виртуальные рабочие группы, объединенные по сходным целевым факторам, факторам управления или этапам прогнозных сценариев, переходя тем самым при необходимости к матричным подструктурам;

— включать в иерархическую модель негативно воздействующие на состояние НБ РФ субъекты, а также учитывать возможные сценарии их поведения, основанные на реализации интересов этих субъектов на всех этапах планирования.

Каждый объект на любом уровне иерархии имеет собственную структуру управления, которая, в свою очередь, строит собственный управляющий сценарий достижения целевых параметров, определенных для него верхним уровнем. Данный сценарий, таким образом, является одновременно и основой планирования для этого объекта, и координирующим сценарием для подчиненных объектов. Целевыми параметрами, полученными из координирующего сценария, задаются цели для подчиненных объектов и порядок (режим) их координации.

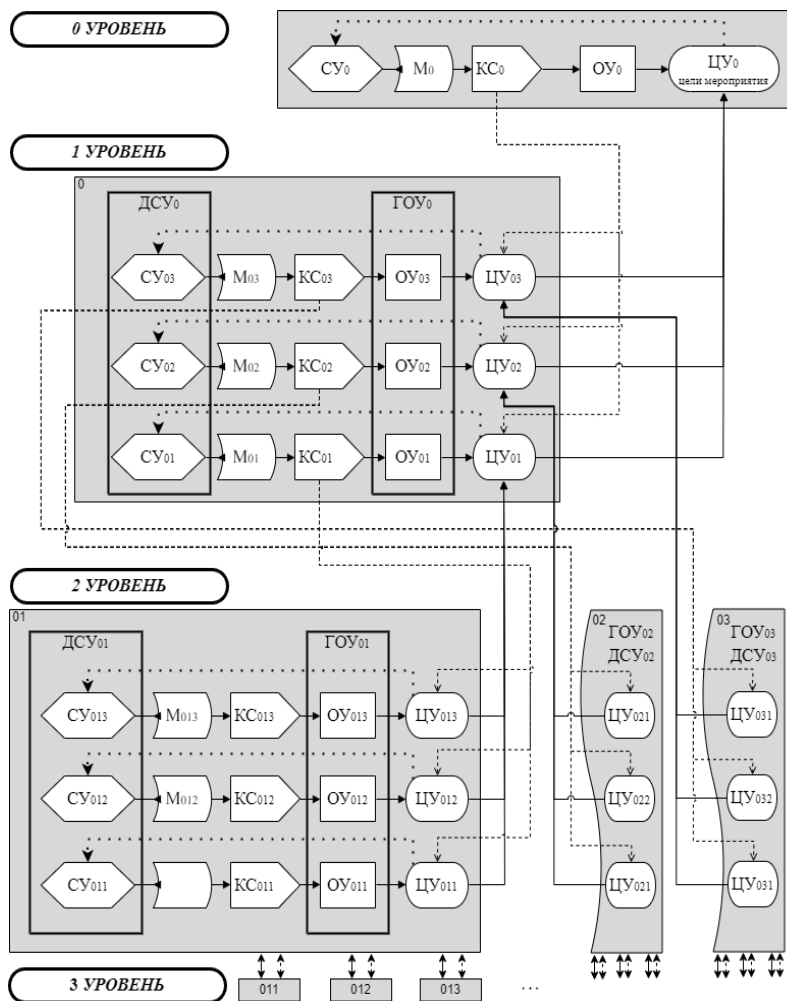
3.5. ИЕРАРХИЯ СЦЕНАРНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Схема сценарного исследования в сочетании с разработанной W-образной моделью позволяет выстраивать иерархию децентрализованного группового управления сложными системами на основе координирующих сценариев (рис. 7).

Следует отметить, что если в иерархическую модель включены субъекты, негативно воздействующие на состояние НБ РФ, то в модель вышестоящего уровня иерархии включаются факторы субъектов противодействия, непосредственно влияющие на выполнение целей и задач управления по обеспечению НБ.

В разработанной модели жизненного цикла предусматриваются процедуры аттестации и верификации, которые осуществляются как на основе данных мониторинга, так и с использованием результатов применения сценарной методологии (внешних и внутренних данных, описывающих решаемую задачу планирования и содержащихся в паспорте проблемы $M^{(Пас)}(t)$).

Разработанная W-образная модель определяет результаты, которые должны быть получены на завершающем этапе управленческого цикла. При этом получаемые итоговые данные на каждой стадии или этапе должны подвергаться сценарному анализу и контролю.



Обозначения:

СУ₀₁ - субъект управления

ОУ₀₁ - объект управления

ЦУ₀₁ - цель управления

М₀₁₃ - модель ситуации

КС₀₁ - координирующий сценарий

→ - прямая цепочка управления

-----> - мониторинг выполнения цели управления

.....> - формирование иерархии целей

Рис. 7. Модель управления иерархическими системами НБ на основе координирующих сценариев

Применение рассматриваемой модели позволяет системе НБ РФ отслеживать и прогнозировать ход процесса управления обеспечением НБ $\mathcal{R}(t)$, а также вносить упреждающие управленческие воздействия $U(t)$, пользуясь в основном событийной временной шкалой $\mathcal{RT}$.

Фаза проверки хода и результатов выполнения мероприятий подтверждает правильность детализации плана. Фазы проверки исполнения отдельных этапов плановых мероприятий и сценарно-прогнозного анализа и мониторинга обстановки обеспечивают правильность ее оценки, а также замысла рассматриваемого мероприятия в сфере НБ. Фаза проверки выполнения поставленной цели мероприятия подтверждает правильность целевых установок, а также состава и содержания планируемых мероприятий по их реализации.

4. Заключение

Проведен анализ основных особенностей процессов целеполагания, планирования и управления обеспечением безопасности сложных систем в условиях неопределенности и объективных ограничений на противодействие угрозам.

Приведены результаты разработки понятийного аппарата сценарного исследования, на основе которого предложена общая схема формирования сценария, базирующаяся на трех основных компонентах исследуемой ситуации: 1) базовые формальные модели, описывающие совместное поведение объекта управления и внешней среды и основывающиеся на экспертном описании проблемной ситуации; 2) формальная модель неопределенности – квазиинформационная гипотеза; 3) формализованное описание предметной области на основе выделения экспертно-значимых декомпозиций, экспертно-значимых разбиений расширенного фазового пространства состояний исследуемой системы и экспертно-значимых событий, обеспечивающих многовариантность разрабатываемых сценариев. Полученные результаты являются основой для автоматизации сценарного исчисления, а также информационной поддержки процессов подготовки и принятия управленческих решений.

Для решения задач обеспечения НБ на различных уровнях проведен анализ возможности использования процессного подхода на базе моделей жизненного цикла. Сделан вывод о целесообразности использования в качестве основы для решения рассматриваемых задач V-образной модели с учетом ее основного недостатка – верификации запланированных результатов только по факту их достижения.

С целью исключения упомянутых выше ограничений и повышения адекватности отражения реальных особенностей рассматриваемых процессов разработана модифицированная W-образная модель жизненного цикла, обеспечивающая возможность наряду с традиционными методами анализа проводить упреждающую прогнозную оценку ожидаемых результатов в условиях неопределенности, что позволяет перейти от реактивного к проактивному управлению мероприятиями по обеспечению НБ.

Разработанная модификация заключается в дополнении структуры традиционной V-образной модели связанной со сценарным планированием промежуточной ветвью, отражающей предоставляемые использованием сценарного подхода возможности опережающей оценки эффективности планово-управленческих решений с учетом альтернатив возможного будущего развития событий на объектах управления и во внешней среде в условиях риска и неопределенности.

Разработана структура, состав основных элементов и стадий решения задач управления обеспечением НБ в рамках W-образной модели жизненного цикла, а также методология использования иерархии рассматриваемых моделей для решения сложно-подчиненных проблем планирования и управления в рассматриваемой предметной области.

Обоснована необходимость встраивания сценарной технологии в функциональную структуру системы подготовки стратегических и тактических плановых решений в рассматриваемой предметной области, что должно повысить эффективность процессов планирования и обоснованность планово-управленческих решений на основе использования результатов анализа альтернатив развития проблемных ситуаций, а также упреждающей оценки результативности и возможных негативных последствий принятия и реализации разрабатываемых решений.

Литература

1. БЕРЕГОВСКАЯ Е.О., ШАЛИНА А.И., КРАСНОВА А.С. *Военно-экономический анализ стадий жизненного цикла высокотехнологичной продукции* // Экономика высокотехнологичных производств. – 2022. – Т. 3, № 1. – С. 27–38.
2. БЕРГ Д.Б., УЛЬЯНОВА Е.А., ДОБРЯК П.В. *Модели жизненного цикла: учеб. пособие.* – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 74 с.
3. ГОЛУБЕВ С.С., КУКУШКИНА Г.Р. *Проблемы развития системы управления полным жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники* // Экономика высокотехнологичных производств. – 2020. – №4. – С. 183–196.
4. ДРАНКО О.И., НОВИКОВ Д.А., РАЙКОВ А.Н. и др. *Управление развитием региона. Моделирование возможностей.* – М.: URSS, ООО «ЛЕНАНД», 2023. – 432 с.
5. КЛОЧКОВ В.В. *Взаимосвязь военных и социально-экономических угроз национальной безопасности России* // Экономическая безопасность. – 2021. – №1. – С. 43–56.
6. ЛАРЮХИН В.Б., ОВЧИННИКОВ С.А., СКОБЕЛЕВ П.О. и др. *Управление процессами и ресурсами в системе полного жизненного цикла вооружения и военной техники на основе цифровой экосистемы адаптивного менеджмента* // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – №3. – С. 1259–1274.
7. ЛИНДГРЕН М., БАНДХОЛЬД Х. *Сценарное планирование: связь между будущим и стратегией* // Корпоративный менеджмент. – Москва. – URL: <https://www.cfin.ru/management/strategy/plan/scenario.shtml> (дата обращения: 10.03.24).
8. МАСЛИХИНА В.Ю. *Сценарное планирование развития пространственных социально-экономических систем: методические подходы* // Региональная экономика: теория и практика. – 2020. – Т. 18, №10(481). – С. 1839–1868.
9. *Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем: в 2-х кн.* / Под ред. В.Л. Шульца и В.В. Кульбы. – М.: Наука, 2012. – Кн. 1: 304 с.; кн. 2: 358 с.

10. ПОДБЕРЕЗКИН А.И. *Методика планирования стратегического сдерживания*. – URL: <http://eurasian-defence.ru/?q=node/44776> (дата обращения: 21.08.2020).
11. РИНГЛАНД Д. *Сценарное планирование для разработки бизнес-стратегии*. – М.: Диалектика, 2008. – 559 с.
12. *Стратегическое прогнозирование международных отношений: кол. монография* / Под ред. А.И. Подберезкина, М.В. Александрова. – МГИМО МИД России, Центр военно-политических исследований. – М.: МГИМО-Университет, 2016. – 743 с.
13. *Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. №400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»*. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/4704644776> (дата обращения: 20.05.2024).
14. ХИЖНЯК Е.А. *Сценарное планирование как эффективный инструмент стратегического управления* // Российское предпринимательство. – 2007. – Т. 8, №3. – С. 17–20.
15. ЧЕРНОВ И.В. *Сценарно-когнитивное моделирование сложных систем на основе событийной идентификации динамики факторов* // Проблемы управления. – 2023. – №3. – С. 65–76.
16. ЧЕРНОВ И.В. *Сценарные методы повышения эффективности реализации жизненного цикла программно-целевого управления (анализ концепции)* // Проблемы управления. – 2021. – №5. – С. 88–93.
17. ЧЕРНОВ И.В. *Сценарный анализ уязвимости при управлении сложными системами* // Автоматика и телемеханика. – 2022. – №5. – С. 133–147.
18. ШЕВЧЕНКО И.В., ЛУНЕВ В.Д. *Современные подходы к сценарному планированию в России* // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2022. – №4(78). – С. 192–198.
19. ШУЛЬЦ В.Л., БОЧКАРЕВ С.А., КУЛЬБА В.В. и др. *Сценарное исследование проблем обеспечения общественной безопасности в условиях цифровизации*. – М.: Проспект, 2020. – 240 с.

20. ШУЛЬЦ В.Л., ЧЕРНОВ И.В., КУЛЬБА В.В. и др. *Сценарное планирование в управлении обеспечением НБ: методологические основы* // Национальная безопасность / Nota bene. – 2023. – №5. – С. 36–61.

ANALYSIS OF THE METHODOLOGY OF SCENARIO PLANNING AND NATIONAL SECURITY MANAGEMENT

Igor Chernov, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher (chernov@ipu.ru).

Abstract: The article is devoted to the development of a methodology for scenario planning and management of ensuring the national security of the Russian Federation. The results of developing a conceptual framework for scenario research are presented, on the basis of which a general scheme for the procedure for generating scenarios has been developed. The expert description of the development model of the processes under consideration is based on the concept of an expert-significant partition of the extended phase space, as well as expert-significant events that occur in the sequence specified in the ordering system within the framework of the basic model. As a result of the study of this model, scenarios for the behavior of the control object or the development of the security situation are formed. A multi-level model of the life cycle of planning and managing security measures has been developed, providing the possibility of proactive verification of the results of the implementation of key stages of the management cycle, which allows us to move from passive accounting of accomplished events to proactive management. The results obtained can serve as the basis for automating scenario research, as well as analytical predictive support for the processes of preparing and making management decisions in the field of ensuring the security of complex organizational systems.

Keywords: security, scenario, life cycle, management, modeling.

УДК 005.7

ББК 13.42

*Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии В.В. Ключковым.*

Поступила в редакцию 17.06.2024.

Опубликована 30.11.2024.