

УДК 004.05

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА И ПОТЕНЦИАЛА СИСТЕМ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ

А. С. Гейда,

канд. техн. наук, доцент

И. В. Лысенко,

доктор техн. наук, профессор

Е. П. Сила,

канд. воен. наук, доцент

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

Исследуется функционирование систем реализации целевых программ в условиях риска. Рассмотрены задачи исследования потенциала таких систем. Для их решения предложена концептуальная модель, основанная на использовании комплекса предложенных концептов и принципов. Приведено определение потенциала, предложены количественные показатели его оценивания, рассмотрены их отношения с аналогичными показателями. Раскрыты связи этих показателей с показателями качества системы и эффективности ее функционирования в условиях риска. Разработаны требования к моделям и процессу моделирования для решения задач исследования потенциала.

Ключевые слова — социально-экономическая система, потенциал, потенциал системы, задачи, эффекты, эффективность, цели, системология, риск.

Введение

Целевые программы (ЦП) представляют собой увязанный по задачам, ресурсам и срокам осуществления комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, социально-экономических, организационно-хозяйственных и других мероприятий, обеспечивающих эффективное решение системных проблем в области государственного, экономического, экологического, социального и культурного развития Российской Федерации [1]. Целевые программы реализуются социально-экономическими системами, называемыми системами реализации целевых программ (СЦП). Практика свидетельствует [2], что для исследования ЦП целесообразно использовать показатели, характеризующие степень достижения целей ЦП: показатели эффективности ЦП и показатели вводимого в статью свойства потенциала СЦП. Показатели качества и потенциала систем, эффективности и риска при функционировании этих систем должны быть формализованы таким образом, чтобы было можно их применять в качестве основы для разработки концептуальной модели задач исследования ЦП. Концептуальная модель зада-

чи включает необходимые для решения концепты и принципы, их отношения. Концептуальная модель должна давать возможность, во-первых, перейти к решению задач с использованием математических методов, а во-вторых, решать задачу с использованием средств современных информационных технологий (ИТ), например Business Intelligence, Business Performance Management.

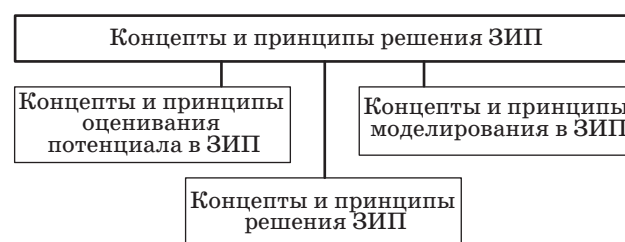
Концепция решения задач исследования качества и потенциала систем

Целевые программы характеризуются значительным разнообразием возможных элементов и случайностями их состояний, условий реализации мероприятий и как следствие — разнообразием возможных в будущем результатов. Кроме того, разнообразием характеризуется функционирование СЦП. Разнообразием и неопределенностью характеризуются и цели, достигаемые с использованием СЦП. Для успешной реализации ЦП и определения ее планов, экономии выделяемых ресурсов необходимо решать задачи прогнозирования возможных результатов в зависимости от характеристик предпринимаемых действий и ресурсов — *задачи анализа функцио-*

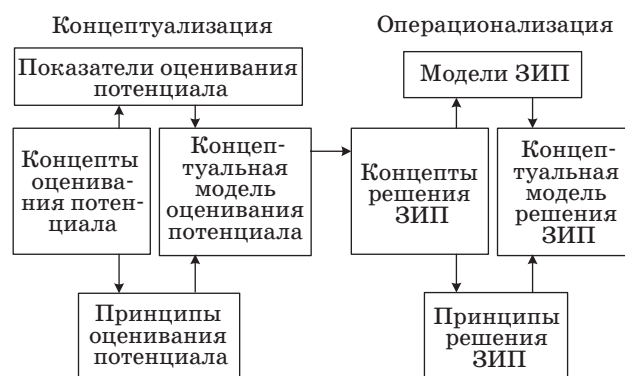
нирования СЦП. Затем, необходимо сопоставлять прогнозируемые результаты с достигаемыми СЦП целями и выбирать характеристики элементов СЦП и мероприятий ЦП, обеспечивающие наилучшие результаты функционирования СЦП — решать задачи синтеза СЦП и их функционирования по показателям потенциала СЦП в условиях риска. Задачи анализа и синтеза СЦП и ЦП по показателям потенциала в условиях риска будем называть задачами исследования потенциала систем, функционирующих в условиях риска (ЗИП). Решение ЗИП требует разработки моделей, методов и информационных технологий, позволяющих учесть разнообразие характеристик реализуемых действий и получаемых с их использованием результатов и, кроме того, позволяющих отобразить разнообразие исходных сведений в прогнозные значения результатов ЦП, а затем — в комплексные показатели потенциала СЦП в условиях риска, такие, что с использованием этих показателей возможно решать ЗИП. ЗИП рассматривались в ряде работ [1–6]. Было показано, что решение таких задач вызывает необходимость комплексного исследования качества целевых программ и систем их реализации, потенциала систем реализации целевых программ, эффективности и риска при реализации целевых программ. Научно обоснованное решение таких задач требует оценивания качества жизни людей, создаваемых ими социально-экономических и организационно-технических систем, процессов их функционирования, состояний контролируемых систем. В конечном итоге система качеств — качество систем, процессов их функционирования, продукции, труда, жизни, человека, культуры — преломляются в качество социальных и экономических систем и, как подробно раскрывается в работах [7, 8], служат основой для развития общества. В соответствии со стандартами серии ISO 9000 качество — это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Особая роль качества при исследовании социально-экономического развития выражается в том, что оно ведет к преобразованию качества систем, их состояний, функционирования. Тем самым, оказывается необходимым исследовать операционный аспект качества, а именно то, как осуществляется получение требуемых результатов за счет использования систем, качество которых исследуется. Определение качества объекта в соответствии со стандартом связывается с потребностями субъектов, использующих этот объект для достижения своих целей. При решении задач социально-экономического развития используемые обществом для достижения целей объекты

представляют собой, как правило, социально-экономические и организационно-технические системы [5, 9], функционирующие для достижения целей субъектов. Авторы науки о качестве (квалиметрии) отмечают [7, 8], что операционный аспект исследования качества должен изучаться, однако еще не нашел достаточного отражения в методах определения качества. Для исследования операционного аспекта качества необходимо изучить функционирование системы для достижения тех целей, которые могут быть перед ней поставлены. Качество процесса функционирования системы традиционно связывают с его эффективностью — свойством целенаправленного процесса функционирования системы, характеризующим приспособленность функционирования к достижению заданной цели [9]. Качество системы в соответствии с определением качества объекта в стандартах ISO и процесса функционирования системы целесообразно оценивать с опорой на использование показателей комплексного свойства системы, характеризующего приспособленность этой системы к достижению возможных целей при функционировании. Это свойство далее называется потенциалом системы. Для решения ЗИП необходимо разработать концепцию. Она состоит из концептов и принципов решения ЗИП (рис. 1).

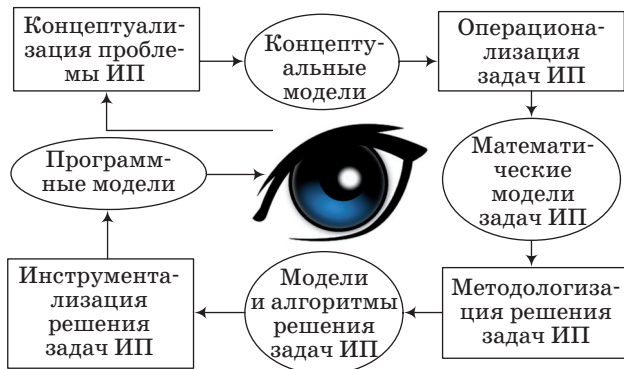
Эти концепты и принципы применяются последовательно (рис. 2), на этапах концептуализа-



■ Рис. 1. Концепты и принципы решения ЗИП



■ Рис. 2. Использование концептов и принципов решения ЗИП



■ Рис. 3. Последовательность решения задач ИП

ции и операционализации решения ЗИП, рассматриваемых в статье.

Итог их применения на первых двух этапах решения задачи — концептуальная модель. Затем разработанные концепты и принципы используются на этапах методологизации и инструментализации решения ЗИП (рис. 3).

Потенциал системы и его оценивание

Использование концептов и принципов решения ЗИП должно позволить замкнуть концептуальную схему исследования качества объектов за счет исследования операционного аспекта получения нового результата на основе существующих ресурсов с использованием понятий о качестве ресурсов, качестве результатов, понятия об эффективности функционирования для достижения заданной цели, о возможных целях, которые могут быть поставлены перед функционированием системы, о потенциале этой системы.

Качество системы проявляется через состояния системы. *Состояние системы* — совокупность значений показателей свойств системы в заданный момент времени при ее функционировании. Эти состояния могут быть как благоприятными, так и неблагоприятными, возникающими в результате проявления рисков — возможностей неблагоприятных событий. Потенциал системы и риски при ее функционировании исследуются на этапе решения задач анализа и синтеза социально-экономических систем. Научно обоснованное решение таких задач, особенно с использованием современных ИТ, требует построения концептуальных моделей таких задач [9] и их решения, увязывания в единый комплекс потенциала системы, эффективности процессов ее функционирования, состояний этой системы при функционировании, рисков при функционировании. Практика свидетельствует, что в тех областях деятельности, где решения задач формализованы, удается добиться

лучших результатов. Модели решения задач создаются для того, чтобы позволить перейти к формализованному решению задач социально-экономического развития с использованием современных технологий решения таких задач [3, 9].

С помощью концепций потенциала системы и родственного понятия эффективности ее функционирования удалось связать в единый комплекс:

- 1) возможности актуализации различных целей функционирования системы;
- 2) эффективность функционирования системы для достижения каждой из возможных целей;
- 3) состояния этой системы при функционировании;

4) возможные (как благоприятные, так и неблагоприятные) состояния системы при функционировании;

5) риски при функционировании системы. Благодаря этому осуществлен переход к концептуализации и последующему решению задач социально-экономического развития как задач анализа потенциала. Выполним *формализацию показателя потенциала системы*. Напомним, что потенциал — свойство системы, характеризующее ее приспособленность к достижению целей при функционировании. Обозначим:

G_j — j -ю цель использования заданной системы из заданного множества G возможных целей использования этой системы, $j = \overline{1, J}$;

\tilde{A}_j — событие, состоящее в актуализации цели, $G_j \in G$;

\sim — символ случайности события;

$p_j \stackrel{d}{=} Poss(\tilde{A}_j)$ — меру возможности актуализации цели $G_j \in G$, где « $\stackrel{d}{=}$ » — символ «равенство по определению»;

$W_j \stackrel{d}{=} Poss\left(\bigcap_{k=1}^K (\tilde{Y}_{jk} \leq / > Y_{jk}^A)\right)$ — возможность до-

стижения актуализированной цели при требованиях Y_{jk}^A к результатам достижения этой цели.

Тогда, в качестве векторного показателя потенциала системы будем использовать

$$\Psi_{\langle J \rangle} \stackrel{d}{=} \langle (p_j, W_j), j = \overline{1, J} \rangle.$$

В качестве скалярного показателя потенциала системы будем использовать функцию потенциала системы — меру возможности успешного достижения любой из целей $G_j \in G$ с учетом возможности ее актуализации. Так, например, если события, состоящие в актуализации целей, — группа несовместных событий

$$\tilde{A} \stackrel{d}{=} \{\tilde{A}_j\}_{j=1}^J : Poss\left(\bigcup_{j=1}^J \tilde{A}_j\right) = 1, Poss\left(\bigcap_{j=1}^J \tilde{A}_j\right) = 0,$$

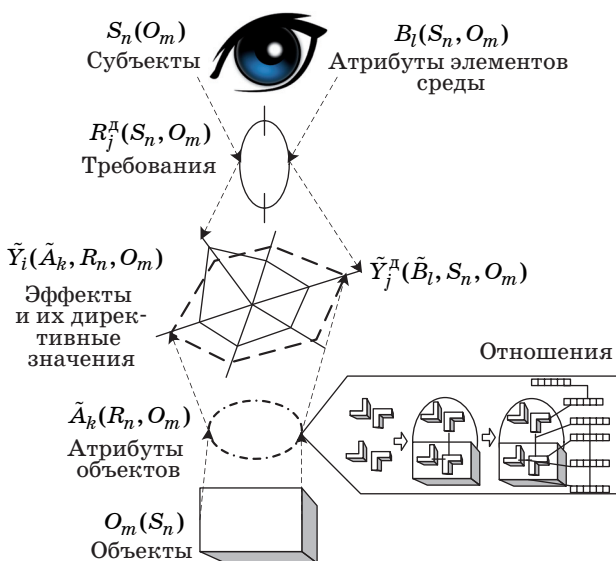
то функция потенциала примет вид вероятностной смеси показателей эффективности:

$$\Psi \triangleq \sum_{j=1}^J p_j W_j.$$

Векторы $\tilde{Y}_j = \langle \tilde{Y}_{jk}, k \in \overline{1, K} \rangle$ и требования к ним определяются на основе моделей для расчета эффектов и эффективности функционирования системы, потенциала и риска при функционировании системы, входящих в состав моделей ЗИП.

Применяемые для решения ЗИП концептуальные схемы [10] предлагается формализовать с использованием теоретико-графовых понятий, например гипер-графов и их иерархического расширения [11], аналогично тому, как это сделано, например, при разработке концептуальных графов [12]. Формализация осуществляется поэтапно. Сначала порождается часть модели, ассоциированная с элементами системы и среды, важными для решения ЗИП. Затем определяются отношения между порожденными частями, между порожденными в результате отношениями, между порожденными и новыми частями моделей — до тех пор, пока не будут получены требуемые для решения ЗИП модели, в том числе модели, приспособленные для решения ЗИП с использованием информационных технологий. Ключевым элементом в порождаемом комплексе моделей представляются модели прогнозируемых эффектов и прогнозируемых требований к эффектам.

С использованием этих моделей порождаются показатели потенциала системы. Тем самым показатели потенциала выступают основным связующим элементом комплекса моделей для решения ЗИП (рис. 4). Для предлагаемой нами новой концептуальной схемы выбрано условное наименование RASOR (Requirements, Attributes, Sub-



■ Рис. 4. Концептуальная схема RASOR оценивания потенциала с использованием моделей

jects, Objects, Relations — Требования, Характеристики, Субъекты, Объекты, Отношения).

Схематические представления частей комплекса моделей ассоциируются с иерархически гиперграфовыми моделями. Это позволяет, в частности, специфицировать и использовать разрабатываемые концептуальные модели в составе информационных систем класса Adaptive Business Intelligence (BI) и Business Performance Management (BPM) [13] для автоматизированного решения ЗИП. Спецификация концептуальных схем с использованием иерархических гиперграфов схематически проиллюстрирована для теоретико-графовой модели расчета атрибутов $\tilde{A}_k(R_n, O_m)$ объектов $O_m(S_n)$. В информационных системах оценивания потенциала при выделении какого-либо элемента RASOR-схемы могут раскрываться соответствующие этому сценарию связанные элементы схемы, формализуемые с использованием иерархических ориентированных гиперграфов. Такое раскрытие расширяет процедуры «drill-up» и «drill-down», используемые в BI и BPM, на иерархические схемы.

Существующие аналоги свойства потенциала систем

Аналогами предложенного свойства потенциала представляются понятия о национальной мощи (National Power) и потенциальных состояниях (Capabilities) [14–19] и их приложения в различных областях, в частности:

Человеческий потенциал (Human Capability) — качества людей, принципиально влияющие на потенциальные состояния людей. Предложен Нобелевским лауреатом Амартья Сенем, Великобритания. Для каждой прикладной задачи исследования человеческого потенциала вводятся частные, статистические показатели, что отмечается в качестве недостатка самим автором [15].

Национальный потенциал (National Power) — комплекс ресурсов, возможностей их преобразования в результаты и результатов. Предложен Г. Тревертоном, RAND Corp. [16]. В настоящее время используются различные статистические показатели национальной мощи. Близок показателем социально-экономического и военного потенциала, разработанным в СССР [14]. Например, используется смесь средних процентных соотношений в общемировом целом по различным показателям. Оценивается на основе статистической обработки данных. Авторы из RAND отмечают, что он не учитывает «мягкой» мощи (научной, культурной и моральной составляющих). Правительство США поставило перед корпорацией RAND задачу разработки новых методик оценивания национальной мощи [18].

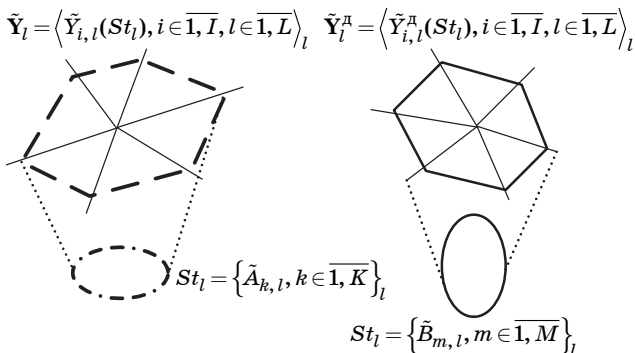
Комплексная мощь государства (КМГ) — интегральное свойство, характеризующее экономический, политический, военный, научно-технический и другие потенциалы страны. Учитывает совокупность факторов, определяющих способность страны развиваться, сопротивляться трудностям, внешнему давлению, дезинтеграционным процессам, отстаивать свою систему ценностей. Предложена Хуан Шофеном, КНР [17]. Показатель КМГ учитывает «жесткую» и «мягкую» составляющие мощи государства. Представляет собой «свертку» статистических показателей с использованием определяемых экспертами коэффициентов.

Основные принципы оценивания потенциала систем

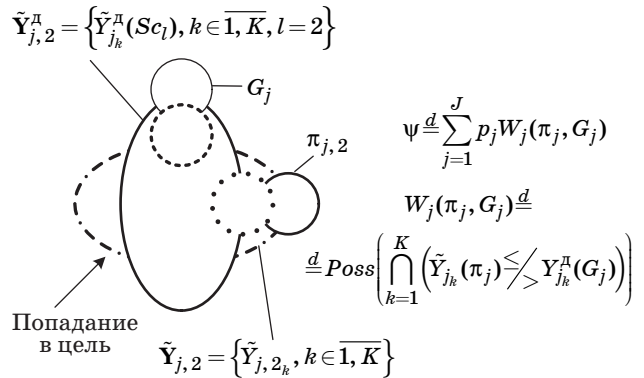
Принцип оценивания потенциальных состояний по мере их соответствию целям (рис. 5).

В левой части схемы показана подсхема, иллюстрирующая отношение между эффектами $\tilde{Y}_l = \langle \tilde{Y}_{i,l}(St_l), i \in \overline{1, I}, l \in \overline{1, L} \rangle_l$ функционирования системы [20] и характеристиками ее потенциальных состояний $St_l = \{ \tilde{A}_{k,l}, k \in \overline{1, K} \}_l$. В правой части представлена подсхема, иллюстрирующая аналогичное соответствие между директивными значениями $\tilde{Y}_l^A = \langle \tilde{Y}_{i,l}^A(St_l), i \in \overline{1, I}, l \in \overline{1, L} \rangle_l$ эффектов и параметрами состояний $St_l = \{ \tilde{B}_{m,l}, m \in \overline{1, M} \}_l$ субъектов при функционировании. Предполагается, что может быть реализован один из $l \in \overline{1, L}$ различных сценариев изменения условий функционирования. Приведенная схема формирования эффектов и их директивных значений позволяет проиллюстрировать расчет потенциала с использованием другой RASOR-схемы (рис. 6).

На рисунке овалы совмещены в единый граф, иллюстрирующий расчет соответствия потенциальных состояний целям («попадание в цель»). Окружностями отмечены различные цели и пла-



■ Рис. 5. RASOR-диаграмма потенциального состояния, эффектов, соответствующих ему, и требований к эффектам



■ Рис. 6. RASOR-схема расчета потенциала

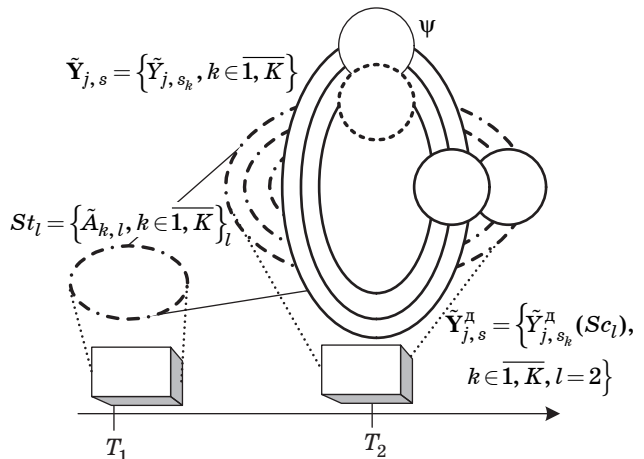
ны, каждому из которых соответствует свое «попадание в цель».

Принцип прогнозирования при оценивании потенциала (рис. 7). Актуализация целей, цели, планирование деятельности при достижении этих целей, результаты этих действий — потенциальные состояния, достижение целей рассматриваются в будущем по отношению к заданному состоянию, в котором оценивается потенциал.

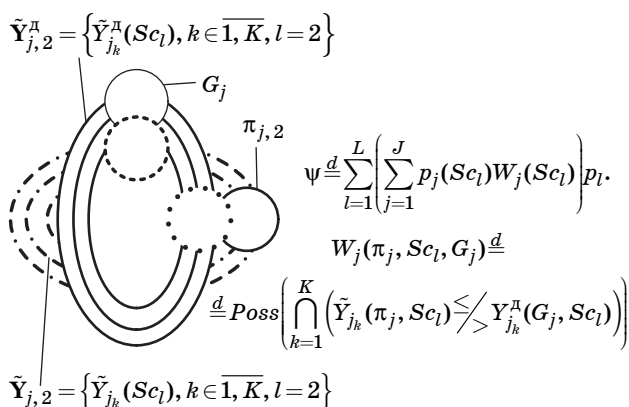
Принцип первичности системы при оценивании потенциала. Система может наблюдаться через свое состояние (совокупность значений характеристик свойств) в некоторый момент времени. Свойства системы могут быть оценены на основе исследования характеристик, полученных в результате наблюдения или моделирования состояний.

Принцип учета сценариев функционирования среды (рис. 8). При решении ЗИП необходимо учитывать сценарии функционирования среды, под которыми понимаются возможные последовательности событий в ней.

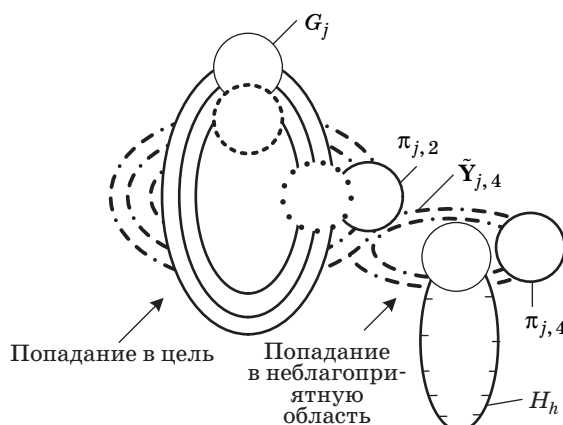
События в среде могут реализовываться не любым способом. Как правило, возможные спо-



■ Рис. 7. RASOR-схема связи состояния системы в заданный момент времени и ее потенциала



■ Рис. 8. RASOR-схема учета сценариев функционирования среды



■ Рис. 9. RASOR-схема оценивания риска

события определяются рядом факторов (возможно, неизвестных субъекту). Каждому концентрическому овалу соответствуют состояния, прогнозируемые в случае того или иного сценария функционирования. В информационных системах оценивания потенциала при выделении элемента RASOR-схемы — овала — могут раскрываться соответствующие этому сценарию связанные элементы схемы. Потенциал системы характеризует такие сценарии «в среднем», а для учета того, что в результате некоторых цепочек событий эффекты могут существенно отклоняться от директивных и даже переходить в области опасных значений, необходимо использовать показатели риска.

Принцип оценивания потенциала с использованием скалярного показателя потенциала. Для решения задач анализа потенциала целесообразно использовать тот или иной скалярный показатель потенциала. Эта особенность связана с возможностью упорядочения альтернатив по соответствующему им значению скалярного показателя. В качестве скалярного показателя может выступать функционал, заданный на векторе потенциала, например функция потенциала. Вектор потенциала представляет собой вектор, элементами которого являются пары: величина показателя эффективности достижения заданной цели — мера возможности актуализации заданной цели. Функция потенциала трактуется как прогнозное значение меры возможности достижения комплекса целей с учетом возможностей актуализации этих целей.

Использование скалярного показателя потенциала дает возможность упорядочить системы по потенциалу, кроме того — схематизировать (например, с использованием RASOR-схем) ряд процессов, связанных с совместным использованием и обменом.

Принцип оценивания риска с использованием отдельного показателя (рис. 9). При оценива-

нии риска целесообразно использовать отдельный частный показатель в составе вектора потенциала. Этот показатель характеризует такие возможные действия, которые приводят к наихудшему, наиболее неблагоприятному результату. Область H_h , соответствующая наиболее неблагоприятным, по мнению экспертов, состояниям, отмечена на схеме овалом с засечками. Такие состояния могут быть достигнуты при каких-либо неблагоприятных сценариях Sc_l функционирования среды. На схеме видно, что при реализации функционирования по четвертому плану в условиях действия неблагоприятного сценария наблюдаемые результаты $\tilde{Y}_{j,4}$ могут попасть в область H_h неблагоприятных результатов. Такое событие будем условно называть «попаданием в неблагоприятную область», а его вероятность целесообразно использовать в качестве показателя риска. Состояния, в которые переходит система в результате неблагоприятных (благоприятных) событий — *неблагоприятные (благоприятные) состояния*. Риск — возможность возникновения неблагоприятных событий.

Основные принципы моделирования при исследовании потенциала систем

Для решения ЗИП должна быть разработана концепция моделирования (построения и использования моделей) при решении этих задач. Наиболее общие требования сформулированы в виде принципов моделирования в ЗИП. К ним, в частности, относятся следующие.

Принцип основанного на ИТ учета в процессе моделирования разнообразия элементов, состояний, отношений между элементами при функционировании СЦП — в процессе моделирования должно учитываться разнообразие элементов, их отношений и состояний в прошлом, настоящем и будущем.

Принцип трансформационности моделирования — модели и моделирование должны быть приспособлены к представлению своих частей в виде, удобном для реализации того или иного этапа моделирования. Так, например, на схемах модели могут представляться в графическом виде иерархические диаграммы, а для машинного оперирования графами используют другие представления.

Принцип унификации моделирования — модели должны быть приспособлены к представлению своих частей в унифицированном виде.

Заключение

Выполненные исследования позволяют перейти к разработке основных моделей СЦП и ЦП

и методов моделирования при решении задач исследования СЦП. Выбор видов моделей диктуется концепцией решения задач исследования СЦП на основе оценивания потенциала в условиях риска. Поэтому модели для исследования СЦП должны включать модели мероприятий ЦП, модели комплексов мероприятий, модели событий при реализации ЦП, модели состояний СЦП, модели отношений между элементами СЦП, модели целей. К методам моделирования должны, в частности, относиться преобразования моделей в помеченный теоретико-графовый вид, в систему рекуррентных соотношений, в вид оптимизационных задач.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ, проект 09-08-00825 а.

Литература

1. **Концепция** долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства РФ № 1662-рМ.
2. **Гейда А. С., Лысенко И. В.** Задачи исследования потенциала социально-экономических систем // Тр. СПИИРАН. 2009. Вып. 10. СПб.: Наука, 2009. С. 63–84.
3. **Гейда А. С.** Метод сквозного использования универсальных языков моделирования в задачах стратегического аудита проектов // Новое в государственном управлении. Вып. 2. Методы и модели информационно-аналитического обеспечения системного аудита использования национальных ресурсов и управления по результатам / Под ред. А. А. Пискунова. Ростов н/Д.: ЮРИФКА, 2007. С. 98–116.
4. **Багаутдинов З. З., Гейда А. С., Лысенко И. В.** Моделирование и оценивание эффективности комплекса мероприятий на основе алгебры нечетких чисел // Изв. вузов. Приборостроение. 2008. № 1. С. 12–23.
5. **Гейда А. С.** Оценивание эффектов функционирования организационно-технических систем: концепция автоматизации // Тр. СПИИРАН. 2009. Вып. 11. СПб.: Наука, 2009. С. 63–80.
6. **Гейда А. С., Лысенко И. В.** Базовые модели оценки системных рисков на примере показателей финансово-кредитной сферы // Роль ключевых национальных показателей в оценке стратегий развития. М., 2010. С. 89–108.
7. **Пригожин А. И.** Социология организаций. — М.: Наука, 1980. — 256 с.
8. **Субетто А. И.** Качество — это достоинство. Качество как символ синтетического мышления и управления развитием общества // Стандарты и качество. 1993. № 9. С. 24–30.
9. **Лысенко И. В.** Анализ и синтез сложных технических систем. Ч. 1. Анализ и синтез систем обеспечения готовности ракет-носителей и космических аппаратов к запуску (основы теории). — М.: Воениздат, 1995. — 368 с.
10. **Marshall S.** Schemas in Problem Solving. — Cambridge University, 2007. — 438 p.
11. **Minas M.** Visual specification of visual editors with Visual DiaGen // Applications of Graph Transformation with Industrial Relevance. Springer, 2004. P. 473–478.
12. **Chein M., Mugnier M.-L.** Graph-based Knowledge Representation: Computational Foundations of Conceptual Graphs. — Springer, Oct. 8, 2008. — 430 p.
13. **Michalewicz Z., Schmidt M., Michalewicz M., Chiriac C.** Adaptive Business Intelligence. — Springer, Nov. 29, 2006. — 246 p.
14. **Данилевич А., Рогозин Д., Рогозин О.** Война и мир в терминах и определениях. — М.: ПоРог, 2004. — 624 с.
15. **Kuklys W.** Amartya Sen's Capability Approach: Theoretical Insights and Empirical Applications. — Berlin: Springer, 2005. — 116 p.
16. **Treverton G.** Measuring national power. — Santa Monica, CA: RAND Corp., 2005. — 32 p.
17. **Suofeng H.** New Theory on CNP: CNP of China. — Beijing: Social Sciences Press, 1999. — 243 p.
18. **Podesta J.** The Power of Progress: How America's Progressives Can (Once Again) Save Our Economy, Our Climate, and Our Country. — N. Y.: Crown, 2008. — 256 p.
19. **Teece D. J.** Dynamic Capabilities and Strategic Management: Organizing for Innovation and Growth. — Oxford University Press, 2009. — 272 p.
20. **Иоффе А. Я., Морозов Л. М., Петухов Г. Б., Юсупов Р. М.** Актуальные проблемы теории эффективности / ВИКА им. А. Ф. Можайского. — Л., 1977. — 37 с.