

УДК 004.82

В. М. ПОПОВ*Национальный университет гражданской защиты Украины, Украина***МЕХАНИЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММАМИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Проведен анализ влияния турбулентности окружения программы развития систем техногенной безопасности на ход выполнения программы, что вызывает необходимость обеспечения свойства адаптивности управления. Представлены особенности реализации адаптивного управления программами развития систем техногенной безопасности в контексте поддержки заданного уровня сопротивляемости региона угрозам техногенного характера. Предложена инфологическая модель информационно-аналитической системы реализации механизма адаптивного управления в виде смешанной имитационно-оптимизационной модели в соответствии с этапами программы развития.

Ключевые слова: адаптивное управление программами развития, турбулентность окружения программы, инфологическая модель, методология проектного управления, планирование ресурсов.

Введение

Процессы и операции управления программами развития сложных организационно-технических систем состоят в планировании, определении источников и объемов необходимых ресурсов, регулировании, периодическом контроле хода выполнения программы. Реализация каждой из этих функций подразумевает наличие целей, критериев качества управления, а также инструментальных средств анализа эффективности управления.

Согласно [1], программа – это совокупность взаимосвязанных проектов, направленных на достижение общей цели в условиях общих ограничений. Опираясь в этом контексте на закон инициации проекта С.Д. Бушуева [2] отметим, что результат программы не является детерминированным, так как зависит от турбулентного окружения и команды программы, вносящих неопределенность в процесс управления. Особую актуальность учет неопределенности и вызовов внешней и внутренней среды программы приобретает для таких масштабных и длительных программ как государственные целевые программы развития региональных систем гражданской защиты, как основной компоненты Государственной службы по чрезвычайным ситуациям (ГСЧС), в частности, территориальных систем техногенной безопасности (ТСТБ).

Анализ структуры, состава и свойств ТСТБ, а также особенностей ее функционирования как открытой организационно-технической системы показывает, что при формировании миссии и целей программы и далее при осуществлении совокупности взаимосвязанных мероприятий по ее реализации важнейшим ограничением выступает объективная необходимость проведения повседневной операци-

онной деятельности и деятельности в условиях возможной чрезвычайной ситуации.

Другими словами, выполнение программы развития ТСТБ обеспечивает эволюцию ТСТБ на основе накопленных знаний, компетенций, человеческих, информационных, материальных и других видов ресурсов.

Анализ существующих публикаций в рамках выделенной проблемной области позволил сделать следующие выводы. В контексте управления программами развития ТСТБ перспективной представляется имплементация концепции Кайдзен [3], идея которой состоит в обеспечении поступательного совершенствования организации и в проектном менеджменте реализуется как методология проектного управления P2M [4].

Вопросы построения жизнеспособных моделей предприятий в рамках программного и метапрограммного управления, например, антикризисная модель жизненного цикла быстроразвивающихся предприятий, рассматривались в исследованиях [5-6]. Некоторые аспекты создания целевых программ развития региональных систем гражданской защиты изучались в работах [7-11]. В статье [7] рассмотрена трехэтапная технология анализа устойчивости инженерной инфраструктуры города при наличии различных видов случайных отказов. В работе [9] исследовалась проблема профилирования миссии целевой государственной программы как основы эффективного развития системы гражданской защиты.

Турбулентность условий взаимодействия заинтересованных сторон программы, высокий уровень трансформационности внешней среды на фоне устойчивой деградации основных фондов потенциально опасных объектов (ПОО) производственной сис-

темы промышленных регионов, многофакторность требований к качеству оперативной деятельности, в том числе, социальная значимость стабильного функционирования ТСТБ – эти и другие факторы обуславливают необходимость разработки конструктивных инструментальных средств адаптивного управления программой развития ТСТБ с целью повышения ее эффективности.

1. Постановка задачи

Цель статьи – построение комплекса взаимосвязанных моделей, реализующих концепцию адаптивного управления программами развития ТСТБ.

Миссией программы развития ТСТБ является улучшение характеристик (параметров) региональной системы техногенной безопасности для повышения эффективности функционирования системы. Являясь частью социально-экономической системы региона, ТСТБ, как продукт программы развития, в значительной степени определяет уровень сопротивляемости региона угрозам техногенного характера. Поэтому задачу формализации критериев качества функционирования ТСТБ необходимо рассматривать в контексте повышения уровня развития региона в целом.

Следуя [10], рассмотрим понятие абсолютной эффективности функционирования ТСТБ как степени соответствия параметров ТСТБ потребностям региональной социально-экономической системы:

$$\mathfrak{Z}(\mathfrak{R}(t), P(s, t), \varpi(t), Z(s), s, t). \quad (1)$$

Функционал (1) представляет собой динамическую векторную оценку эффективности ТСТБ, где $\mathfrak{R}(t) = \{\mathfrak{R}_1(t), \mathfrak{R}_2(t), \dots, \mathfrak{R}_M(t)\}$ – характеристики множества ПОО, размещенных на территории региона, $s = (s_1, s_2, \dots, s_k)$ – некоторый вариант состава ТСТБ, $P(s, t)$ – множество функциональных свойств ТСТБ, $\varpi(t)$ – природно-географические и экономические особенности региона, $Z(s)$ – матрица эффективности элементов s_i , t – время. Далее будем считать обозначения \mathfrak{Z} , $\mathfrak{Z}(t)$ и $\mathfrak{Z}(\mathfrak{R}(t), P(s, t), \varpi(t), Z(s), s, t)$ эквивалентными.

Отметим при этом, что идеология построения программы развития предполагает наличие некоторого состояния s_0 (модель «AS-IS») ТСТБ в момент t_0 возникновения замысла программы.

Сформулируем следующую оптимизационную задачу определения структуры и состава ТСТБ, которым соответствует оптимальное значение критерия эффективности функционирования системы:

$$(s^*, t^*) = \arg \max_{s \in D} \mathfrak{Z}(\mathfrak{R}(t), P(s, t), \varpi(s), Z(s), s, t), \quad (2)$$

где D – множество допустимых вариантов состава ТСТБ, определяемое ресурсными и другими ограничениями задачи.

Определим множество ресурсов, необходимых для выполнения программы, через $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n, \dots, R_N\}$. Тогда множество D формируется на основании информации об имеющемся ресурсном обеспечении R [11], в общем случае, строго ограниченного количества.

Компоненты вектора s могут принимать целочисленные значения, быть бинарными или непрерывными переменными. При этом включение в систему некоторого элемента s_i влечет использование множества $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}, \dots, r_{iN}), r_{in} \in R_n$.

Следовательно, оптимизационная задача (2) поставлена как прямая задача максимизации функционала качества системы, и ее решение укладывается в рамки «модели производительности» – политики деятельности проектно-ориентированной организации, ориентирующей организацию на достижение поставленных перед ней целей. Тем не менее, на определенных этапах выполнения программы актуальна «политика сдерживания расходов», соответствующая двойственной оптимизационной задаче вида (2):

$$(s^{\wedge}, t^{\wedge}) = \arg \min_{s \in W} R(s, t), \quad (3)$$

где множество допустимых решений W формируется на основании желаемых или нормативных требований к эффективности системы в целом с учетом векторных функций эффективности $\zeta_i(s_i)$ элементов системы, представляющих собой столбцы матрицы Z .

Таким образом, решение задач вида (2), (3) позволяет определить параметры продукта программы развития ТСТБ (модель «ТО-ВЕ»).

2. Реализация концепции адаптивного управления программой

Принимая во внимание стратегический характер миссии и целей программы (тактические задачи развития ТСТБ решаются в ходе несения службы в повседневном режиме), рассмотрим особенности влияния характеристик турбулентности окружения программы развития.

Окружение программы составляет как собственно внешняя среда программы развития (социально-экономическая система более высокого уровня иерархии), так и подсистемы региональной социально-экономической системы.

Выделим здесь два момента.

1. Содержательный (присущий самому окружению). Окружение программы развития представляет собой диссипативную структуру, турбулент-

ность которой выражается в невозможности воспроизведения своего поведения на больших интервалах времени при сколь угодно точном задании начальных и граничных условий.

Таким образом, при моделировании поведения системы необходимо учитывать нерегулярность поступления и отклонение от заданных параметров материальных, финансовых и информационных потоков, риск острой нехватки или избытка ресурсов, хаотичность давления внешней институциональной среды, изменение политических, правовых, экологических, социальных и других ограничений, динамику параметров финансовой системы, поведение регулятора.

2. Описательный. Состоит в недостаточности инструментальных средств формального описания (как структурного, так и параметрического) множества экзогенных параметров программы развития ТСТБ, в связи с чем возникает необходимость обработки слабоформализованных данных.

Предположим, на этапе профилирования миссии программы удалось построить оптимальную (для текущих условий функционирования и для прогнозных сценариев развития внешней среды) конфигурацию системы ТСТБ и определить все необходимые составляющие успешного выполнения программы (команда программы, ресурсное обеспечение, календарный план и т.д.).

Однако в результате турбулентности внешней среды за время выполнения программы условия функционирования системы, формируемые внешней средой, и выражаемые формально в виде экзогенных параметров модели (1), могут измениться так, что поставленные цели ($\mathfrak{Z}^{\text{ТСТБ}}$) и соответственно, параметры системы окажутся вне области допустимых решений (рис. 1). В частности, это может произойти из-за влияния инфляционных процессов.

Штриховая линия на рис. 1 – отображение прогнозной эффективности ТСТБ, штрих-пунктирными линиями показан проектный коридор динамики поступления ресурсов, область, выделенная более темным цветом, один из возможных сценариев динамики поступления ресурсного обеспечения.

Отметим при этом, что в течение времени выполнения программы может измениться сущность (параметры и/или структура) обобщенного критерия эффективности функционирования системы техногенной безопасности. Например, изменение структуры множества ПОО, размещенных на территории региона означает необходимость настройки миссии и целей программы и соответствующих изменений в управлении программой развития.

Турбулентность окружения программы является одним из факторов неопределенности в проектном управлении организационно-техническими сис-

темами наряду с эмерджентностью систем проектного управления и наличием в контуре управления исполнителей, принимающих решения в силу своего опыта, знаний и предыдущего опыта [8], что вызывает необходимость использования качественной (неформализованной) информации.

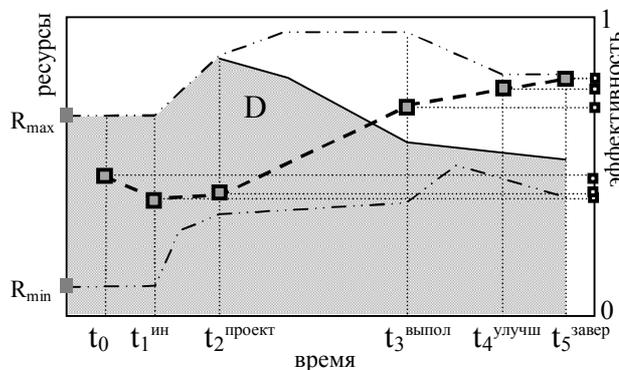


Рис. 1. Фактор турбулентности внешней среды: R_{\min} – минимальный удельный объем ресурсов, R_{\max} – минимальный удельный объем ресурсов

Поэтому эффективность управления программами развития ТСТБ во многом зависит от скорости и точности реакции на возмущения внешней и внутренней среды программы.

Принимая во внимание проведенный выше анализ, в системе управления программой развития ТСТБ необходимо предусмотреть адаптивную составляющую управления, а также механизмы ее реализации. При этом адаптивный характер управления, в отличие от управления, подразумевающего контроль по жестко построенному следящему принципу, означает перестройку самих механизмов управления, в смысле как структурной, так и параметрической идентификации.

Многомерность, многовариантность, многокритериальность задачи повышения эффективности управления программами развития ТСТБ как сложной организационно-технической системы обуславливает необходимость разработки соответствующей инструментальной (программной) среды поддержки принятия управленческого решения, включающей реализацию адаптивного механизма управления.

Инфологическая модель аналитического блока программной среды поддержки управляющего решения, соотношенная к некоторому моменту времени $t_{\text{curr}} \in \{t_0, t_1, \dots, t_5\}$, где $t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$ – моменты формирования миссии, завершения инвестиционной, проектной фазы, фазы выполнения программы, фазы улучшения и завершения программы соответственно программы, представлена на рис. 2.

В данной работе свойство адаптивности управления реализуется в виде симбиоза двух типов математических моделей: имитационной модели производственной системы региона, предполагающей

участие ЛПР на этапе формализации исходных данных (например, списка наиболее опасных факторов влияния возможной техногенной ЧС на социально-экономическую региональную систему) и оптимизационной динамической модели определения состава и структуры ТСТБ (сравнительной статистики или динамической модели), объединенных на основе многоэтапной модели распределения ресурсного обеспечения программы.

Выходными параметрами имитационной модели, позволяющей осуществить построение множества сценариев развития возможной техногенной ЧС, являются: распределение $p_i(l_i^{hb_i})$ случайных величин l_i^h ущерба (влияния на природную среду и население региона опасных факторов $U = \{u_i\}$, $i = \overline{1, I}$), возможной техногенной аварии, которые в общем случае принимают множество значений $L_i^h = \{l_i^{hb_i}\}$, $b_i = \overline{1, B_i}$, а также оценка Λ_i^h усредненного ущерба. При этом характеристики $p_i(l_i^{hb_i})$ $l_i^h \in L_i^h$, Λ_i^h являются входными параметрами для оптимизационной модели состава и структуры ТСТБ.

На рис. 2 укрупненно показаны две итерации процесса реализации программы развития в виде спирали развития. Здесь под результатом програм-

мы (РП) понимается целенаправленное преобразование объекта программы из существующего состояния в желаемое при достижении текущей цели (цели текущего этапа) программы.

Для каждого этапа выполнения программы рассматриваются прогнозные объемы ресурсного обеспечения $R^n(t_{curr})$, уточняемые от этапа к этапу благодаря оценке действительно поступивших величин ресурсов $R^z(t_{curr})$, что оказывает влияние на трансформацию спирали развития. Пунктирная и сплошная спирали на рис. 2 отражают возможную эволюцию прогнозных (РП^п) и действительных (РП^з) результатов этапов программы развития в контексте обеспечения абсолютной эффективности функционирования ТСТБ.

Величины $\Delta_{curr} = РП^z(t_{curr}) - РП^п(t_{curr})$, $curr = \overline{1, 5}$, пополняют блок исходных данных, подлежат дальнейшей идентификации и используются при построении имитационной и оптимизационных моделей в качестве экзогенных переменных.

Заключение

Процесс формирования и реализации программы развития ТСТБ проходит в условиях турбулентности окружения программы, изменяющего, в конечном счете, как цели функционирования ТСТБ, так и характеристики доступных ресурсов. Механизм адаптации управления к динамическим усло-

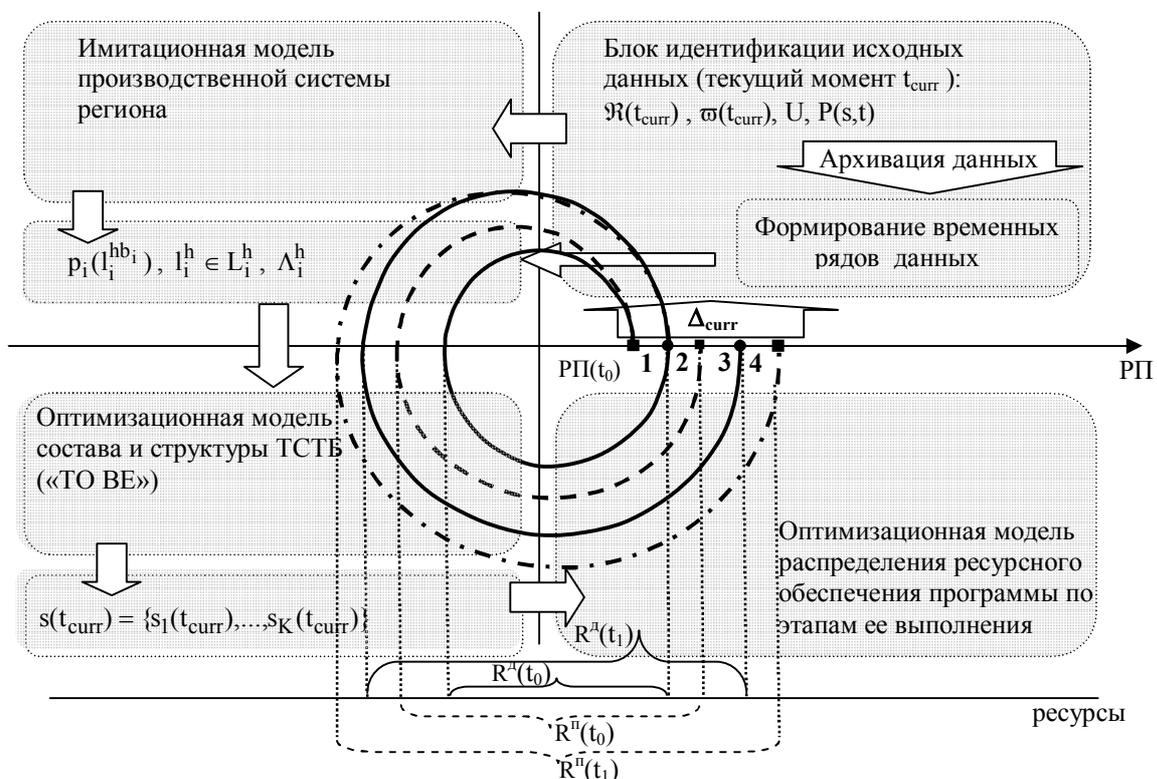


Рис. 2. Инфологическая модель аналитического блока среды поддержки управляющего решения:
 1: РП^п($t_1^{ин}$); 2: РП^п($t_1^{ин}$); 3: РП^п($t_2^{проект}$); 4: РП^п($t_2^{проект}$)

виям функціонування програми сформован в виде комплексу взаємозв'язаних (через генерацію экзогенних параметрів и учет динаміки поступлення ресурсного забезпечення) імітаційної и оптимізаційних математических моделей.

Література

1. ГОСТ 54870–2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению программой [Текст]. – Введ. 2012-01-01. – М. : Стандартинформ, 2011. – 12 с.

2. Вайсман, В. А. Теория проектно-ориентированного управления: обоснование закона Бушуева С. Д. [Текст] / В. А. Вайсман, В. Д. Гогунський, С. В. Руденко // Наук. записки Міжнар. гуманітарного ун-ту. – 2009. – № 3. – С. 9–13.

3. Tanaka, T. Kaizen budgeting: Toyota's cost-control system under TQC [Text] / T. Tanaka // Journal of Cost Management. – 1994. – № 4. – P. 56-62.

4. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Fifth Edition [Text]. – USA: Project Management Institute, 2013. – 189 p.

5. Бушуева, Н. С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития [Текст] : монография / Н. С. Бушуева. – К. : Наук. світ, 2007. – 199 с.

6. Бушуев, С. Д. Управление проектами развития от видения к реальности [Текст] / С. Д. Бушуев

// Управління проектами у розвитку суспільства : тези доп. II міжнар. конф. 2-5 травня 2005 р. – Київ, 2005. – С. 15–18.

7. Ouyang, M. A three-stage resilience analysis framework for urban infrastructure systems [Text] / M. Ouyang, P. Duecas-Osorio, X. Min // Structural Safety. – 2012. – № 36. – P. 23-31.

8. Попов, В. М. Концепция адаптивного управления программами развития систем техногенной безопасности региона [Текст] / В. М. Попов, И. А. Чуб, М. В. Новожилова // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 21. – С. 156-162.

9. Сидорчук, О. В. Системні засади визначення місії державних цільових програм [Текст] / О. В. Сидорчук, В. В. Босак, О. О. Сидорчук // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – 2012. – Вип. 8. – С. 175-177.

10. Попов, В. М. Показатели эффективности региональной системы техногенной безопасности [Текст] / В. М. Попов, И. А. Чуб, М. В. Новожилова // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2014. – № 2 (20). – С. 32-41.

11. Чуб, И. А. Постановка и решение оптимизационной динамической задачи управления ограниченными ресурсами проекта [Текст] / И. А. Чуб, А. С. Иванюков, М. В. Новожилова // Проблемы машиностроения. – 2010. – Т 4, № 2. – С. 79-85.

Поступила в редакцію 23.06.2015, рассмотрена на редколлегии 11.09.2015

МЕХАНІЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМАМИ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

В. М. Попов

Проведено аналіз впливу турбулентності оточення програми розвитку систем техногенної безпеки на хід виконання програми, що викликає необхідність забезпечення властивості адаптивності управління. Представлено особливості адаптивного управління програмами розвитку систем техногенної безпеки в контексті підтримки заданого рівня опору регіону загрозам техногенного характеру. Запропоновано інфологічну модель інформаційно-аналітичної системи реалізації механізму адаптивного управління на основі змішаної імітаційно-оптимізаційної моделі відповідно до етапів програми розвитку.

Ключові слова: адаптивне управління програмами розвитку, турбулентність оточення програми, інфологічна модель, методологія проектного управління, планування ресурсів програми.

PROGRAM ADAPTIVE MANAGEMENT IN DEVELOPMENT OF TERRITORIAL TECHNOLOGICAL SAFETY SYSTEMS

V. M. Popov

The analysis of influence turbulence of the environment programme for the development technological security systems on the progress of the programme, which raised the need to ensure the properties of adaptive management has been performed. The peculiarities of implementation of adaptive management programs providing the development of technological security systems in the context of support given the level of resilience of the region's man-made threats in nature have been presented. The infological model of information-analytical system realizing adaptive control mechanism in the form of a mixed simulation-optimization model in accordance with the stages of program development has been discovered.

Keywords: adaptive management development programs, the turbulence surrounding the program, infological model, methodology of project management, resource planning.

Попов Вадим Михайлович – канд. техн. наук, доцент, проректор, Национальный университет гражданской защиты Украины, Украина.