

2. *Ходаков В. Е.* Высшее образование в Украине: взгляд со стороны и изнутри / 2-е изд. — Херсон : ХНТУ, 2006. — 338 с.

3. *Новиков Д. А.* Модели и механизмы управления развитием региональных образовательных систем (концептуальные положения). — М. : ИПУ РАН, 2001. — 83 с.

4. *Клименюк М. М., Кочарян І. С.* Стратегія управління вищим навчальним закладом в сучасних умовах. — К. : Освіта України, 2011. — 192 с.

Стаття надійшла до редакції 07.05.2014 р.

УДК 004.942

**Соложенцев Е. Д.,
Карасев В. В.**

ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ В СТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

Никакую проблему нельзя решить
на том же уровне, на котором она возникла.

Альберт Эйнштейн

АННОТАЦИЯ. Изложены положения нового фундаментального научного и прикладного направления исследований «Технологии управления риском в структурно-сложных системах» для анализа и управления социально-экономическими системами. Определены требования к разрабатываемым моделям для управления риском в структурно-сложных системах. Описаны компоненты технологий управления риском. Рассмотрена динамичность ЛВ-моделей риска. Введены новые типы событий и ЛВ-моделей риска. Приведены методики технологий управления риском: ЛВ-анализ риска, оперативное и стратегическое ЛВ-управление риском системы, синтез и анализа вероятностей инициирующих событий в ЛВ-моделях риска. Сформулированы положения по научной новизне научного направления и названы приложения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: технологии, управление, риск, структурно-сложные системы, экономика, события, логика, вероятность, модель, оценка, анализ, синтез.

АНОТАЦІЯ. Викладені положення нового фундаментального, наукового і прикладного напрямку досліджень «Технології управління ризиком в структурно-складних системах» для аналізу і управління соціально-економічними системами, визначені вимогами до розроблених моделей для управління ризиком в структурно-складних системах. Описані компоненти технологій управління ризиком. Розглянута динамічність Л.В. моделей ризику. Введені нові типи подій і Л.В. моделей ризику. Приведені методики технологій управління ризиком: Л.В. аналіз ризику оперативне і стратегічне Л.В. управління ризиком систем, синтез аналіз ймовірностей ініціюючих Л.В. моделей ризику. Сформульовані положення по науковій новизні наукового напрямку та його додатки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: технології, управління, ризик, структурно-складні системи, економіка подій, логіка, ймовірність, модель, оцінка, аналіз, синтез.

ABSTRACT. This paper contains main theses of the new fundamental scientific and applied research «Risk Management Technology in Structural Complex Systems». Requirements to models and techniques for the risk management in structural complex systems are formulated. Components of risk management technologies are described. The dynamics of logical and probabilistic (LP) risk models are considered. We are entering new kinds of events and LP risk models. Following techniques of risk management technologies are stated: LP risk analysis, operational and strategic LP risk management, synthesis and analysis of initiating events probabilities in LP risk models. In conclusion, theses about scientific novelty and practical applications of the results are stated.

KEY WORDS: technology, management, risk, structural complex system, economics, events, logic, probability, model, estimation, analysis, synthesis.

Введение. Лаборатория интегрированных систем автоматизированного проектирования (ИСАПР) Института проблем машиноведения (ИПМаш) Российской Академии Наук (РАН) в течение более 10 лет проводит фундаментальные и прикладные исследования по научному направлению «Технологии управления риском в структурно-сложных экономических, социальных и технических системах и процессах» (ТУР ССС). Результаты отдельных исследований опубликованы в российских и иностранных журналах и используются при обучении студентов экономического и инженерного факультетов Санкт-Петербургского государственного университета аэро-космического приборостроения (ГУАП).

Вначале создавались логико-вероятностные (ЛВ) модели риска для отдельных приложений в технике и экономике и, наконец, пришло понимание, что нужны технологии для управления риском в структурно-сложных экономических и социальных системах.

Актуальность работы и ее научная и практическая значимость определяются тем, что для устойчивого развития России необходимы адекватные на единой методической основе модели для управления безопасностью и риском как в военных, технических, экологических и информационных системах, так и в социально-экономических системах: управление безопасностью и риском состояния и развития социально-экономических систем и государства, противодействие взяткам и коррупции, противодействие наркотизации населения страны, управления кредитными и операционными рисками банков и др.

Требования к разрабатываемым моделям и методикам. На разработку моделей, методик и технологий управления риском в социальных, экономических и технических системах и процессах оказали влияние известные ученые:

Н. Винер и Дж. Нейман, считавшие, что методы для управления экономическими и социальными системами должны опираться на комбинаторику, логику и множества [1, 2];

Р. Калман, писавший, что проблема «данные \rightarrow модель, объясняющая данные» должна рассматриваться как основная для любой отрасли науки [3]; И. А. Рябинин, предложивший ЛВ-исчисление для анализа риска в системах [4]; лауреат Нобелевской премии Джеймс Бьюкенен, исследовавший модель устойчивого развития государства на основе принятия экономических и политических решений [5]; лауреат Нобелевской премии Джеймс Хекмен, создавший теорию анализа микроданных, неоднородностей и оценки политики по статистике социально-экономических процессов [6].

Компоненты технологий управления риском. Технологии управления риском в структурно-сложных системах — это набор ЛВ-моделей, методик, процедур, специальных Software и примеров оценки и анализа риска. Они являются также информационными интеллектуальными и инновационными [7, 8]. Системы и процессы рассматриваются как структурно-сложные со случайными событиями. Введены события появления и неуспеха состояний системы, события для параметров и их градаций, неважные события. В ТУР ССС риск и эффективность рассматривают как единое целое.

Компонентами ТУР ССС являются:

- ЛВ-исчисление,
- классы ЛВ-моделей риска,
- процедуры для классов ЛВ-моделей,
- методика оценки вероятностей событий в ЛВ-моделях риска,
- специальные программные средства для классов и процедур,
- примеры приложений,
- учебный курс.

ЛВ-исчисление использует расширенное определение события и рассматривает 10 типов новых событий и 4 типа новых ЛВ-моделей риска.

Классы ЛВ-моделей риска:

- ЛВ-моделирование,
- ЛВ-классификация,
- ЛВ-эффективность,
- ЛВ-прогнозирование,
- Гибридные ЛВ-модели риска.

Процедуры для классов ЛВ-моделей риска:

- построение Л-моделей риска,

- идентификация ЛВ-моделей риска по статистическим данным,
- ЛВ-анализ риска по вкладам иницирующих событий,
- ЛВ-управление риском,
- ЛВ-прогнозирование риска во времени и пространстве состояний,

- синтез вероятностей событий в ЛВ-моделях.

Специальные программные средства для классов ЛВ-моделей риска: для структурно-логического моделирования, принятия решений по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации и др.

Примеры описывают более 20 приложений в экономике и технике.

Учебный курс по дисциплине «Технологии управления риском в структурно-сложных системах» рассчитан на два семестра и содержит 10 лаб. работ на ПК.

Динамичность ЛВ-моделей риска. Динамичность ЛВ-моделей риска обеспечивается коррекцией вероятностей иницирующих событий по статистическим данным и экспертной информации по мере изменения или появления новых событий в экономике, политике, праве, законах и инновациях. Вероятности иницирующих событий изменяются в следующих случаях:

- в технических системах с течением времени из-за износа, коррозии, старения, ремонта, замены комплектующих, обучения персонала и т. д.;
- в экономических и социальных системах по мере появления новых событий в экономике, политике, праве, законах и инновациях;
- при систематическом переобучении ЛВ-модели по данным мониторинга.

ЛВ-модели риска можно строить как динамические, вводя время как параметр-дату, например, получения кредита и градации этого параметра; экономические показатели часто приводят по дням и месяцам, например товарооборот в ресторане.

Новые типы событий и моделей. В ЛВ-исчисление введены следующие новые события и модели риска:

- невалидные события (отклонение параметров от задания, стандартов и др.);
- сигнальные события в экономике (изменение курса валют, величины налога и др.), в политике (выборы президента, вступление в ЕС и др.), в праве (свободы передвижения, владения собственностью и др.), в законах (о воинской обязанности, о платной медицине и др.), в инновациях (появление нового типа оборудования, сервиса и др.). Сигнальные события указывают на необходимость коррекции вероятностей тех иницирующих событий в модели социально-экономической системы, которые от них зависят;

- события успешности решения проблемы государством, бизнесом, банками, учеными и общественным мнением;
- гибридные ЛВ-модели (на основе сценария риска для субъектов, участвующих в решении проблемы, и сценария риска для объектов-задач, составляющих суть проблемы);
- ассоциативные ЛВ-модели (сценарий риска составляется на основе здравого смысла и реального функционирования);
- невалидные ЛВ-модели (сценарий риска составляется по невалидным событиям);
- концептуальные ЛВ-модели (сценарий риска составляется на основе описаний специалистов, понимающих суть проблемы);
- индикативные ЛВ-модели риска (составляются на основе показателей, для которых может быть вычислена вероятность их появления).

Гибридные ЛВ-модели риска. Рассмотрим гибридную ЛВ-модель риска для решения трудной проблемы, например противодействию наркотизации населения страны (рис. 1).

Следующие субъекты участвуют в решении проблемы: S_1 — Президент, S_2 — Правительство, S_3 — Государственная дума, S_4 — СФ; S_5 — Прокуратура, S_6 — Федеральная служба по контролю за оборотом наркотиков, S_7 — Федеральная таможенная служба, S_8 — Федеральная служба безопасности; S_9 — Органы здравоохранения и социального развития, S_{10} — Ученые, S_{11} — Общественное мнение.

Объектами-задачами (tasks) являются компоненты T_{nar} : TN_1 — система мониторинга наркоситуации в регионе, TN_2 — ЛВ-модели риска неуспеха решения проблемы наркотизации, TN_3 — методика сравнения регионов по наркомании, TN_4 — ЛВ-модель риска концептуального развития наркотизации региона, TN_5 — ЛВ-модель риска наркотизации региона по индикативным показателям, TN_6 — методики ЛВ-анализа и управления риском.

Объектами-задачами сценария риска неуспеха противодействию наркомании с учетом коррупции являются: ZK_1 — создание системы мониторинга коррупции в субъектах; ZK_2 — противодействие взяткам и коррупции в учреждении; ZK_3 — противодействие мошенничеству и воровству чиновников; ZK_4 — противодействие взяткам при обслуживании.

Названные субъекты и задачи-объекты рассматриваются как события и соответствующие Л-переменные, то есть в одной ЛВ-модели логически объединены события, связанные с субъектами, и события, связанные с объектами. Просто записать выражения для Л- и В-моделей риска неуспеха решения проблемы наркотизации населения региона.

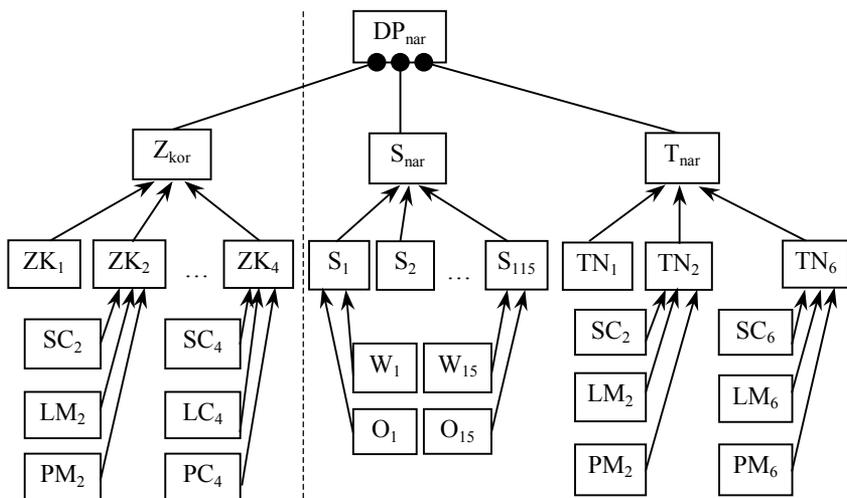


Рис. 1. Структурная модель риска неуспеха решения проблемы наркомании

Процедуры ЛВ-моделей риска. Не касаясь построения классов ЛВ-моделей риска, которые подробно изложены в работах [7, 8], рассмотрим некоторые характерные процедуры технологий управления риском.

1. Количественный ЛВ-анализ риска

Количественный ЛВ-анализ риска в системе выполняется алгоритмически вычислениями на компьютере и отличается простотой и прозрачностью.

В классе ЛВ-эффективность рассматривают статистические данные из множества состояний системы, например, ежедневные доходности акций Z_1, Z_2, \dots, Z_n , входящих в портфель ценных бумаг, по данным бирж. Рассматривают события появления состояний. Статистическую табличную базу данных переводят в табличную базу знаний введением событий-градаций для доходности акций и портфеля. Параметр эффективности (доходность портфеля) Y вычисляют в зависимости от доходности акций и долей капитала x_1, x_2, \dots, x_n , вложенных в акции, для каждого состояния портфеля.

Для параметра эффективности Y строят гистограмму распределения. Вероятности появления состояний Y_i вычисляют по частотам их появления.

Частотный анализ риска и эффективности заключается в количественной оценке вкладов градаций параметров Z_1, Z_2, \dots, Z_n , описы-

вающих состояние, в риск и эффективность в хвосте распределения параметра эффективности. Вычисляют частоты P_{2jr} событий-градаций для левого хвоста L , правого хвоста R и центра C . Например, для левого хвоста распределения параметра эффективности где N_{ad}, N_{jr} — число всех событий и число событий-градаций в хвосте.

Вычисление вкладов событий-градаций в левый хвост L , правый хвост R и центр C намного проще и эффективнее, чем использование аппарата функций «копул», для которых выбирают аналитические распределения.

В классах ЛВ-моделирование и ЛВ-классификация количественный анализ риска системы выполняют по значимостям и вкладам иницирующих событий (ИС) в вероятность итогового и производных события.

Структурная значимость учитывает количество разных путей с i -событием, ведущих к итоговому событию; определяют по В-функции риска:

$$\Delta P_i = P_y |_{P_i=1} - P_y |_{P_i=0}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где P_y — вероятность итогового события, P_i — вероятность ИС, а значения вероятностей остальных иницирующих событий $P_1 = P_2 = \dots = P_n = 0,5$.

Вероятностная значимость i -события учитывает его место в структуре и вероятность. Вероятностную значимость и вклады вычисляют при реальных значениях вероятностей иницирующих событий. Вклады событий на минус и плюс в вероятность итогового события определяют, придавая вероятности значения 0 и 1 в В-функции риска:

Значимость i -события:

$$\Delta P_i = P_y |_{P_i=1} - P_y |_{P_i=0}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

Вклад на минус i -события:

$$\Delta P_i^- = P_y |_{P_i} - P_y |_{P_i=0}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

Вклад на плюс i -события:

$$\Delta P_i^+ = P_y |_{P_i} - P_y |_{P_i=1}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

2. Оперативное и стратегическое ЛВ-управление риском

Оперативное и стратегическое ЛВ-управление риском системы выполняется с использованием ЛВ-моделей риска и вычислений на компьютере.

Оперативное ЛВ-управление вероятностью успеха *состояния системы* осуществляют по результатам количественного ЛВ-

анализа значимостей и вкладов ИС в риск (вероятность) итогового события. Далее принимают решение о необходимости изменения вероятностей наиболее значимых ИС и выделяют ресурсы на изменение субъективных вероятностей этих ИС, включая повышение квалификации персонала.

Стратегическое управление вероятностью успешного *развития системы* осуществляют по схеме управления сложным объектом. Оно состоит в управлении движением по программной траектории и коррекцией при отклонении от нее (рис. 2). Здесь: P_{yj} — вероятность успешного развития России, U_j — управляющие воздействия, W_j — корректирующие воздействия, $j = 1, 2, \dots, N$ — этапы. Систему переводят из начального состояния A в конечное B по выбранной траектории $A - B$ за несколько этапов. Программа стратегического развития предусматривает возможные неприятности и ресурсы на коррекции. В программе вычисляют значения параметров P_j, U_j, W_j на этапах развития N .

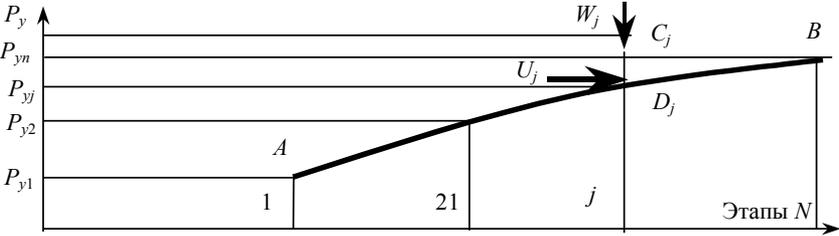


Рис. 2. Схема управления развитием системы

Л-модель риска неуспеха развития системы в сумме по всем этапам:

$$\bar{Y} = \bar{Y}_1 \vee \bar{Y}_2 \vee \dots \vee \bar{Y}_n, \tag{5}$$

где $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_n$ – логические функции неуспеха (риска) развития системы на этапах.

По Л-модели риска неуспеха записывают В-модель риска неуспеха развития всей системы:

$$R\{Y = 0\} = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_1)(1 - R_2) + \dots, \tag{6}$$

где R_1, R_2, \dots, R_n — риски (вероятности) неуспеха событий $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_n$.

3. Синтез и анализ вероятностей инициирующих событий ЛВ-моделей риска

Моделирование развития системы эквивалентно прогнозированию в условиях неопределенности. Поэтому в технологии ЛВ-управления риском состояния и развития социально-экономических систем, когда нет других данных, оценивают вероятности событий по нечисловой неточной и неполной (ННН) экспертной информации.

Синтез субъективной вероятности ИС выполняют на основе метода сводных показателей по ННН-информации [9]. Эксперт не может дать точную оценку вероятности одного события. Он сделает это точнее и объективнее, если будет оценивать 2—4 альтернативные гипотезы и учитывать их весомости (эксперта «раскачивают»).

Формулируют гипотезы A_1, A_2, \dots, A_n . Весовые коэффициенты гипотез w_1, w_2, \dots, w_n отсчитывают дискретно с шагом $h = 1/n$, где n — число градаций весомости гипотез (например $n = 50$). То есть весомости принимают значения из множества

$$\{0, 1/n, 2/n, \dots, (n-1)/n, 1\}. \quad (7)$$

Множество $W(m, n)$ всех возможных векторов весовых коэффициентов равно:

$$W(m, n) = N_1 N_2 \dots N_m, \quad (8)$$

где N_1, N_2, \dots, N_m — число градаций в весовых коэффициентах.

Экспертную информацию по весомостям задают в виде ordinalной порядковой информации и интервальной информации.

Ординальная порядковая экспертная информация:

$$OI = \{w_i > w_j, w_r = w_s; i, j, r, s \in \{1, \dots, m\}\}. \quad (9)$$

Интервальная экспертная информация:

$$II = \{a_i \leq w_i \leq b_i; i \in \{1, \dots, m\}\}. \quad (10)$$

Объединенную экспертную информацию называют нечисловой, неточной и неполной (ННН). Естественно, что выполняется также условие:

$$w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1. \quad (11)$$

Условия (9–11) выделяют область допустимых значений весовых коэффициентов w_1, w_2, \dots, w_n . В качестве числовых оценок весовых коэффициентов используют математические ожидания рандомизированных весовых коэффициентов, а точность этих оценок измеряют при помощи стандартных отклонений.

Вычисления повторяют для 2 и более экспертов. Составляют таблицу оценок весовых коэффициентов гипотез от всех экспертов. Вычисляют сводные оценки весовых коэффициентов w_1^* , w_2^* , ..., w_n^* гипотез A_1, A_2, \dots, A_n по данным таблицы и теперь уже весомостям самих экспертов, устанавливаемых супер-экспертом по изложенной выше методике. Выбирают гипотезу с наибольшей оценкой сводного весового коэффициента.

Анализ вероятностей ИС осуществляют по известному риску производного события P_y , в которое они входят. Это позволяет управлять риском, изменяя вероятности ИС путем вложения ресурсов. Задачу решают по схеме, близкой к схеме синтеза вероятности события.

Иницирующие события A_1, A_2, \dots, A_n имеют весовые коэффициенты w_1, w_2, \dots, w_n , которые отсчитывают дискретно с шагом $h = 1/n$, где n — число градаций весомости ИС.

НН-экспертная информация по весомостям ИС A_1, A_2, \dots, A_n , входящих в производное событие, задается в виде ординальной порядковой информации (9), интервальной информации (10) и условия (11). Условия типа (9—11) выделяют область допустимых значений весовых коэффициентов w_1, w_2, \dots, w_n . В качестве числовых оценок весовых коэффициентов используют математические ожидания рандомизированных весовых коэффициентов, а точность этих оценок измеряют при помощи стандартных отклонений.

Вычисления повторяют для 2 и более экспертов. Составляют таблицу оценок весовых коэффициентов ИС от всех экспертов. Вычисляют сводные оценки весовых коэффициентов w_1^* , w_2^* , ..., w_n^* событий A_1, A_2, \dots, A_n по данным таблицы и теперь уже весомостям самих экспертов, устанавливаемых супер-экспертом. Вероятности иницирующих событий равны:

$$P_1 = P_y w_1^*; P_2 = P_y w_2^*; \dots; P_m = P_y w_m^*. \quad (12)$$

Формулу (12) используют, если ИС связаны логической операцией *OR* и оценки вероятностей ИС меньше чем 0.02. В этом случае, результаты арифметического и логического сложения вероятностей ИС практически совпадает. Если оценки вероятностей ИС больше 0.02, то полученные вероятности ИС P_1, P_2, \dots, P_m следует скорректировать по формуле:

$$P_1 = K_1 P_1; P_2 = K_1 P_2; P_m = K_1 P_m; \quad (13)$$

где K_1 — коэффициент коррекции, равный отношению логической суммы вероятностей ИС к их арифметической сумме.

Распределение ресурсов на компоненты A_1, A_2, \dots, A_m системы выполняют, если известно значение ресурса Q_{res} для системы,

в которую они входят. Это позволяет управлять развитием системы. Распределение ресурса сведено к определению долей t_i , $i = 1, 2, \dots, n$ компонент A_1, A_2, \dots, A_m в объеме ресурса системы. Доли t_i , $i = 1, 2, \dots, m$ компонент A_1, A_2, \dots, A_m оценивают по схеме анализа вероятностей ИС. Ресурсы на компоненты равны:

$$Q_1 = t_1 Q_{res}; Q_2 = t_2 Q_{res}; \dots; Q_m = t_m Q_{res}. \quad (14)$$

Научная новизна ТУР ССС. Новизна научного направления и научного направления ТУР ССС заключается в следующем:

1. Обоснована фундаментальность и приоритетность научной проблемы управления социально-экономическими системами страны для уменьшения потерь и увеличения поступления средств от их функционирования.

2. Предложено новое научное направление использовать ЛВ-исчисление и ЛВ-модели для исследования и управления социально-экономическими системами страны, введены новые типы событий и моделей для построения ЛВ-моделей риска социально-экономических систем, разработано ряд ЛВ-моделей для управления социально-экономическими системами.

3. Обоснован выбор ЛВ-моделей для анализа и управления риском в структурно сложных социальных и экономических системах и процессах.

4. Показана прозрачность оценки и анализа риска и возможность разработки ЛВ-модели риска с любой логической сложностью связей событий.

5. Введены новые типы ЛВ-моделей риска — гибридные, невалидные, концептуальные, индикативные и др.

6. Введены новые типы событий — в экономике, политике, праве, законах, инновациях, успешности государства, бизнеса, банков, ученых, общественного мнения.

7. Показана возможность моделирования развития в целом и отдельных направлений — образование, информатизация общества и др.

8. Показано моделированием, что *без ученых и общественно-го мнения невозможно решить трудные социально-экономические проблемы России.*

9. Динамичность ЛВ-моделей риска обеспечивается коррекцией вероятностей по новой статистике и при появлении событий в экономике, политике, праве, законах и инновациях.

10. Предложена гибридная ЛВ-модель риска, включающая в себя сценарий риска для субъектов (государства, бизнеса, банков, ученых, общественного мнения), участвующих в решении проблемы, и сценарий риска для объектов-задач, составляющих суть проблемы.

11. Предложена концептуальная ЛВ-модель риска развития системы.

12. Предложена индикативная ЛВ-модель опасности системы.

13. Разработаны ЛВ-модели риска для управления социально-экономическими системами и государством по критериям риска и эффективности.

14. Предложены методики количественного ЛВ-анализа и оперативного и стратегического ЛВ-управления риском состояния и развития социальных и экономических систем.

15. Создано учебное пособие «Технологии управления риском в структурно-сложных системах».

Приложения. Технологии управления риском в структурно-сложных социальных, экономических и технических системах и процессах имеют практической неограниченную область применения. К настоящему времени разработаны более двух десятков приложений. Примеры также важны, как и теория. Опишем содержание, особенности технологий оценки и управления риском в ряде приложений:

1. *ЛВ-модели риска неуспеха решения трудных проблем.* Модели созданы для противодействия коррупции и взяткам и наркотизации населения региона, для оценки операционного риска банка. В них впервые соединены сценарии неуспеха субъектов (государства, бизнеса, банков, ученых и общественного мнения), принимающих участие в решении проблемы, и сценарии решения задач, составляющих суть проблемы.

2. *ЛВ-модель управления риском состояния и развития социально-экономической системы* на примере модели успешного развития России со сценариями повышение рождаемости и увеличение строительства жилья. Вероятности событий в экономике, политике, праве, законах и инновациях оценивались по ННН-экспертной информации.

3. *ЛВ-модель риска неуспеха менеджмента и функционирования компании.* Для ЗАО «Транзас» строились и исследовались ЛВ-модели риска неуспеха менеджмента по функциям, направлениям деятельности, целям и оценке качества функционирования.

4. *ЛВ-модель операционного риска (ОР) банка.* Построены ЛВ-модели риска для оценки ОР банка и резервирования по методам Базеля-2. Исследована ЛВ-модель риска банка с повторными событиями, которые имеются в модели ОР и других ЛВ-моделях риска банка. Использование ЛВ-модели ОР позволяет уменьшить резервирование банка под операционный риск с 15 до 8 %.

5. *ЛВ-модели кредитного риска.* Предложены методики идентификации ЛВ-модели по статистическим данным. Доказана невозможность создания идентичных по частоте событий-градаций

обучающей и тестирующей выборок для ЛВ-модели риска. Разработана технология мониторинга и управления процессом кредитования в банке. Использование предложенных ЛВ-моделей позволяет снизить процентную ставку за кредит вдвое.

6. *ЛВ-модель риска портфеля ценных бумаг.* Приведены методики построения Л- и В-моделей риска, выбора структуры портфеля, анализа риска доходности портфеля, оптимизация портфеля, оценки эффективности управления портфелем. Сделаны обобщения по применению полученных результатов для построения ЛВ-моделей эффективности предприятий и компаний.

7. *ЛВ-модели оценки качества систем и процессов по условиям ВТО.* Предложена технология построения ЛВ-моделей невалидности систем и процессов. Наличие сертификата качества повышает стоимость продуктов на мировом рынке на 20—30 %.

8. *ЛВ-модели риска для противодействия коррупции.* Рассмотрены и апробированы ЛВ-модели риска взяток и коррупции: в учреждении, чиновников по параметрам поведения, учреждения и чиновников по параметрам обслуживания, приведен пример оценки риска взяток в детском саду. ЛВ-модели позволяют существенно уменьшить потери страны от коррупции, которые по некоторым оценкам доходят до 50 % от стоимости валового продукта.

9. *ЛВ-модели риска для противодействия наркотизации региона.* Разработаны гибридная ЛВ-модель противодействию наркотизации с учетом и без учета коррупции, концептуальная ЛВ-модель риска развития наркотизации, индикативная ЛВ-модель риска наркоситуации региона с учетом латентности наркомании. Оценен риск опасности наркоситуации СПб. по данным мониторинга. ЛВ-модели позволяют снизить объем наркотиков, проникающих в страну, с 20 до 5 % от общего объема и значительно уменьшить потери средств.

10. *ЛВ-модель для анализа риска и эффективности ресторана.* Построена ЛВ-модель риска и эффективности ресторана. Выполнен частотный и ЛВ-анализ риска и эффективности ресторана. Предложенная Технология может быть распространена на другие объекты питания, магазины и склады, выполняющие ежедневный мониторинг товарооборота.

11. ЛВ-модели для управления системой инноваций страны.

12. Включены в Википедию статьи: ЛВ-исчисление; Технологии управления риском в сложных системах; Технологии управления риском на основе логико-вероятностных моделей; Синтез и анализ вероятностей событий в технологиях управления риском.

Ети приложения свидетельствуют о больших возможностях ТУР ССС для построения систем управления социально-экономическими системами любой логической сложности.

Литература

1. *Винер Н.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине / пер. с англ. — М. : Наука, 1983. — 328 с.
2. *Дж. Фон Нейман.* Вероятностная логика и синтез надежных организмов из ненадежных компонентов. // Сб. ст. под ред. К. Э. Шеннона и Дж. Маккарти ; пер. с англ. под ред. А. А. Ляпунова. — М. : ИЛ, 1956.
3. *Калман Р. Е.* Идентификация систем с шумами // Успехи математических наук. — 1985. — Т. 40. — Вып. 4 (244). — С. 27–41.
4. *Рябинин И. А.* Надежность и безопасность структурно-сложных систем / 2-е изд. — СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2007. — 276 с.
5. *Buchanan, James.* Liberty, Market and State. W heatsheaf, 1985.
6. *Heckman Jamis J, Leamer Edward.* Handbook of Econometrics. — 2002. — Vol. 5.
7. *Соложенцев Е. Д.* Технологии управления риском в структурно-сложных системах. — Уч. пособие. — СПб. : ГУАП, 2013 — 435 с.
8. *Solozhentsev E. D.* Risk management technologies (with logic and probabilistic models). Springer, 2012. — 328 p.
9. *Колесов Д. Н., Михайлов М. В., Хованов Н. В.* Оценка сложных финансово-экономических объектов с использованием системы поддержки принятия решения АСПИД–3W. Учебное пособие. — СПб. : ОЦЭиМ, 2004. — 64 с.

Стаття надійшла до редакції 11.05.2014 р.

УДК 300:51+519.86

Коляда Ю. В., к.т.н., доцент кафедри економіко-математичного моделювання
Кравченко Т. В., асистент кафедри економіко-математичного моделювання
Ліпанова Ю. В., студентка 4 курсу факультету інформаційних систем і технологій
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

ДИСКРЕТНИЙ ВАРІАНТ МОДЕЛІ СОЛОУ ДЛЯ ВІДКРИТОЇ ЕКОНОМІКИ: МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЙ РОЗВИТКУ

АНОТАЦІЯ. Аналізуються результати імітаційного моделювання відкритої економіки, використовуючи дискретну модифікацію неперервної моделі Солоу, якою ураховується зовнішньоторгове сальдо.