

УДК 338.24; 330.4

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2017

Управление безопасностью социально-экономических систем

Е. Д. Соложенцев,
Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического
приборостроения, Институт
технологий бизнеса,
г. Санкт-Петербург

Аннотация

Рассматриваются концепция, объекты, модели и управление в экономике в XXI в. Объектами являются безопасное пространство для человечества и социально-экономические системы и проекты государства. Используются событийные логико-вероятностные (ЛВ) модели риска: структурно-логические, невалидные, гибридные, концептуальные, индикативные, управление развитием и оценки качества систем управления. Управление осуществляется на основе анализа невалидности и безопасности ЛВ-моделей риска объектов. Экономика XXI века будет развиваться на основе концепции «Экономики пончика» Kate Raworth и технологии «Управление безопасностью социально-экономических систем», а не на призывах к росту экономики и управлению по «понятиям».

Бюджет государств идет на социально-экономические системы (СЭС) и проекты, а все потери государств возникают в СЭС и проектах из-за коррупции, наркотизации, «откатов», воровства, принятия решений «по понятиям», чрезмерных расходов на социальные и военные проекты.

Обоснован выбор математического аппарата для управления безопасным пространством человечества и социально-экономическими системами государства. Предложены новые типы булевых событий-высказываний в экономике. Описаны методики построения ЛВ-моделей риска, ЛВ-анализа риска состояния СЭС и ЛВ-управления состоянием и развитием систем. Описаны специальные Software для ЛВ-управления риском СЭС. Приведены новые типы ЛВ-моделей риска с событиями-высказываниями, выделены СЭС наивысшей важности. Изложены методики синтеза вероятностей событий-высказываний, учета динамичности моделей риска и оценки качества систем управления.

Ключевые слова: концепция, объекты, модели, управление, безопасное пространство, социально-экономические системы, событийный подход, логико-вероятностные модели, безопасность, риск, невалидность, качество, эффективность.

Содержание

Введение

1. Концепция «экономики пончика» Kate Raworth
2. Управление безопасностью социально-экономических систем
3. Состояние проблемы управления риском социально-экономических систем
4. Обоснование выбора математического аппарата
5. Новые типы булевых событий-высказываний в экономике
6. Построение логико-вероятностных моделей риска
7. Логико-вероятностный анализ риска состояния СЭС
8. Управление состоянием и развитием СЭС
9. Новые типы ЛВ-моделей риска с событиями-высказываниями
10. Оценка качества систем управления
11. Синтез вероятностей событий-высказываний
12. Динамичность ЛВ-моделей риска
13. Software в управлении риском социально-экономических систем
14. Примеры управления социально-экономическими системами
15. Научная и практическая значимость нового научного направления

Заключение

Литература

Введение

В настоящее время наряду с концепцией роста в западных странах обсуждается и другая концепция развития экономики — «экономика пончика» [1]. К тому же для «экономик роста» и «экономик пончика» остается проблема безопасности социально-экономических систем.

В течение последних 10—15 лет во многих публикациях отмечается неудовлетворительное состояние экономики и экономической науки [1—5]. Большие претензии вызывает концепция развития экономики [1—3], заключающаяся в бесконечном экономическом росте. В работе [1] отмечается: «В настоящее время мы столкнулись с многогранным кризисом — захватом правительств миллиардерами и их лоббистами, крайним неравенством, ростом демагогии, изменением устоявшихся традиционных основ. Те, кого мы почитаем за лидеров, кажутся безмолвными и невежественными. Даже если у них есть желание действовать, они понятия не имеют, что следует делать. Большинство из них, как правило, предлагают ускорить экономический рост, и тогда полностью исчезнут все проблемы. Не стоит обращать внимания, что это ведет к разрушению экологии, не уменьшает структурную безработицу или растущее неравенство; что в последние годы весь прирост доходов сосредоточен в руках 1% богатей. Поскольку ценности, принципы и моральные цели постепенно утрачиваются, обещание роста — это все, что осталось делать. Торговля и рост стали приоритетными для всех должностей и работ. Учитывается только скорость, с которой природные богатства превращаются в наличные деньги».

Исправить положение невозможно без нового мировоззрения. Мы не можем использовать модели, которые привели к кризисам, чтобы преодолеть их. Нам нужно пересмотреть проблему.

Работы [3—5] отмечают также неудовлетворительное состояние теории управления в экономике. В настоящее время управление в социально-экономических системах (СЭС) осуществляют в основном «по понятиям» и «дать больше денег», что неизбежно приводит к коррупции. Здесь также нужен новый подход и математический аппарат.

Уместно вспомнить слова классиков: «Проблема, сколько бы сложной она ни была, станет еще сложнее, если на нее неправильно посмотреть» (П. Андерсон) и «Никакую проблему нельзя решить на том же уровне, на котором она возникла» (А. Эйнштейн).

Цель настоящей работы — разработка и изложение нового событийного логико-вероятностного подхода к управлению социально-экономической безопасностью. Задачи работы — разработка и рассмотрение концепции, объектов, моделей и технологии управления.

1. Концепция «экономики пончика» Kate Raworth

Книга «Экономика пончика» Кейт Раурт из Института экологических исследований Оксфордского университета [1] напоминает, что экономический рост изначально не был показателем благосостояния. Саймон Кузнец (Simon Kuznets), который стандартизовал измерение экономического роста, предупредил: «Благосостояние нации вряд ли можно вывести из меры национального дохода. Экономический рост измеряет только прирост ВВП, а не запасы богатства и их распределение».

Раурт отмечает, что экономика в XX веке потеряла свои цели. Она стремилась быть наукой о человеческом поведении: наукой, основанной на глубоко ошибочном портрете человечества. Доминирующая модель — «рациональный экономический человек», корыстный, изолированный, вычисляющий — больше говорит о природе экономистов, чем о других людях. Потеря явной цели привела к цели бесконечного экономического роста (рис. 1).

Цель экономической деятельности, утверждает она, — это «удовлетворение потребностей всех людей в ресурсах планеты». Вместо экономики, которая должна расти независимо от того, процветаем ли мы, нам нужна экономика, которая «заставляет нас процветать независимо от того, растет она или нет». Это означает изменение нашего представления о том, что такое экономика и как она работает.

Круговая диаграмма потока отображает действующую экономику. В ней изображен замкнутый поток циклических доходов между домохозяйствами, предприятиями, банками, правительством и торговлей, действующими в социальном и экологическом вакууме. Энергия, материалы, природный мир, человеческое общество, власть, богатства, которыми мы обладаем, — все это отсутствует в модели. Например, неоплачиваемая работа лиц, осуществляющих уход за детьми, главным образом женщин, игнорируется, хотя никакая экономика не может функционировать без них. Это представление

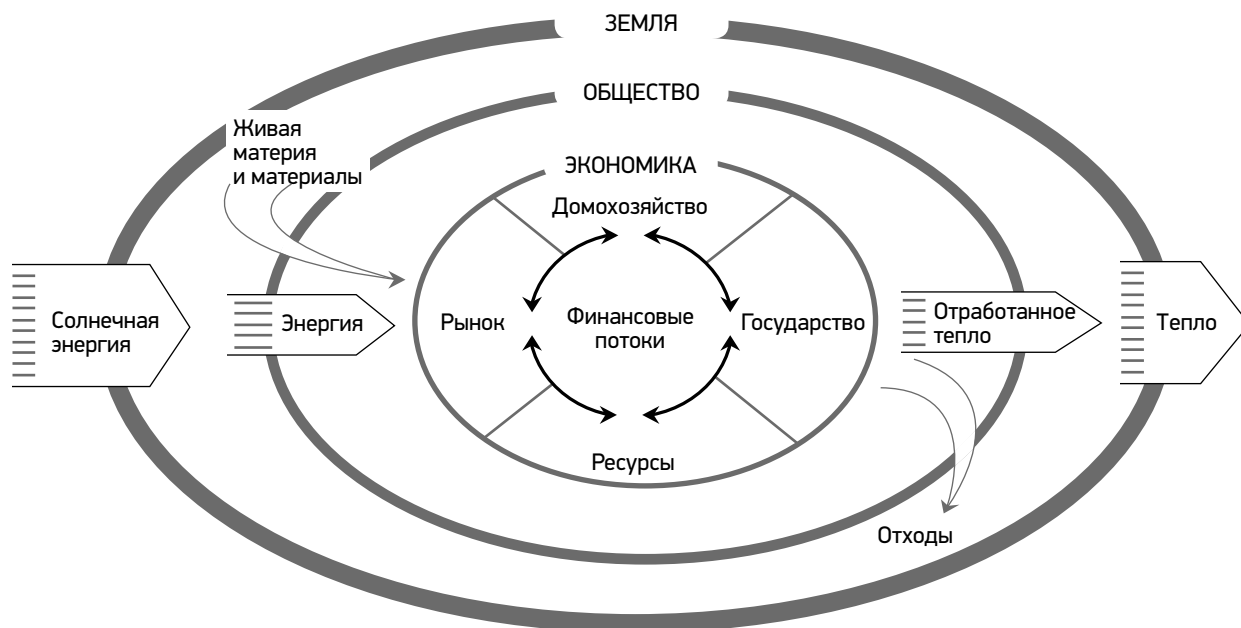


Рис. 1. Существующая модель экономики

экономической деятельности мало отражает действительность.

К. Рауорт встраивает экономику в системы Земли и Общества и показывает, как это зависит от ресурсов и энергии (рис. 2).

Это признание реальности приводит ее к графическому изображению мира, который мы хотим создать. Ее модель пончика кажется настолько прозрачной, что непонятно, почему вы не думали об этом сами. Но для достижения этой ясности потребовались годы размышлений, избавление от мифов и искажений.

Диаграмма состоит из двух колец. Внутреннее кольцо пончика представляет собой достаточность ресурсов, необходимых нам для хорошей жизни: питание, чистая вода, жилье, санитария, энергетика, образование, здравоохранение, право голоса. Любой, кто живет вне внутреннего кольца, живет в яме посреди пончика и находится в состоянии лишений. Внешнее кольцо пончика представляет собой экологические лимиты Земли, выход за пределы которых грозит опасным изменением климата, истощением озона, загрязнением воды, потерей биологических видов и другими катастрофами.

Область между двумя кольцами — сам пончик — это «экологически безопасное социальное

пространство», в котором человечество должно стремиться жить. Цель экономики должна заключаться в том, чтобы помочь нам войти в это пространство и остаться там.

Помимо описания лучшего мира эта модель позволяет нам видеть состояние, в котором мы сейчас находимся. На данный момент мы преступаем обе линии. Миллионы людей все еще живут в яме посередине. Также мы нарушили внешнюю границу в нескольких местах.

Экономика, которая помогает нам жить в пончике, будет направлена на сокращение неравенства в богатстве и доходах. Богатство, получаемое от даров природы, будет распределяться между всеми. Деньги, рынки, налогообложение и государственные инвестиции будут направлены на сохранение и регенерацию ресурсов, а не на их растрату. Государственные банки будут инвестировать в проекты, которые преобразуют наши отношения с живым миром, в общественный транспорт с нулевым вредным выхлопом и общественные энергетические схемы. Новые показатели будут измерять подлинное процветание, а не скорость, с которой мы ухудшаем наши долгосрочные перспективы.

Логико-вероятностная модель «Doughnut economics». Концепция экономики в XXI в., предло-

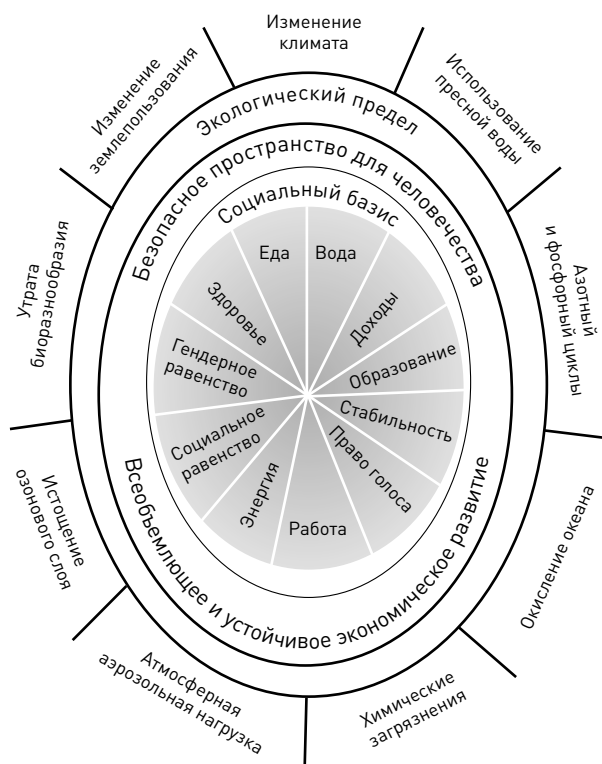


Рис. 2. Модель экономики по Kate Raworth

женная Kate Raworth [1], привлекла внимание, и для экономики по Kate Raworth нами предложена важная компонента — логико-вероятностная модель невалидности безопасного пространства человечества на основе работ [3, 5]. ЛВ-модель невалидности строится по невалидности параметров, которые могут выходить за пределы внешней и внутренней границы безопасного пространства для человечества (см. рис. 2).

Невалидность безопасного пространства, как событие и логическую переменную, следует оценивать для человечества, стран и регионов стран.

Значения невалидности параметров вычисляются довольно просто. Исходя из субъективности и объективности определения невалидности [3—5] они будут отличаться в разных странах и регионах и изменяться с течением времени в зависимости от состояния окружающей среды и СЭС.

Модель «экономики пончика» представлена в виде графа (рис. 3), обычного для топ-экономики и логико-вероятностного исчисления [3, 6]. К невалидным параметрам, как событиям и, соответствен-

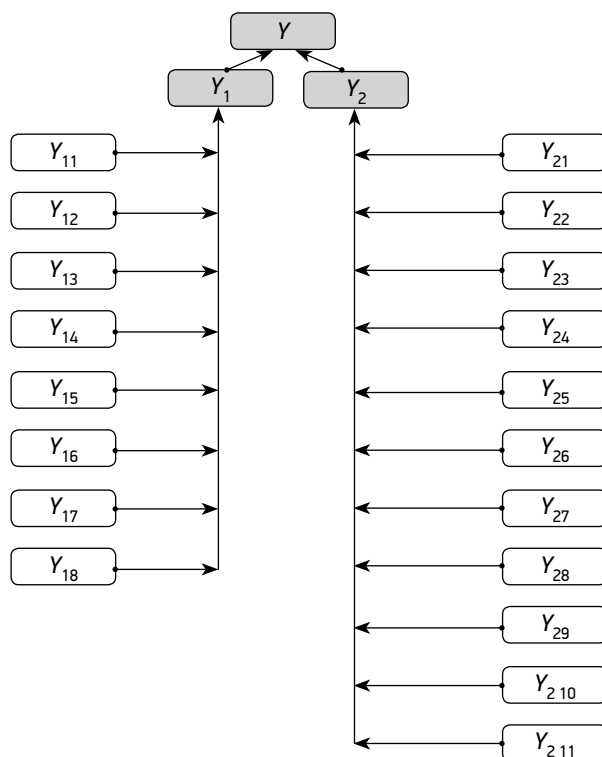


Рис. 3. Структурная модель невалидности безопасного пространства человечества

но, логическим переменным, за внешним кольцом благополучного пространства относятся следующие параметры (Y_1):

- Y_{11} — изменение землепользования;
- Y_{12} — использование пресной воды;
- Y_{13} — азотный и фосфорный циклы;
- Y_{14} — окисление океана;
- Y_{15} — химические загрязнения;
- Y_{16} — атмосферная аэрозольная нагрузка;
- Y_{17} — истощение слоя озона;
- Y_{18} — утрата биоразнообразия.

К невалидным параметрам, как событиям и, соответственно, логическим переменным, за внутренним кольцом относятся следующие параметры (Y_2):

- Y_{21} — еда;
- Y_{22} — вода;
- Y_{23} — доход;
- Y_{24} — образование;
- Y_{25} — стабильность;
- Y_{26} — право голоса;
- Y_{27} — работа;

Y_{28} — энергия;

Y_{29} — социальное равенство;

Y_{210} — гендерное равенство;

Y_{211} — здоровье.

Л-модель невалидности безопасного пространства человечества следующая:

$$Y = Y_1 \vee Y_2, \quad (1)$$

где

$$Y_1 = Y_{11} \vee Y_{12} \vee Y_{13} \vee \dots \vee Y_{18}; \quad (2)$$

$$Y_2 = Y_{21} \vee Y_{22} \vee Y_{23} \vee \dots \vee Y_{211}. \quad (3)$$

Л-модель невалидности безопасного пространства в ортогональной форме:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \bar{Y}_1, \quad (4)$$

где

$$\bar{Y}_1 = Y_{11} \vee Y_{12} \bar{Y}_{11} \vee Y_{13} \bar{Y}_{11} \bar{Y}_{12} \vee \dots; \quad (5)$$

$$\bar{Y}_2 = Y_{21} \vee Y_{22} \bar{Y}_{21} \vee Y_{23} \bar{Y}_{21} \bar{Y}_{22} \vee \dots \quad (6)$$

Вероятностная модель невалидности безопасного пространства человечества:

$$P(Y) = P_1 + P_2 (1 - P_2), \quad (7)$$

где

$$P_1 = P_{11} + P_{12} (1 - P_{11}) + P_{13} (1 - P_{11})(1 - P_{12}) + \dots; \quad (8)$$

$$P_2 = P_{21} + P_{22} (1 - P_{21}) + P_{23} (1 - P_{21})(1 - P_{22}) + \dots \quad (9)$$

Здесь $P_{11}, P_{12}, \dots, P_{18}, \dots, P_{21}, P_{22}, \dots, P_{211}$ — вероятности невалидности параметров.

В модели невалидности безопасного пространства (см. рис. 3) следует анализировать для принятия решений следующие логические функции невалидности Y :

1) Л-функция реализации хотя бы одного критерия ($Y_1 \vee Y_2$);

2) Л-функция нереализации ни одного критерия ($\bar{Y}_1 \wedge \bar{Y}_2$);

3) Л-функция реализации обоих критериев ($Y_1 \wedge Y_2$);

4) Л-функция реализации только первого критерия ($Y_1 \wedge \bar{Y}_2$);

5) Л-функция реализации только второго критерия ($\bar{Y}_1 \wedge Y_2$).

Следует отметить, что излагаемый подход и ЛВ-модели могут быть также использованы для оценки, анализа и управления промышленными предприятиями и компаниями, так как их состояние описы-

вается набором параметров, которые могут быть невалидными. Они имеют внешние и внутренние границы (как в пончике у Kate Raworth), при нарушении которых параметры объявляются невалидными.

2. Управление безопасностью социально-экономических систем

В работах [3—5] излагается еще один подход к развитию и процветанию экономики, заключающийся в «Управлении безопасностью социально-экономических систем».

Ученые-экономисты в течение многих лет говорят об эффективности экономики, но результата нет.

Предлагается использовать событийный ЛВ-подход для построения моделей, анализа и управления СЭС. Прежде всего выделены СЭС наивысшей важности для государства, направленные на уменьшение потерь средств, увеличение их поступления и обеспечение национальной безопасности. К ним относятся следующие.

1. Системы управления инновациями в стране, регионах и компаниях.
2. Системы управления риском банков и резервированием капитала по Базель.
3. Системы управления качеством систем и продукции по ВТО.
4. Системы мониторинга и управления процессом кредитования банков.
5. Системы противодействия взяткам и коррупции.
6. Системы противодействия наркотизации страны.
7. Оценка качества систем управления.
8. Системы управления развитием.

В работах [3—5] рассмотрены также комплексные СЭС для государства и регионов, зависящие от ряда министерств и ведомств (решение проблем строительства жилья, роста рождаемости, роста инфляции, закрытия вуза, упадка сельского хозяйства, решения проблемы информатизации, социально-экономической безопасности состояния России и др.), и локальные СЭС компаний, успех управления которыми зависит в основном от их желаний и возможностей (управление риском и эффективностью ресторана «Престиж», менеджмент компании ЗАО «Транзас» и др.).

Бюджет стран идет на СЭС. Все потери государства возникают из-за коррупции, наркотизации,

«откатов», воровства, принятия решений «по понятиям», чрезмерных расходов на социальные и военные проекты. Именно поэтому управление безопасностью СЭС на новой методической событийной основе (логико-вероятностных моделях риска) является одним из направлений развития экономики.

Представляется, что экономика XXI в. будет развиваться не на основе призывов к росту, а на основе научных направлений Kate Raworth “Doughnut economics” [1] и «Управление безопасностью социально-экономических систем» [3—5].

3. Состояние проблемы управления риском социально-экономических систем

Социально-экономические системы имеют большое число показателей и количество комбинаций возможных решений. Поэтому вычисления на математических моделях состояний этих систем имеют большую (астрономическую) вычислительную сложность. Возможности компьютера для управления не используются. И дело не в характеристиках компьютера, а в отсутствии постановки новых экономических задач. Если нет модели риска, то нет и управления риском. В экономике риск и эффективность однозначно связаны: математическое ожидание потерь равно произведению риска на активы системы.

Предметный указатель по экономике, приведенный в American Economic Association: JEL Code, имеет 20 разделов от A00 до Z00, в которые включены 825 индексов (показателей). Авторы журнальных статей должны указать 3—4 индекса, к которым относится статья. Анализ Предметного указателя показал, что в экономической науке из 825 индексов не нашлось таких индексов: оценка качества и риска системы, анализ риска системы, прогнозирование и управление риском системы. В названиях статей, книг, диссертаций почти запрещены эти ключевые слова. Уже много лет ученые ведут разговоры о создании эффективного управления экономикой, но оно не создано.

На основе теории менеджмента [7], мониторинга и информационных технологий, работающих с базами данных, практически невозможно выбрать оптимальное решение для управления риском и эффективностью. Нужны новые математические модели состояния и развития экономических систем и процессов.

4. Обоснование выбора математического аппарата

Экономика страны — сложная система. К чертам сложной системы, как объекта управления, относятся: отсутствие математического описания или алгоритма; затруднения в наблюдении и управлении, обусловленные большим числом второстепенных для целей управления процессов; нестационарность и дрейф характеристик системы, изменение параметров и эволюция во времени,

Декомпозиция. Для управления сложной системой в экономике предлагается использовать декомпозицию — разделение целого на части. Декомпозиция — это научный метод, позволяющий заменить решение большой задачи решением серии меньших задач.

Структуризация — это процесс деления системы на части и установление отношений между ними. После декомпозиции и структуризации получают систему, обозримую для управления.

Событийный подход к системе, ее элементам и связям является основой для управления сложной системой на основе логико-вероятностной модели риска. Каждой системе, ее подсистемам и их параметрам сопоставляются события-высказывания и соответствующие логические переменные. Для производных и итоговых событий записывают логические функции от инициирующих событий. По вероятностям инициирующих событий вычисляют вероятности производных и итоговых событий.

Объекты декомпозиции, структуризации и управления. Ими являются: безопасное пространство человечества, стран и регионов; социально-экономические системы и проекты. Бюджет государства идет на СЭС и проекты. Потери государства возникают в СЭС и проектах.

В работах выдающихся ученых дается ответ, какие модели и методы нужны для управления риском в социально-экономических системах [3—6].

Норберт Винер и Джон фон Нейман считали, что математические методы для управления экономическими и социальными системами должны опираться на комбинаторику, логику, множества и вероятности, а не на дифференциальные уравнения.

Рудольф Калман, автор фильтра Калмана, писал, что для некоторых математиков может оказаться сюрпризом, что проблема «данные → модель, объясняющая данные» должна рассматриваться как основная для любой отрасли науки. Модели

на основе нейронных сетей, скоринга и аппроксимаций не отвечают этому требованию.

Уильям Оккам считал, что не следует усложнять модель без надобности. Простые объяснения с большей вероятностью могут оказаться правильными. Множества и ЛВ-модели, по мнению ученых, являются самыми простыми разделами математики.

Изложенным выше требованиям отвечает событийный подход к моделированию и управлению СЭС и процессами. В качестве математического аппарата для управления состоянием и развитием систем используется ЛВ-исчисление и ЛВ-модели риска. ЛВ-модели риска позволяют управлять структурно-сложными системами с большим числом элементов, логически объединять ЛВ-модели риска разных систем в одну ЛВ-модель и учитывать динамику систем по сигнальным событиям.

Используется событийный логико-вероятностный подход для построения моделей, анализа и управления СЭС и процессами в экономике. Возникла задача описания безопасности СЭС по аналогии с надежностью в технике [3—5]. Для этого введены события-высказывания для построения ЛВ-моделей риска СЭС.

Управление СЭС «по понятиям», «ручному управлению», «дать больше денег» неизбежно приводит к коррупции. Без построения модели риска состояния СЭС нельзя говорить об эффективном управлении. В экономике следует управлять по критериям риска и эффективности системы. Знание риска однозначно определяет эффективность как математическое ожидание потерь или прибыли.

Будем следовать следующему алгоритму управления СЭС:

- построение ЛВ-модели риска для состояния системы;
- анализ риска состояния системы и значимости ее элементов в риске;
- управление состоянием системы по критерию риска.

5. Новые типы булевых событий-высказываний в экономике

Введены новые типы событий-высказываний: события неуспеха субъектов и объектов, сигнальные события, события невалидности, концептуальные события, индикативные события, события латентности, повторные события, группы несовместных событий [3—5].

Совокупность высказываний образует сложное производное событие. В задачах управления экономической безопасностью СЭС по критериям риска и эффективности вместо вероятностей истинности/ложь событий используют вероятности успех/неуспех, опасность/неопасность, валидность/невалидность событий. Вероятности событий-высказываний оцениваются по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации [8—9].

1. *События-высказывания о неуспехе субъектов.* Для оценки, анализа, прогнозирования и управления СЭС предложены гибридные ЛВ-модели риска, которые строят как логические функции событий-высказываний о неуспехе событий-субъектов и событий-объектов. Субъекты решают проблему, а объекты составляют суть проблемы. Событие-субъект — это событие неуспеха решения проблемы субъектом. К событиям-субъектам относятся: государство, бизнес, банки, ученые и общественное мнение.

2. *Сигнальные события-высказывания.* Значимые события-высказывания в экономике, политике, законах, инновациях, стихийных бедствиях, войнах и на мировом рынке назовем сигнальными событиями. Они служат сигналом для изменения вероятностей инициирующих событий в ЛВ-моделях риска СЭС. Вероятности ИС модели риска корректируют по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации по сигнальным событиям.

3. *События-высказывания о невалидности.* Невалидное событие-высказывание — это отклонение показателя от заданного значения. Показатели нормированы и имеют значения в интервале $[0, 1]$. Предложение, что значение показателя $q_i > 0$, есть событие-высказывание о невалидности. Вероятность его равна значению самого показателя.

4. *Концептуальные события-высказывания.* Концептуальные события-высказывания являются прогнозированием состояния или развития. Вероятности концептуальных событий-высказываний — это вероятности истинности высказываний или прогнозов, которые будем оценивать по экспертной информации. Обратим внимание, что понятие концептуального события-высказывания является первым в булевой логике.

5. *Индикативные события-высказывания* об опасности системы формулируются как предложения и рассматриваются как невалидные события.

Их мерой является отклонение значения параметра от заданного значения. Вероятности индикативных событий-высказываний есть мера опасности параметров для системы.

6. *События-высказывания о латентности* выявляют по результатам общественных опросов и анализа информации разделов социальных сетей.

7. *Повторные события-высказывания* — встречаются в разных СЭС.

8. *Группы несовместных событий* для градаций параметров и показателей системы.

6. Построение логико-вероятностных моделей риска

В работах [3, 5] предложены следующие методы построения ЛВ-моделей риска в экономике.

1. Переход от базы данных к базе знаний или системе логических уравнений.

2. Использование структурной схемы связи элементов системы.

3. Оценка невалидности системы по показателям невалидности элементов.

Построение модели невалидности системы.

Важное свойство ЛВ-модели невалидности заключается в том, что ее строят по показателям одного состояния системы. Невалидность показателя системы — это отклонение его значения от заданного или нормативного. Невалидность системы — это отклонение ее состояния от значения, заданного техническими заданием и условиями. Невалидность системы — это событие, после возникновения которого система может выполнять заданное назначение, но с потерей качества. Невалидное событие имеет меру невалидности, которая рассматривается как вероятность (риск) невалидного состояния. Невалидность в экономике введена по аналогии с отказом в надежности в технике. Невалидность имеет не два значения (отказ и не отказ, 0 и 1), а множество значений на интервале [0, 1]. Международный стандарт и ГОСТ Р ИСО 9000—2015 использует термины валидность и невалидность для оценки качества работ, оказываемых услуг, систем управления.

Предложено рассматривать невалидность элемента системы как событие-высказывание, которому сопоставляется логическая переменная. Степень невалидности имеет значения в интервале [0, 1] и рассматривается как риск. Если показатель

имеет значение const, то он не рассматривается как событие в состоянии системы. Невалидность системы вычисляется по невалидности ее событий-элементов. ЛВ-модели невалидности разных социально-экономических систем (СЭС) можно объединять в одну модель логическими операциями AND, OR, NOT.

Объективное и субъективное в невалидности изложим по аналогии с рассмотрением безопасности в работах И. А. Рябина. В практической деятельности по одному и тому же факту могут быть разные суждения относительно невалидности и валидности системы. Что здесь объективно, а что субъективно? Систему можно описать составлением конечной совокупности требований, которым она должна удовлетворять. Если она удовлетворяет выдвинутым требованиям, то считают, что она валидна. Составление совокупности требований к системе связано с деятельностью лиц и, следовательно, является субъективным актом, зависящим от полноты знаний системы, опыта и других фактов. Возможны и ошибки в назначении определенных требований.

Несмотря на всю относительность полноты требований к системе и субъективный характер их установления, в любой момент времени должна быть зафиксирована какая-то определенная совокупность этих требований. Диалектика субъективного и объективного в оценке невалидности системы: субъективно устанавливаются требования к системе и объективно — ее состояние по отношению к этим требованиям.

Невалидность — сложный показатель оценки качества системы, учитывающий невалидности элементов. Введем обозначения: $A_1, A_2, \dots, A_n$ — элементы системы; $R_1, R_2, \dots, R_n$ — невалидности элементов системы. Событиям-высказываниям $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ о невалидности элементов $A_1, A_2, \dots, A_n$ системы и соответствующие логические переменные. Л-модель невалидности системы Y определим формулой дизъюнкции событий:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee \dots \vee Y_n. \quad (10)$$

Вероятностная модель невалидности соответственно равна:

$$P(Y) = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_1)(1 - R_2) + \dots \quad (11)$$

7. Логико-вероятностный анализ риска состояния СЭС

Простота и прозрачность анализа риска являются одними из главных преимуществ ЛВ-моделей риска для управления экономической безопасностью СЭС. Количественный ЛВ-анализ риска системы выполняется алгоритмически вычислениями на компьютере. Вычисляют вклады инициирующих событий в риск итогового события [3—5].

Структурная значимость элементов (событий) учитывает количество разных путей с i -событием, ведущих к итоговому событию. По В-функции риска определяют:

$$\Delta P_i = P_y|_{P_i=1} - P_y|_{P_i=0}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (12)$$

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

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

Значимость i -события:

$$\Delta P_i = P_y|_{P_i=1} - P_y|_{P_i=0}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (13)$$

Вклад на минус i -события:

$$\Delta P_i^- = P_y|_{P_i} - P_y|_{P_i=0}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

Вклад на плюс i -события:

$$\Delta P_i^+ = P_y|_{P_i} - P_y|_{P_i=1}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (15)$$

8. Управление состоянием и развитием СЭС

Состояние проблемы. Разработчикам проектов и систем следует исходить не из оптимистических прогнозов, а из обязательности ошибок в проектах и системах [3, 5]. В стандартах отсутствуют положения о неизбежности ошибок при создании сложных объектов и систем. Отсутствие обоснованной технологии проектирования, испытаний,

неоптимальные решения, интуитивный подход в условиях большой неопределенности приводят к значительным потерям средств и времени в экономике и технике.

Приватизация осуществлялась без плана, закона и технологии. Априори с советских времен считалось, что все люди честные и порядочные, но таких почти не оказалось. Собственность захватывали те, кто имел доступ к власти и банкам. Беловежское соглашение было непродуманным. Его участники, главы государств, надеялись на «братские» отношения советских времен. Они не думали о возможностях неуспеха, забыли о Севастополе, российском Черноморском флоте и русском населении Крыма. Сразу же возникли катастрофические последствия.

Примером является неуспех противодействия коррупции и наркомании. К власти и собственности пришли люди, для которых главным были деньги. Говорили о демократии и использовали ее для воровства и ограбления народа. О мировом опыте борьбы с коррупцией не вспомнили, законы не создавали, предложения ученых не слышали. Руководители страны — юристы не знают, что делать с коррупцией.

Экономические стратегии, разработанные в России, потерпели неудачу. Центр стратегических разработок (ЦСР) называет причины этого: административные препятствия, разногласия экспертов и сопротивление лоббистов, недостаточная проработка и размытые полномочия. К такому выводу в своем докладе «Анализ факторов реализации документов стратегического планирования верхнего уровня» пришел ЦСР, возглавляемый бывшим министром финансов А. Кудриным.

ЛВ-управление риском состояния системы. ЛВ-управление риском состояния системы осуществляют по результатам количественного ЛВ-анализа значимостей и вкладов инициирующих событий.

1. Выполняют количественный анализ риска по вкладам ИС в риск системы.

2. Принимают решение об изменении вероятностей наиболее значимых событий.

3. Распределяют ресурсы на изменение вероятностей выбранных событий, включая повышение квалификации персонала.

ЛВ-управление риском развития системы. Управление риском неуспеха развития систем предлагается осуществлять по схеме управления слож-

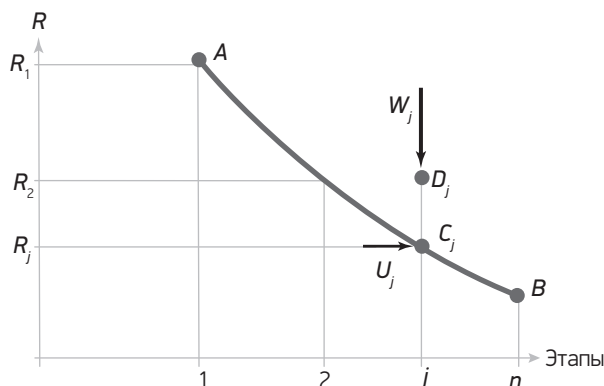


Рис. 4. Схема управления развитием системы

ной системой [3, 5]. Управление состоит в управлении движением системы по программной траектории и коррекции при отклонении от нее (рис. 4). Здесь: $j = 1, 2, \dots, n$ — этапы развития; R_j — риск неуспеха системы, U_j — управляющие воздействия (ресурсы), W_j — корректирующие воздействия (ресурсы). Систему переводят из начального состояния A в конечное B по выбранной траектории A — B за несколько этапов.

Логико-вероятностная модель неуспеха процесса развития строится логическим сложением неуспеха на этапах развития:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee \dots \vee Y_n. \quad (16)$$

Для оптимального выбора R , W , U , n нужно знать затраты на их введение: Qr — на вычисление рисков, Qu — на управляющие воздействия, Qw — на корректирующие воздействия, Qn — на организацию этапов. И возможные ущербы, если эти затраты не делать: Sr — при отсутствии вычисления риска, Su — при отсутствии управляющих воздействий, Sw — при отсутствии корректирующих воздействий и Sn этапов.

9. Новые типы ЛВ-моделей риска с событиями-высказываниями

Предложены новые типы ЛВ-моделей риска СЭС с событиями-высказываниями.

1. Структурно-логические модели риска.
2. Гибридные ЛВ-модели неуспеха управления социально-экономическими системами; строятся на основе сценария риска для субъектов, участву-

ющих в решении проблемы, и сценария риска для объектов-задач, составляющих суть проблемы.

3. Невалидные ЛВ-модели риска; строятся по невалидным событиям.

4. Концептуальные ЛВ-модели прогнозирования состояния или развития системы; строятся на основе описаний специалистов, понимающих суть проблемы.

5. Индикативные ЛВ-модели опасности состояния системы.

6. ЛВ-модели для управления невалидностью (качеством) СЭС.

7. ЛВ-модели для оценки качества (невалидности) систем управления.

8. ЛВ-модели для управления развитием СЭС.

Эти новые типы ЛВ-моделей риска могут быть использованы для одной СЭС для всестороннего анализа и управления ее безопасностью.

10. Оценка качества систем управления

Менеджмент страны, регионов и компаний будем рассматривать как структурно-сложные системы, которыми нужно управлять. Для примера построим ЛВ-модель качества системы управления по структурной модели менеджмента (рис. 5), которая включает в себя события-высказывания по невалидности (качеству) функций планирования, организации, руководства и контроля [7]. События-высказывания о невалидности имеют меру невалидности в интервале $[0, 1]$. В свою очередь, каждая функция состоит из событий-высказываний для подфункций. В структурную модель качества

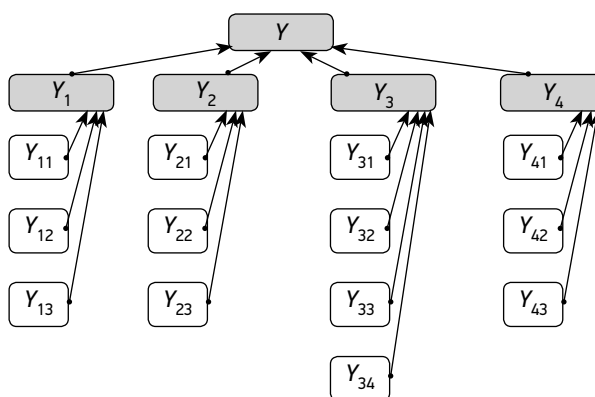


Рис. 5. Структурная модель качества системы управления

системы управления входят события-высказывания о невалидности:

- Y_1 — функции планирования:
 - Y_{11} — концепций и принципов планирования;
 - Y_{12} — стратегического менеджмента;
 - Y_{13} — инструментов и методов планирования;
- Y_2 — функции организации:
 - Y_{21} — структуры и схемы организации;
 - Y_{22} — менеджмента персонала;
 - Y_{23} — преобразований и нововведений;
- Y_3 — функции руководства:
 - Y_{31} — принципов управления поведением;
 - Y_{32} — правил управления в командах;
 - Y_{33} — мотивации служащих;
 - Y_{34} — управления руководством;
- Y_4 — функции контроля:
 - Y_{41} — принципов контроля;
 - Y_{42} — операционного менеджмента;
 - Y_{43} — инструментов и методов контроля.

Логическая модель невалидности (качества) системы управления:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee Y_3 \vee Y_4. \quad (17)$$

Л-модели невалидности системы управления в эквивалентной ортогональной форме:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \bar{Y}_1 \vee Y_3 \bar{Y}_2 \bar{Y}_1 \vee Y_4 \bar{Y}_3 \bar{Y}_2 \bar{Y}_1. \quad (18)$$

Вероятностные модели (полиномы) невалидности системы управления:

$$R = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_1)(1 - R_2) + R_4(1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3), \quad (19)$$

где R_1, R_2, R_3, R_4 — вероятности невалидности параметров.

Новое научное направление «Управление безопасностью социально-экономических систем» является инновационным проектом государственной важности и приоритетным направлением в экономической науке. В университетах страны следует апробировать это научное направление в учебном процессе и исследованиях.

Оценка качества систем управления в экономике позволит снизить чрезмерные затраты на проекты, социально-экономические системы и обеспечение национальной безопасности, так как исключит принятие решений по «понятиям», «ручному» управлению, «дайте больше денег», что ведет к коррупции. Все беды в экономике начинаются с управления.

11. Синтез вероятностей событий-высказываний

Для ЛВ-управления риском состояния СЭС оценивают вероятности событий-высказываний по нечисловой, неточной и неполной (ННН) экспертной информации методом сводных рандомизированных показателей [8, 9].

Эксперт не может дать точную оценку вероятности одного события. Он сделает это точнее и объективнее, если будет оценивать 3—4 альтернативные гипотезы.

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

$$\{0, 1/n, 2/n, \dots, (n-1)/n, 1\}. \quad (20)$$

Множество всех возможных векторов весовых коэффициентов:

$$W(m, n) = N_1, N_2, \dots, N_m, \quad (21)$$

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

Экспертную информацию по весовым коэффициентам задают в виде ординальной порядковой информации и интервальной информации.

Ординальная порядковая экспертная информация:

$$OI = \{w_i > w_j, w_r = w_s; i, j, r, s \in \{1, \dots, m\}\}. \quad (22)$$

Интервальная экспертная информация:

$$II = \{a_i \leq w_i \leq b_i; i \in \{1, \dots, m\}\}. \quad (23)$$

Объединенную экспертную информацию называют нечисловой, неточной и неполной. Естественно, выполняется также условие:

$$w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1. \quad (24)$$

Условия (22—24) выделяют область допустимых значений весовых коэффициентов $w_1, w_2, \dots, w_m$. В качестве числовых оценок весовых коэффициентов используют математические ожидания рандомизированных весовых коэффициентов, а точность этих оценок измеряют при помощи стандартных отклонений.

Вычисления повторяют для двух и более экспертов. Составляют таблицу оценок весовых коэффициентов гипотез от всех экспертов. Вычисляют сводные оценки весовых коэффициентов $w_1^*, w_2^*, \dots, w_m^*$ гипотез $A_1, A_2, \dots, A_m$ по данным

таблицы и теперь уже весомостям самих экспертов, устанавливаемых супер-экспертом по изложенной нами методике. Выбирают гипотезу с наибольшей оценкой сводного весового коэффициента.

12. Динамичность ЛВ-моделей риска

Динамичность ЛВ-моделей риска социально-экономических систем обеспечивается коррекцией вероятностей событий-высказываний при появлении случайных событий:

- новых статистических данных о состояниях системы;
- новых сигнальных событий в экономике, политике, законах, инновациях;
- повышении квалификации персонала;
- изменении ситуации на мировом рынке;
- проведении реформ в образовании, науке и экономике;
- сообщении о стихийных бедствиях и войнах.

Сигнальные события служат сигналом для изменения вероятностей ИС в ЛВ-моделях риска СЭС. Вероятности ИС ЛВ-модели риска корректируют по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации по сигнальным событиям [3—5].

13. Software в управлении риском социально-экономических систем

Компьютер позволяет решать все те проблемы, которые до его изобретения не существовали. Социально-экономические системы имеют большое число показателей и большое число комбинаций возможных решений. Поэтому вычисления на математических моделях состояний этих систем имеют большую вычислительную сложность. Возможности компьютера для управления в экономике не используются в полной мере из-за отсутствия постановки новых экономических задач и моделей. Без модели риска нельзя управлять риском. В экономике риск и эффективность однозначно связаны. Математическое ожидание потерь равно произведению риска на активы системы.

Для управления риском социально-экономических систем использовались следующие специальные разработанные Software, имеющие сертификацию [8—10]:

Arbiter — для структурно-логического моделирования;

Ехра — для синтеза вероятностей событий-высказываний.

14. Примеры управления социально-экономическими системами

Управление СЭС по критерию риска рассмотрено в работах [3—6, 11] на многих примерах.

Исследования по управлению безопасностью СЭС по критерию риска позволили апробировать:

1. Технологии управления риском в структурно-сложных системах, компонентами которых являются классы ЛВ-моделей риска, процедуры оценки, анализа, прогнозирования и управления риском; методика синтеза вероятностей событий в ЛВ-моделях риска по экспертной ННН-информации.

2. Специальные программные средства: *Arbiter* для структурно-логического моделирования; *Ехра* для синтеза вероятности события по ННН-экспертной информации весомостей невалидных событий-высказываний.

Результаты управления СЭС с реальными данными установили следующие факты:

- без ученых и общественного мнения социально-экономические проблемы страны не решаются;
- для создания эффективных СЭС и системы управления инновациями необходимы реформы в образовании, науке и экономике страны;
- для широкого использования ЛВ-моделей риска необходима переподготовка специалистов, менеджеров и преподавателей экономических факультетов университетов.

15. Научная и практическая значимость нового научного направления

В качестве послесловия определим актуальность, практическую и научную значимость нового научного направления «Управление безопасностью социально-экономических систем».

Актуальность. В технике для машин, систем и процессов оценивают надежность, чтобы уменьшить число отказов, аварий и катастроф и соответственно потери. В экономике, хотя имеется большое число разорений и кризисов с большими потерями, отсутствует теория экономической надежности и управления надежностью. Разработка и исследование теории надежности в экономике и экономической науке являются актуальной задачей.

Практическая значимость. ЛВ-модели риска СЭС предназначены для решения следующих важных экономических задач.

1. Оценка качества безопасного пространства человечества (стран, регионов). Используются *логико-вероятностные модели невалидности (риска потери качества)*.

2. Оценка качества СЭС. Используются *логико-вероятностные модели невалидности риска потери качества*.

3. Оценка вероятности решения проблем и выполнения проектов. Используются *гибридные логико-вероятностные модели риска успешности решения проблемы*.

4. Прогнозирование успешности развития. Используются *концептуальные логико-вероятностные модели прогнозирования успешности развития*.

5. Оценка опасности. Используются *индикативные логико-вероятностные модели опасности*.

6. Оценка риска. Используется *логико-вероятностное моделирование риска*.

7. Анализ и управление риском. Выполняется на моделях по пунктам 1—6.

Названные задачи могут решаться для всестороннего анализа одной СЭС.

Научная значимость. Научная дисциплина «Топ-экономика» использует событийный подход, ЛВ-модели риска, ЛВ-исчисление. В ней разработаны:

1. Методы построения ЛВ-моделей риска:

- переход от БД к БЗ;
- использование структурной связи событий;
- использование невалидных событий.

2. Методы оценки вероятностей событий:

- вычисление коэффициента невалидности событий;
- экспертная оценка вероятностей событий-высказываний;
- оценка вероятностей событий по статистике методом идентификации.

3. Новые типы событий-высказываний.

4. Новые типы ЛВ-моделей риска.

5. Технологии ЛВ-управления риском.

6. Специальные Software.

Заключение

Основные результаты работы следующие.

1. Сделан вывод, что экономика XXI в. будет развиваться не на призывах к росту и управлению «по понятиям», а на основе концепции Kate Raworth “Doughnut Economics” и технологии

«Управление безопасностью социально-экономических систем».

2. Рассмотрены концепция, объекты, модели и управление в экономике в XXI в. Объектами являются: безопасное пространство для человечества, страны, регионов и социально-экономические системы и проекты.

3. Разработана ЛВ-модель невалидности безопасного пространства человечества.

4. Рассмотрено состояние теории управления в экономике и установлено, что управление осуществляется по «понятиям» и «дать больше денег» при фактическом отсутствии математических моделей.

5. Обоснован выбор математического аппарата для решения проблемы управления на основе событийного подхода и ЛВ-моделей риска.

6. Введены новые типы булевых событий-высказываний в экономике.

7. Введены новые типы ЛВ-моделей риска для управления СЭС.

8. Описаны методики построения ЛВ-моделей риска систем, ЛВ-анализа и ЛВ-управления состоянием и развитием систем.

9. Описаны специальные Software для управления безопасностью СЭС.

10. Изложены методики синтеза вероятностей событий-высказываний и учета динамичности ЛВ-моделей риска систем.

11. Предложена схема управления развитием СЭС по критерию риска.

12. Предложена методика оценки качества систем управления, направленная на снижение затрат на СЭС и национальную безопасность.

13. Предложено ввести учебный курс «Управление безопасностью социально-экономических систем» в экономических университетах страны.

14. Предложено включить проблему «Управление безопасностью СЭС» в приоритетные темы научных исследований Правительства РФ и РАН.

Концепция Kate Raworth “Doughnut Economics” и приведенные ЛВ-модели ее невалидности могут быть использованы также для оценки, анализа и управления любыми промышленными предприятиями и компаниями, так как их состояние описывается набором параметров, которые могут быть невалидными. Имеются внешние и внутренние границы, при нарушении которых параметры объявляются невалидными.

Новое научное направление в экономической науке «Управление безопасностью СЭС» апробировано в учебном процессе ГУАП с выполнением лабораторных работ на специальных Software.

Некоторые вопросы управления безопасностью СЭС подробно изложены в статьях журнала «Проблемы анализа риска» [3, 5, 6, 11—19], что позволило ограничиться изложением только основных аспектов рассматриваемой проблемы.

Литература

1. Kate Raworth. DOUGHNUT ECONOMICS: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist / Pages: 284. Publisher: Cornerstone. Publication Date: 06.04.2017. Category: Economic theory & philosophy.
2. Чабанов В.Е. Введение в фундаментальную экономику. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. 298 с.
3. Соложенцев Е.Д. Топ-экономика. Управление экономической безопасностью. 2-е изд. СПб. Троицкий мост. 2016. 272 с.
4. Соложенцев Е.Д. Невалидность и события-высказывания в логико-вероятностных моделях для управления риском в социально-экономических системах // Проблемы анализа риска. 2015. Т. 12. № 6. С. 30—43.
5. Solozhentsev E.D. The Management of Socioeconomic Safety. — Cambridge Scholars Publishing, 2017, 255 p.
6. Solozhentsev E.D. Risk Management Technologies with Logic and Probabilistic Models. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer. 2012. 328 p.
7. Роббинс С.П., Коутер М. МЕНЕДЖМЕНТ. 6-е изд. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. 880 с.
8. Hovanov N., Yadaeva M., Hovanov K. Multicriteria Estimation of Probabilities on the Basis of Expert Non-numerical, Inexact and Incomplete Knowledge // European Journal of Operational Research. Vol. 195. No. 3. 2007. P. 857—863.
9. Алексеев В.А., Карасева Е.И. Синтез и анализ вероятностей событий по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации // Проблемы анализа риска. 2014. Т. 11. № 3. С. 22—31.
10. Карасева Е.И. Технологии управления риском. Методические указания к выполнению лабораторных работ. СПб.: ГУАП. 2016.
11. Соложенцев Е.Д. Новые задачи и Предметный указатель в экономике // Проблемы анализа риска. 2016. Т. 13. № 6. С. 86—92.
12. Соложенцев Е.Д., Карасева Е.И. Верхний уровень управления социально-экономическими системами. Проблемы анализа риска. 2017. Т. 14. № 1. С. 54—73.
13. Solozhentsev E.D. Technologies of logic and probabilistic management of risk of social and economical systems // International Journal of Risk Assessment and Management (IJ RAM), 2014, Vol. 17, No. 3, P. 171—187.
14. Соложенцев Е.Д., Митягин С.А. Логико-вероятностные модели риска для оценки и анализа наркоситуации региона // Проблемы анализа риска, 2014. Т. 11. № 1. С. 20—391.
15. Соложенцев Е.Д. Журнал «Проблемы анализа риска». Спец. выпуск «Технологии управления риском с логико-вероятностными моделями» / Под ред. Е.Д. Соложенцева. 2014. Том 11. № 3.
16. Соложенцев Е.Д., Алексеев В.В., Карасев В.В. Мониторинг и управление процессом кредитования банка с использованием логико-вероятностных моделей риска // Проблемы анализа риска. 2013. Т. 10. № 6. С. 78—87.
17. Карасева Е.И. Логико-вероятностная модель для оценки операционного риска банка и резервирования капитала // Проблемы анализа риска. 2012. Т. 9. № 2. С. 24—34.
18. Соложенцев Е.Д., Карасев В.В. И³-технологии для противодействия взяткам и коррупции // Проблемы анализа риска. 2010. Т. 7. № 2. С. 54—65.
19. URL // www.topecconomics.ru

Сведения об авторе

Соложенцев Евгений Дмитриевич: заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, заведующий лабораторией интегрированных систем автоматизированного проектирования Института проблем машиноведения Российской академии наук, профессор кафедры бизнес-информатики Государственного университета аэрокосмического приборостроения, Председатель Организационного и Программного комитетов Международных научных школ «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» (2001—2016, Санкт-Петербург), приглашенный редактор специальных выпусков журналов «Проблемы анализа риска» и “International Journal of Risk and Analysis Management”

Количество публикаций: более 300, из них 5 книг на русском и 3 книги на английском языках

Область научных интересов: моделирование, анализ и управление риском и эффективностью на стадиях проектирования, испытаний и эксплуатации социально-экономических и технических систем

Контактная информация:

Адрес: 199178, г. Санкт-Петербург, Большой пр., д. 61, В.О. Тел.: +7 (812) 321-47-66

E-mail: esokar@gmail.com