

В.В. КАРАСЕВ, Е.Д. СОЛОЖЕНЦЕВ
**ГИБРИДНЫЕ ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ**

Карасев В.В., Соложенцев Е.Д. Гибридные логико-вероятностные модели для управления социально-экономической безопасностью.

Аннотация. В развитие работ лауреатов Нобелевской премии Дж. Бьюкенена и Дж. Хекмана предлагается новый подход к анализу и управлению экономической безопасностью социально-экономических систем (СЭС) на основе новой научной дисциплины «топ-экономика». Вводится понятие «невалидность» в экономике по аналогии с «риск» в надежности в технике. Введены новые булевы события-высказывания и новые ЛВ-модели риска для управления экономической безопасностью. В логико-вероятностных (ЛВ) моделях риска СЭС учитываются: инициирующие события (ИС), зависящие от государства, бизнеса, науки и общества, а также сигнальные события об изменениях в экономике, политике, праве и законах, инновациях, о стихийных бедствиях и войнах, об изменении ситуации на мировом рынке для коррекции вероятностей ИС.

Выполнены обобщения по разработке гибридных ЛВ-моделей для оценки и анализа риска неуспеха СЭС. Определены свойства, достоинства и особенности невалидности и «топ-экономики»; разработаны примеры гибридных ЛВ-модели риска неуспеха следующих СЭС: противодействие коррупции, противодействие наркотизации населения, управление системой инноваций страны.

Приведены примеры сценариев неуспеха субъектов (правительства, бизнеса, ученых и общества), решающих проблему, и объектов (задач), составляющих суть проблемы. Изложены структурные, логические и вероятностные модели риска неуспеха СЭС. Описаны программные комплексы Ехра (для синтеза вероятностей событий в гибридных ЛВ-моделях по экспертной информации) и Арбитр (для структурно-логического моделирования гибридных ЛВ-моделей риска).

Ключевые слова: гибридные ЛВ-модели риска, социально-экономические проблемы, коррупция, наркотизация, система инноваций, топ-экономика, невалидность.

1. Введение. В работах лауреатов Нобелевской премии Джеймса Бьюкенена [1] и Джеймса Хекмана [2] рассматриваются связи экономики и политики в развитии государства на основе теории игр и анализа статистических данных.

В развитие этих работ предлагается новый подход к анализу и управлению экономической безопасностью социально-экономических систем (СЭС) на основе топ-экономики [3, 4]. Рассматриваются связи экономики, государства, политики, бизнеса, науки и общества. В ЛВ-модели риска учитываются: инициирующие события, зависящие от государства, бизнеса, науки и общества, а также сигнальные события об изменениях в экономике, политике, праве, инновациях, о стихийных бедствиях и войнах, об изменении ситуации на мировом

рынке для коррекции вероятностей инициирующих событий (ИС) в ЛВ-модели риска СЭС.

Топ-экономика имеет унифицированную систему моделей, методов, технологий и специальные *Software* для управления социально-экономической безопасностью СЭС. Для обозначения этой унифицированной системы знаний и методов, базой которых служат ЛВ-модели риска и ЛВ-исчисление, предлагается название «топ-экономика». Научная и практическая значимость «Топ-экономики» определяется ее достоинствами и особенностями по сравнению с макроэкономикой и микроэкономикой.

Существует следующая иерархия социально-экономических систем и проблем: большие СЭС (страны), социально-экономические проблемы стран, СЭС государства. В настоящей работе подробно рассматриваются апробированные ЛВ-модели риска для управления экономической безопасностью СЭС государства на примере России. Эти системы существуют в реальности, понятны населению страны. С помощью ЛВ-моделей оценивают и анализируют риск невалидности СЭС и ежегодно выделяют ресурсы для управления невалидностью.

В СЭС ведущей является гибридная ЛВ-модель риска неуспеха, но для всестороннего анализа безопасности систем используются также ЛВ-модели риска невалидности, концептуальные ЛВ-модели для прогнозирования и индикативные ЛВ-модели опасности системы.

Описания СЭС приведены в работе [3]. Группа СЭС-1, первостепенной важности для государства, направлена на уменьшение потерь средств и увеличение их поступления. Группа СЭС-2 содержит комплексные СЭС государства и регионов, зависящие от нескольких министерств и законодательных органов. Группа СЭС-3 содержит локальные СЭС для компаний, успех которых зависит в основном от их желаний и возможностей.

Цель работы — обобщить технологии разработки гибридных ЛВ-моделей для оценки и анализа риска неуспеха СЭС.

Задачи работы:

- описать свойства, достоинства и особенности невалидности и «топ-экономики»;
- разработать гибридные ЛВ-модели риска неуспеха следующих СЭС: противодействие коррупции; противодействие наркотизации населения; управление системой инноваций страны;
- привести сценарии неуспеха субъектов (правительства, бизнеса, ученых и общества), решающих проблему, и объектов (задач), составляющих суть проблемы;

- привести структурные, логические и вероятностные модели риска неуспеха гибридных ЛВ-моделей риска неуспеха СЭС;
- описать программный комплекс *Exra* для синтеза вероятностей событий в гибридных ЛВ-моделях по экспертной информации;
- описать программный комплекс *Арбитр* для структурно-логического моделирования гибридных ЛВ-моделей риска;
- сделать обобщения по разработке и использованию гибридных ЛВ-моделей риска.

2. Основные положения «Топ-экономики». Научная дисциплина «Топ-экономика» (Top-economics), или «Управление экономической безопасностью» включает в себя следующие компоненты [3, 4]:

1. *Методы*: понятие невалидности в экономике, ЛВ-исчисление с булевыми событиями-высказываниями;
2. *Модели*: Гибридные ЛВ-модели риска неуспеха решения проблем, ЛВ-модели невалидности, концептуальные ЛВ-модели прогнозирования, индикативные модели опасности состояния СЭС.
3. *Технологии Управления Риском* в СЭС [5];
4. *Задачи*: оценка, анализ, прогнозирование и управление риском в СЭС;
5. *Объекты управления*: группы СЭС-1, СЭС-2, СЭС-3;
6. *Специальные программные средства* [6, 7].
7. *Примеры приложений*.

Определение невалидности. Необходимость разработки специальной науки о невалидности систем возникла из-за появления задач оценки качества систем и изделий по требованиям ВТО и управлению состоянием и развитием СЭС.

Наряду с бытовым пониманием слова «невалидность» как отклонение параметров системы от заданных, для количественной ее оценки требуется научное определение термина невалидность. Невалидность (invalidity) — это событие, после возникновения которого система может выполнять заданное назначение, но с потерей качества.

Невалидность в экономике рассматривается как событие по аналогии с отказом в надежности и как состояние системы с пониженным качеством [2, 3]. Невалидность имеет много состояний-значений в интервале (0, 1). Значение невалидности рассматривается как вероятность события невалидности. Для невалидности сформулированы следующие определения:

1. В отличие от отказа в технике, невалидность имеет не два значения (отказ и не отказ, 0 и 1), а множество значений (multi-state) на интервале (0, 1).

2. Международный стандарт и ГОСТ Р ИСО 9000—2001 использует по существу термины «валидность» и «невалидность» для оценки качества выполняемых работ, оказываемых услуг, производства продукции, систем управления.

3. Невалидность системы — это отклонение ее состояния от значения, заданного техническим заданием и техническими условиями. Невалидность показателя системы — это отклонение его значения от заданного или нормативного.

4. Невалидность состояния рассматривается как событие-высказывание, которому сопоставлена логическая переменная. Степень или характеристика невалидности имеет значения в интервале (0, 1) и рассматривается как риск или вероятность состояния системы.

5. Невалидность системы как события вычисляется по невалидности ее показателей.

6. Если параметр const, то он не рассматривается как событие в состоянии системы. Например, «число женщин» есть параметр const в текущем состоянии СЭС «Рождаемость в стране».

7. ЛВ-модели невалидности разных СЭС можно объединять в одну модель логическими операциями *AND*, *OR*, *NOT*.

Субъективное и объективное в невалидности. В практической деятельности возникают затруднения в оценке невалидности и безопасности [8]. По одному и тому же факту могут быть разные суждения относительно невалидности системы. Что здесь объективно, а что субъективно? Всякую систему можно описать конечной совокупностью требований, которым она должна удовлетворять. Составление совокупности требований связано с деятельностью некоторых лиц и, следовательно, является субъективным актом, зависящим от полноты знаний о системе, опыта и других фактов.

Несмотря на субъективный характер установления требований к системе, в любой момент времени должна быть зафиксирована совокупность этих требований, по отношению к которой можно объективно судить о невалидности системы. В этом и состоит диалектика субъективного и объективного в оценке невалидности.

Достоинства и особенности топ-экономики. Научная и практическая значимость топ-экономики для управления социально-экономической безопасностью определяется ее достоинствами и особенностями по сравнению с микро- и макроэкономикой:

1. Целевое управление экономической безопасностью осуществляются по критерию риска с оценкой возможных потерь.

2. Возможность построения ЛВ-модели невалидности системы по параметрам одного состояния системы.

3. Новые типы ЛВ-моделей невалидности могут быть использованы для одной СЭС для всестороннего анализа и управления ее экономической безопасностью.

4. Топ-экономика имеет междисциплинарный характер, ибо рассматривает экономические, социальные и информационные аспекты управления безопасностью.

5. Управление экономической безопасностью СЭС имеет комплексный характер, так как зависит от нескольких министерств, ведомств и органов.

6. Связь ЛВ-моделей риска состояния разных СЭС осуществляется через повторные ИС, которые входят в ЛВ-модели риска разных СЭС.

7. Динамичность ЛВ-моделей риска СЭС обеспечивается коррекцией вероятностей ИС при появлении новых статистических данных о состояниях системы и сигнальных событий.

Объекты топ-экономики. Объектами топ-экономики являются социально-экономические системы (СЭС) следующих групп:

Группа СЭС-1 содержит СЭС наивысшей важности для государства, направленные на уменьшение потерь средств и увеличение их поступления [3, 4]:

- 1) Управление состоянием системы инноваций страны.
- 2) Противодействие взяткам и коррупции.
- 3) Противодействие наркотизации страны.
- 4) Управление резервированием капитала банков по *Базель III*.
- 5) Управление качеством систем и продукции по *ВТО*.
- 6) Мониторинг и управление процессом кредитования банков.

Группа СЭС-2 включает в себя комплексные СЭС для государства и регионов, зависящие от нескольких министерств, ведомств и законодательных органов, например, следующие: ЛВ-модель риска состояния рождаемости в стране, ЛВ-модель риска неуспеха решения проблемы образования, ЛВ-модель риска неуспеха решения проблемы информатизации и др.

Группа СЭС-3 включает в себя локальные СЭС для компаний и фирм, успех которых зависит в основном от их желаний и возможностей, например, следующие: ЛВ-управление риском и эффективностью ресторана «Престиж»; ЛВ-модели риска неуспеха

менеджмента компании ЗАО «Транзас», ЛВ-модели риска компании «Логвин Роуд+Рэйл Рус».

Заметим, что в микро- и макроэкономике не решаются задачи управления экономической безопасностью социально-экономических систем групп СЭС-1, СЭС-2, СЭС-3.

Новые типы событий-высказываний в экономике. Введены новые типы булевых событий, являющиеся высказываниями и имеющими вероятности истинности. Совокупность предложений (высказываний) образует сложное производное событие. Фактически, положения стандартов, инструкций, требований и прогнозов сформулированы как предложения, имеющие вероятность истинности, успеха или опасности. В управлении экономической безопасностью СЭС по критерию риска для событий используют вероятности успеха/неуспеха, опасности/неопасности, валидности/невалидности.

Вклад выдающихся ученых Дж. Буля, П. Порецкого, С. Бернштейна, А. Колмогорова и В. Гливенко в ЛВ-исчисление для оценки надежности технических систем оценил И. Рябинин [8]. В развитие ЛВ-метода мы вводим новые виды событий-высказываний: неуспех субъектов, сигнальные события, события невалидности, концептуальные события, индикативные события [3, 4]:

1) События-высказывания о неуспехе решения трудной проблемы субъектом: государством, бизнесом, банками, учеными, общественным мнением.

2) Сигнальные события-высказывания в экономике, политике, праве и законах, инновациях, изменениях на мировом рынке используют для коррекции вероятностей ИС.

3) События-высказывания о невалидности — это высказывания об отклонении показателей от заданных значений. Показатели нормированы и принимают значения в интервале (0, 1). Событие-высказывание о невалидности имеет риск, равный самому показателю.

4) Концептуальные события-высказывания прогнозируют развитие системы. Вероятности истинности событий-высказываний оценивают по экспертной информации.

5) Индикативные события-высказывания рассматриваются как невалидные события. Их мерой опасности является отклонение значений параметра от заданных.

6) События-высказывания о латентности. Вероятности событий-высказываний оценивают по результатам общественных опросов и информации социальных сетей.

Новые типы ЛВ-моделей риска. На основе событий-высказываний введены новые типы ЛВ-моделей риска СЭС [3, 4]:

1. Гибридные ЛВ-модели риска неуспеха решения социально-экономических проблем. Их строят на основе сценария риска для субъектов, участвующих в решении проблемы, и сценария риска для объектов-задач, составляющих суть проблемы.

2. ЛВ-модели невалидности строят по невалидным событиям.

3. Концептуальные ЛВ-модели прогнозирования риска состояния или развития системы. Они строятся на основе описаний специалистов, понимающих суть проблемы.

4. Индикативные ЛВ-модели опасности системы строят по невалидным индикативным показателям.

Эти новые типы ЛВ-моделей риска могут быть использованы для всестороннего анализа и управления экономической безопасностью СЭС-1, СЭС-2 и СЭС-3.

Концептуальная ЛВ-модель рассмотрена на примере ЛВ-модели прогнозирования развития наркотизации [3]. Общая концептуальная ЛВ-модель прогнозирования развития объединяет шесть процессов (ЛВ-моделей). Концептуальная ЛВ-модель прогнозирования каждого процесса развития является Л-объединением ИС-высказываний. Их риски оценивают по экспертной информации.

Индикативная ЛВ-модель опасности состояния СЭС. Состояния СЭС описывают набором показателей. Например, состояние системы инноваций описывают 84 показателя, состояние наркотизации страны — 40 показателей [3]. Наборы показателей позволяют сравнивать разные страны и устанавливать их рейтинги. Не все показатели могут быть индикаторами опасности системы, но по ним строят индикативные показатели опасности.

Невалидная ЛВ-модель состояния системы. Рассмотрим построение ЛВ-моделей риска невалидности СЭС на примере системы Y , которая может иметь опасные состояния Y_1, \dots, Y_6 . Обозначим опасные состояния событиями и логическими переменными с теми же идентификаторами. Состояния вызывают невалидные параметры Z_1, \dots, Z_{11} , которые могут быть неприемлемыми или опасными и рассматриваются как иницирующие для появления невалидных состояний Y_1, \dots, Y_6 . Невалидные состояния Y_1, Y_2, \dots, Y_6 вызываются (\leftarrow) невалидными параметрами: $Y_1 \leftarrow Z_3, Z_8, Z_9, Z_{10}$; $Y_2 \leftarrow Z_1, Z_3, Z_6, Z_{11}$; $Y_3 \leftarrow Z_1, Z_4, Z_5, Z_{10}$; $Y_4 \leftarrow Z_2, Z_3, Z_8, Z_5, Z_{11}$; $Y_5 \leftarrow Z_4, Z_7, Z_9, Z_{10}$; $Y_6 \leftarrow Z_2, Z_6, Z_8, Z_{11}$. Сценарий, например невалидного состояния Y_1 зависит от $Z_3 \wedge Z_8 \wedge Z_9 \wedge Z_{10}$. Связь невалидных состояний системы с невалидными параметрами записывается таблицей связей, и строятся логическая и вероятностная модели риска невалидного состояния СЭС.

В гибридной ЛВ-модели риска неуспеха СЭС участвуют субъекты: правительство, бизнес, ученые, общественное мнение.

Гибридные ЛВ-модели риска неуспеха СЭС включают в себя также объекты (задачи), составляющие суть проблемы. Ниже гибридные ЛВ-модели рассматриваются для СЭС-1.

Событие-высказывание о неуспехе субъекта представляется в виде логического сложения событий «Отсутствие желания» и «Отсутствии возможности». Некоторые субъекты не желают решения проблемы. Лауреат Нобелевской премии Дж. Бьюкенен показал, что государство склонно сотрудничать с коррупцией и преступностью. Необходимы желания и возможности общественного мнения (в лице оппозиции, демократии, газет и телевидения), чтобы заставить правительство работать в интересах людей. Общественное мнение выражается также депутатскими запросами и демонстрациями.

Важная роль при построении гибридных ЛВ-моделей риска отводится сценариям, которые используются также для оценки вероятностей событий-субъектов и событий-объектов методом рандомизированных сводных показателей [9].

3. Гибридные ЛВ-модели риска СЭС. *Гибридная ЛВ-модель риска противодействия коррупции.* Сценарий неуспеха решения этой социально-экономической проблемы (difficulty problem) формулируется так (рисунок 1) [3]: неуспех решения трудной проблемы DP происходит из-за неуспеха субъектов (subjects) S и неуспеха объектов (objects) T .

Неуспех события-высказывания S зависит от субъектов S_1, S_2, \dots, S_5 (правительства, бизнеса, служб противодействия экономическим преступлениям, ученых, общественного мнения). Неуспех события T зависит от объектов — решения задач T_1, T_2, T_3 . Здесь $DP, S, T, S_1, S_2, \dots, S_5, T_1, T_2, T_3$ — события неуспеха и соответствующие Л-переменные.

Логические функции неуспеха событий:

$$DP = S \wedge T; \quad S = S_1 \vee S_2 \vee \dots \vee S_5; \quad T = T_1 \vee T_2 \vee T_3. \quad (1)$$

В-функции неуспеха событий:

$$P\{DP = 0\} = P\{S = 0\} \cdot P\{T = 0\}; \quad (2)$$

$$P\{S = 0\} = P\{S_1 = 0\} + P\{S_2 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\}) +$$

$$P\{S_3 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\})(1 - P\{S_2 = 0\}) + \dots;$$

$$P\{T = 0\} = P\{T_1 = 0\} + P\{T_2 = 0\}(1 - P\{T_1 = 0\}) +$$

$$P\{T_3 = 0\}(1 - P\{T_1 = 0\})(1 - P\{T_2 = 0\}).$$

ЛВ-модель риска неуспеха субъектов. Риск неуспеха события S зависит от риска неуспеха субъектов (рисунок 1): Государства S_1 , Бизнеса S_2 , Служб экономических преступлений S_3 , Ученых S_4 , Общественного мнения S_5 . События-субъекты связаны логической операцией *ИЛИ* и обозначаются логическими переменными S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 . Событие неуспеха субъектов S_j будем представлять как сложное событие в виде логического сложения событий «отсутствие желаний» W_j и «отсутствие возможностей» O_j , имеющих вероятности.

Если принять риски неуспеха субъектов S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 равными $P_1=P_2=\dots=P_5=0.5$, то риск неуспеха события S велик, $P\{S=0\} = 0,97$.

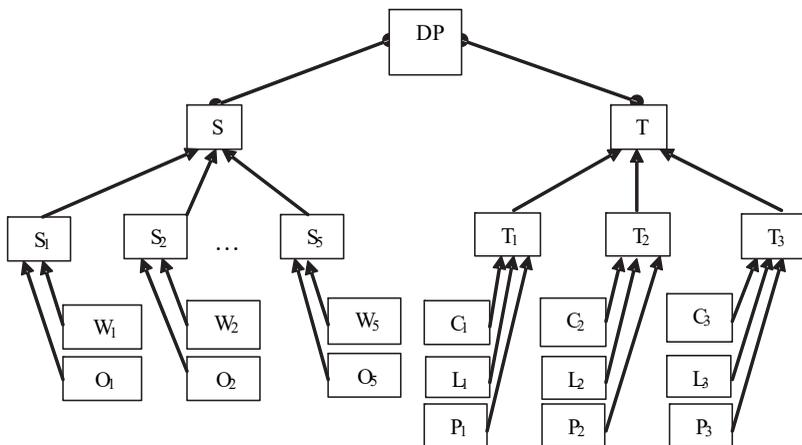


Рис. 1. Структурная модель риска неуспеха решения проблемы коррупции

Объекты гибридной ЛВ-модели риска следующие: T_1 — ЛВ-модель коррупции учреждения, выдающего разрешения или ресурсы; T_2 — ЛВ-модель мошенничества и воровства сотрудников, T_3 — ЛВ-модель взятка при обслуживании [3, 5]. Последовательно для каждого i -объекта строят сценарий риска неуспеха C_i , Л-модель риска неуспеха L_i и В-модель риска P_i , что оказывается часто трудоемким процессом.

Приведем сценарий риска неуспеха решения проблемы, необходимые для экспертной оценки вероятностей неуспеха P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 субъектов S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 .

Государство. Это аппарат президента, правительство, Государственная Дума (ГД) и Совет Федераций (СФ). Желание W_1 решить проблему проявляется в многочисленных заявлениях своих руководителей, обещаниях и создании разных комиссий. Возможности O_1 решить проблему ограничены, ибо государственные органы не

имеют знаний о моделировании риска. Кроме того, существует проблема коррупции.

Бизнес. Взятка касается взяткодателя и взяткополучателя, каждый имеет свою выгоду. Взяткодатель решает свою проблему быстрее, получает привилегии, обходит закон. Взяткополучатель имеет денежную или материальную выгоду. Желания бизнеса W_2 — делать деньги как можно больше, быстрее, любыми способами и выжить в конкурентной борьбе. Однако бизнес заинтересован в стабильных правилах игры для снижения риска разорения. Государство удерживает бизнес в цивилизованных границах.

Службы экономических преступлений устраивает существующая система с оперативно-розыскными мероприятиями, дающая немалый доход.

Ученые создали ЛВ-модели риска мошенничеств чиновников и менеджеров, афер с инвестициями, построили модель риска взяток в учреждении, выдающем ресурсы и разрешения, и модель выявления взяток чиновников по анализу параметров обслуживания.

Общественное мнение имеет желание W_5 решить проблему взяток и коррупции. Свои возможности оно осуществляет через средства массовой информации (телевидение, газеты) через проведение митингов, демонстраций и т.д. Без изменения политики государства и поведения бизнеса, привлечения ученых и общественного мнения актуальную для страны проблему не решить.

Гибридная ЛВ-модель риска неуспеха противодействию наркотизации рассмотрена без учета и с учетом коррупции [3].

ЛВ-модель риска без учета коррупции. Гибридная ЛВ-модель риска неуспеха решения проблемы наркотизации объединяет сценарии риска для субъектов и объектов. Неуспех решения проблемы DP_{nar} зависит от субъектов $S_{nar}(S_1, S_2, \dots, S_{11})$, принимающих участие в решении проблемы, и объектов — задач $T_{nar}(TN_1, \dots, TN_6)$, составляющих суть проблемы (рисунок 2, правая часть).

Проблему решают субъекты: S_1 — Президент; S_2 — Правительство; S_3 — ГД; 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 являются: TN_1 — система мониторинга наркоситуации; TN_2 — гибридные ЛВ-модели риска неуспеха решения проблемы наркотизации; TN_4 — концептуальная ЛВ-модель риска прогнозирования

наркотизации; TN_5 — индикативная ЛВ-модель опасности наркотизации; TN_6 — методики ЛВ-анализа и управления риском.

Обозначим DP_{nar} , S_{nar} , T_{nar} , S_1 , S_2, \dots, S_{11} , TN_1 , TN_2, \dots, TN_6 как события и соответствующие Л-переменные. Сценарий неуспеха решения этой трудной проблемы DP_{nar} формулируется так: неуспех события DP_{nar} происходит из-за неуспеха событий S_{nar} и событий T_{nar} .

Логические функции неуспеха событий:

$$\begin{aligned} DP_{nar} &= S_{nar} \wedge T_{nar}; \quad S_{nar} = S_1 \vee S_2 \vee \dots \vee S_{11}; \\ T_{nar} &= TN_1 \vee TN_2 \vee \dots \vee TN_6. \end{aligned} \quad (3)$$

Вероятностные функции неуспеха событий:

$$P\{DP_{nar} = 0\} = P\{S_{nar} = 0\} \cdot P\{T_{nar} = 0\}; \quad (4)$$

$$\begin{aligned} P\{S_{nar} = 0\} &= P\{S_1 = 0\} + P\{S_2 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\}) + \\ &+ P\{S_3 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\})(1 - P\{S_2 = 0\}) + \dots; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P\{T_{nar} = 0\} &= P\{TN_1 = 0\} + P\{TN_2 = 0\}(1 - P\{TN_1 = 0\}) + \\ &+ P\{TN_3 = 0\}(1 - P\{TN_1 = 0\})(1 - P\{TN_2 = 0\}) + \dots \end{aligned}$$

Составляются сценарии для субъектов ЛВ-модели риска, в которых учитываются их желания и возможности. Для моделей риска объектов разрабатываются сценарии, логические и вероятностные модели риска.

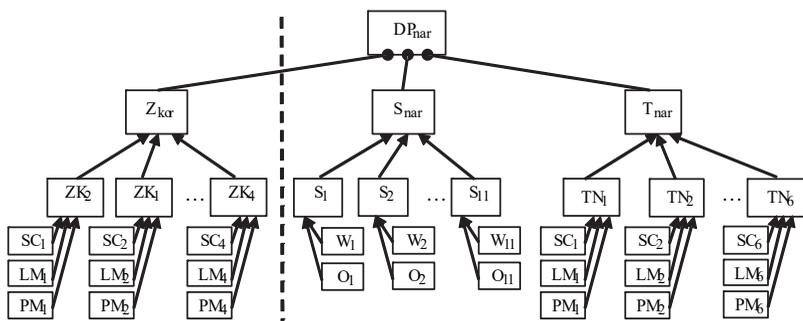


Рис. 2. Структурная модель риска неуспеха решения проблемы наркотизации

Государство $S_1 - S_4$. Это президент, правительство, ГД, СФ.

Блок $S_5 - S_9$. Это Прокуратура, ФС по контролю за оборотом наркотиков и др.

Ученые S_{10} создали ЛВ-модели для противодействия наркотизации регионов и противодействию коррупции.

Общественное мнение S_{11} имеет желание W_{11} решить проблему наркотизации страны. Свои возможности O_{11} оно осуществляет через оппозицию, средства массовой информации (телевидение, газеты), проведение митингов, демонстраций и т. д.

Объекты гибридной ЛВ-модели риска. Задачам TN_1, TN_2, \dots, TN_6 соответствуют ЛВ-модели риска. Последовательно для каждой i -задачи строят сценарий SC_i , Л-модель LM_i и В-модель риска PM_i . В задачах используются статистические данные.

ЛВ-модель риска неуспеха с учетом коррупции. Структурная модель риска неуспеха противодействию наркомании с учетом противодействия коррупции приведена на рисунке 2 (левая и правая часть рисунка). Она логически объединяет ЛВ-модель противодействия наркомании и задачи противодействия коррупции субъектов S , принимающих участие в решении проблемы. Левая часть схемы заимствована из ЛВ-модели риска неуспеха противодействия коррупции Z_{kor} . ЛВ-модель содержит следующие задачи-события: ZK_1 — создание системы мониторинга коррупции в субъектах; ZK_2 — противодействие коррупции в учреждении и ZK_3 — мошенничеству чиновников; ZK_4 — противодействие взяткам при обслуживании.

Далее нужно записать Л-модели риска, выполнить их ортогонализацию, получить соответствующие В-модели риска неуспеха противодействию наркотизации.

Гибридная ЛВ-модель риска неуспеха системы инноваций объединяет сценарии риска для субъектов и объектов [3]. Неудача решения этой проблемы DP_{inn} зависит от субъектов S_1, S_2, \dots, S_5 , участвующих в решении проблемы, и задач $T_{inn}(T_1, T_2, T_3)$ составляющих проблемы (рисунок 3).

Субъекты, принимающие участие в решении проблемы инноваций: S_1 — Государство (президент, правительство, ГД, СФ); S_2 — Бизнес, S_3 — Банки, S_4 — Ученые, S_5 — Общество.

Задачами, составляющими суть проблемы, являются: T_1 — выделение характеристик системы поддержки инноваций в стране; T_2 — создание концептуальной ЛВ-модели риска развития системы поддержки инноваций; T_3 — создание индикативной ЛВ-модель риска разработки и внедрения конкретной инновации; создание ЛВ-модели невалидности системы наркотизации.

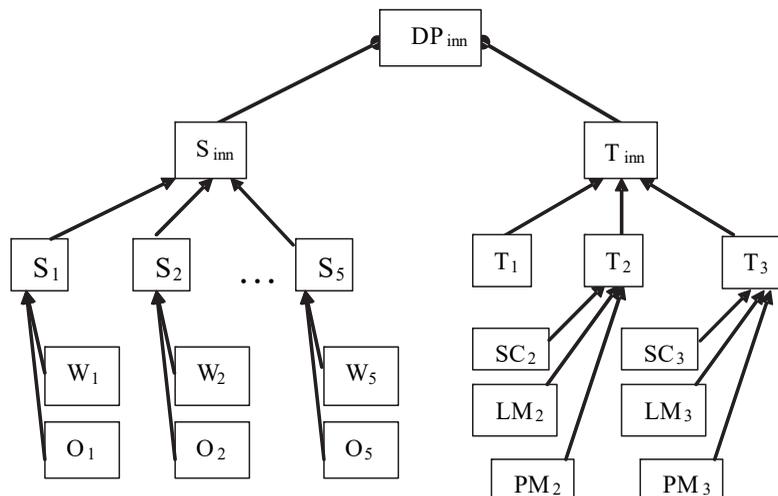


Рис. 3. Гибридная ЛВ-модель риска проблемы инноваций

Вероятности инициирующих событий $S_1, S_2, \dots, S_5, T_1, T_2, T_3$ оцениваются методом рандомизированных сводных показателей по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации (ННН-информации) [6, 9]. Составляются сценарии для субъектов ЛВ-модели риска, в которых учитываются их желания и возможности. Для моделей риска объектов-задач разрабатываются структурные, логические и вероятностные модели риска.

Приведем сценарии для субъектов, принимающих участие в решении проблемы инноваций, которые будем использовать для построения ЛВ-моделей риска и оценки вероятностей событий по ННН-экспертной информации.

Государство S_1 . Это Президент, Правительство, ГД, СФ. Желание W_1 решить проблему государство проявляет в многочисленных декларативных заявлениях своих руководителей, обещаниях и создании постановлений и законов. Возможности O_1 решить проблему ограничены из-за отсутствия знаний и ресурсов.

Бизнес S_2 . Желание W_2 бизнеса — зарабатывать как можно больше, быстрее, любыми способами и выжить в конкурентной борьбе. Бизнес поддержит те инновации, которые в краткосрочной перспективе принесут ему прибыль. Государство как регулятор может обязывать бизнес отчислять часть прибыли в фонд инноваций.

Банки S_3 . Желание W_3 банков — зарабатывать как можно больше и выжить в конкурентной борьбе. Банки заинтересованы дать

кредит под инновации, которые без риска принесут ему прибыль. Государство как регулятор может обязывать банки отчислять часть прибыли в фонд инноваций.

Ученые S_4 создали для анализа и управления системой инноваций гибридную и индикативную ЛВ-модели, а также соответствующие программные комплексы.

Общественное мнение S_5 . Риски неуспеха событий, зависящих от «отсутствие желаний» и «отсутствие возможностей» у субъектов разные. Некоторые субъекты могут не желать решения проблемы. Необходимы желания и возможности ученых и общественного мнения бороться с непрофессиональным правительством.

4. Специальное математическое обеспечение безопасности.

Концепции и принципы управления социально-экономической безопасностью СЭС:

- 1) Принцип управления по критерию риска с оценкой потерь;
- 2) Концепция социальной справедливости в обществе Нобелей: значительную часть прибыли они тратили на рабочих: платили достойную зарплату, строили дома, детские сады и школы, обеспечивали бесплатные медицинские услуги, повышали квалификацию рабочих, вкладывали средства в науку и инновации;
- 3) Концепция китайского руководства (Ли Кэцян), заключающаяся в том, что ставится знак равенства между инновациями технологическими и инновациями в управлении, в том числе государственном;
- 4) Принцип управления развитием системы как сложным объектом с движением по заданной программной траектории и коррекцией в случае отклонения от нее;
- 5) Принцип управления по сигнальным событиям с коррекцией вероятностей инициирующих событий ЛВ-моделей риска СЭС.

Новая математика в ЛВ-моделях риска. В топ-экономике используются следующие новые математические методы и алгоритмы:

1. Понятие «невалидность» в экономике по аналогии с отказом в надежности в технике, но имеющая много значений (multi-state).
2. Новые булевы события-высказывания в экономике: события неуспеха субъектов (государства, бизнеса, ученых, общественного мнения); сигнальные события (в экономике, политике, праве, инновациях, стихийных бедствиях и изменениях на мировом рынке); события невалидности систем; концептуальные события-высказывания прогнозирования риска; индикативные события-высказывания опасности системы; события-высказывания о латентности опросов и информации социальных сетей; несовместные события.

3. Логико-вероятностное исчисление.

4. Новые ЛВ-модели риска с событиями-высказываниями: гибридные ЛВ-модели риска неуспеха в управлении СЭС; ЛВ-модели невалидности систем, концептуальные ЛВ-модели прогнозирования состояния систем; индикативные ЛВ-модели опасности систем.

5. Метод сводных рандомизированных показателей для синтеза вероятностей событий.

6. Методы построения, анализа и управления риском СЭС.

7. Метод нелинейной идентификации для задач с большим числом вещественных оцениваемых переменных (около ста) и целочисленным критерием оптимизации.

8. Доказательство невозможности сформировать тестирующие выборки в задачах классификации объектов, заданных показателями с градациями.

9. Алгоритм исключения некорректных и устаревших данных в задачах классификации объектов.

10. Алгоритм управления предприятиями по вкладам случайных событий в «хвосты» распределения параметра эффективности.

11. Алгоритм замены ЛВ-модели риска в задаче классификации после формирования и анализа сигнальных партий объектов.

12. Алгоритм перехода от ЛВ-модели эффективности к ЛВ-модели прогнозирования риска в пространстве состояний.

13. Формула Байеса при ограниченном количестве информации.

14. Специальные software Exra и Arbiter для вычислений и лабораторных работ по учебному курсу «Топ-экономика».

15. Преобразование любой базы данных (БД) в базу знаний (БЗ) — систему логических уравнений для задач риска.

16. Связь ЛВ-моделей риска СЭС с внешней средой через сигнальные события-высказывания.

17. Связь ЛВ-моделей риска разных СЭС через повторные иницирующие события.

Специальное математическое обеспечение технологии управления социально-экономической безопасностью и основы ЛВ-исчисления должны изучаться студентами и специалистами.

Синтез вероятностей событий в экспертной системе. В технологии ЛВ-управления риском состояния и развития СЭС, когда нет других данных, оценивают вероятности событий по ННН-экспертной информации [6, 9]. Динамичность ЛВ-моделей риска СЭС обеспечивается коррекцией вероятностей ИС в следующих случаях:

- появление новых данных о состояниях системы;
- появление сигнальных событий в экономике, политике, праве;

- повышение квалификации персонала;
- изменение ситуации на мировом рынке;
- проведение реформ в образовании, науке и экономике.

Метод рандомизированных сводных показателей используют для синтеза вероятностей ИС по ННН-информации. Эксперт не может дать точную оценку вероятности 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 ординальной порядковой информации и интервальной информации.

Ординальная порядковая экспертная информация:

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

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). 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 двух и более экспертов. Составляют таблицу оценок весовых коэффициентов гипотез от всех экспертов. Вычисляют весовые коэффициенты $w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$ гипотез A_1, A_2, \dots, A_m по данным таблицы и весомостям самих экспертов.

Динамичность гибридных ЛВ-моделей риска неуспеха. Динамичность гибридных ЛВ-моделей риска неуспеха СЭС обеспечивается коррекцией вероятностей ИС при появлении новых статистических данных о состояниях системы, сигнальных событий об изменениях в экономике, политике, в законах, в инновациях; изменении ситуации на мировом рынке; проведении реформ в образовании, науке и экономике [3, 4, 10–12]. Эти данные получают от системы мониторинга. Коррекцию вероятностей выполняют один или несколько экспертов с использованием системы *Exra*.

5. Специальные Software для гибридных ЛВ-моделей риска *Exra* для синтеза вероятностей событий. Применение метода рандомизированных сводных показателей из-за перебора большого числа вариантов сопряжено с вычислительными сложностями. Для преодоления этого создано Software *Exra* [6].

Внешний вид программного комплекса в режиме определения переменных представлен на рисунке 4.

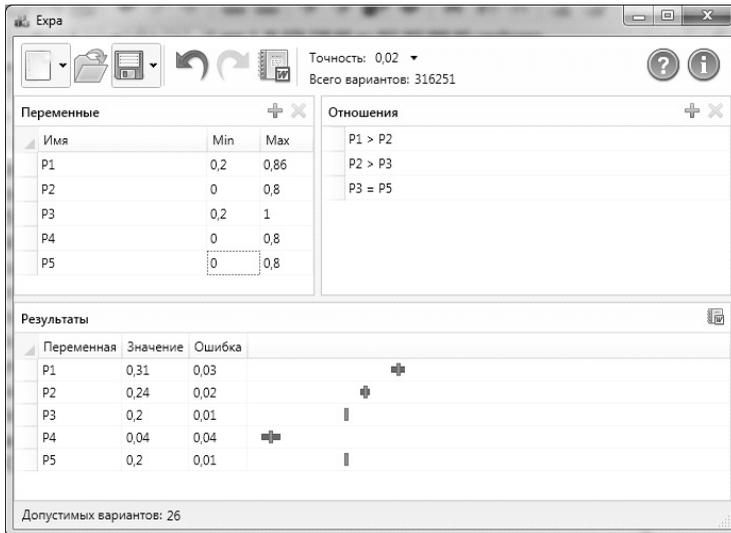


Рис. 4. Программа *Exra*. Синтез вероятностей альтернатив: 1 – раздел переменных; 2 – раздел отношений; 3 – раздел результатов расчетов

Термин «переменная» используется для общности. Алгоритм работы следующий:

- В разделе 1 (окне) вводится перечень переменных.
- В том же разделе назначаются допустимые интервалы (интервальная информация).
- В разделе 2 вводятся отношения (ординальная информация).
- В строке управления назначается точность моделирования (0,01; 0,02; 0,04; 0,05) и автоматически вычисляется число возможных вариантов решения (316251).

Производится запуск вычислений, результаты выводятся в разделе 1. Возможно также построение отчёта в формате *Word*.

Сводные оценки от множества экспертов выполняются в последовательности (рисунок 5):

- В разделе 4 вводится перечень экспертов;
- Назначаются допустимые интервалы для весов каждого эксперта (колонки);
- В разделе 5 вводятся значения оценок от каждого эксперта.
- В разделе 6 задаются отношения предпочтения для экспертов.
- Назначается точность моделирования (0,01; 0,02; 0,04; 0,05).
- Запуск вычислений, результаты выводятся на экран (рисунок 6).

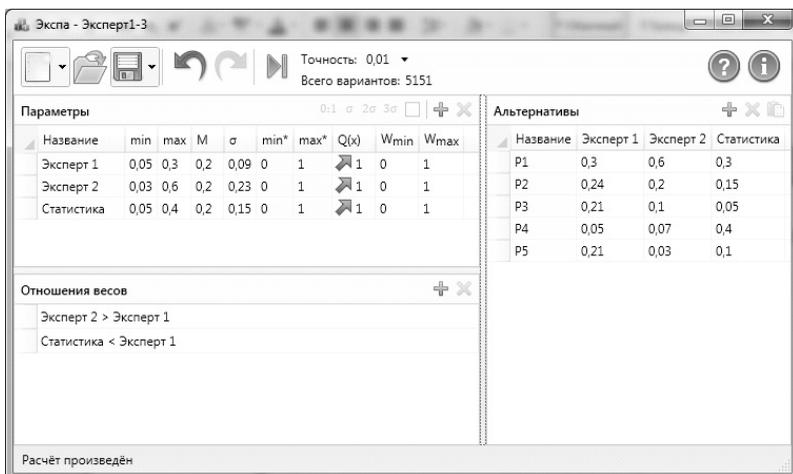


Рис. 5. Программа *Expa*. Получение сводных оценок от нескольких экспертов: 4 — перечень экспертов; 5 — таблица со значениями оценок от каждого эксперта; 6 — таблица отношений для весов экспертов

Software *Арбитр* аттестован Ростехнадзором РФ в 2007 г. и является первым отечественным программным средством, основанным на ОЛВМ и реализующим новую технологию монотонного и немонотонного ЛВ-анализа (моделирования и расчета показателей) различных свойств надежности и безопасности структурно-сложных системных объектов различного назначения.

Арбитр применяют более 30 организаций России, в том числе 12 высших учебных заведений. Для вузов *Арбитр* поставляется в сетевой версии на 15 рабочих мест на льготных условиях.

6. Пример исследований на ЛВ-модели риска. Выполним количественную оценку и анализ риска неуспеха противодействию коррупции на гибридной ЛВ-модели (рисунок 1). На экспертной системе *Exra* группа из четырех экспертов синтезировала вероятности инициирующих событий (ИС), приведенных в таблицах 1 и 2. Логические переменные для производных событий приведены в таблице 3.

Таблица 1. Риски инициирующих событий $W_i, O_i, i = 1, \dots, 10$

Иницирующие события субъектов и объектов, их логические переменные и вероятности									
W_1	O_1	W_2	O_2	W_3	O_3	W_4	O_4	W_5	O_5
Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{10}
0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3

Таблица 2. Риски инициирующих событий $W_i, O_i, i = 11, \dots, 19$

Иницирующие события субъектов и объектов, их логические переменные и вероятности								
C_1	L_1	P_1	C_2	L_2	P_2	C_3	L_3	P_3
Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}	Y_{17}	Y_{18}	Y_{19}
0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03

Таблица 3. Обозначение производных событий и логических переменных

События-субъекты и события-объекты	DP	S	T	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	T_1	T_2	T_3
Логические переменные	Y_{30}	Y_{29}	Y_{28}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}	Y_{17}	Y_{18}	Y_{19}

Логическая модель риска неуспеха противодействия коррупции
(машинный документ программного комплекса *Арбитр*):

$$\begin{aligned}
 Y_{30} = & 10.19 + 9.19 + 8.19 + 7.19 + 6.19 + 5.19 + 4.19 + 3.19 + 2.19 + 1.19 \\
 & + 10.18 + 9.18 + 8.18 + 7.18 + 6.18 + 5.18 + 4.18 + 3.18 + 2.18 + 1.18 + \\
 & 10.17 + 9.17 + 8.17 + 7.17 + 6.17 + 5.17 + 4.17 + 3.17 + 2.17 + 1.17 + 10.16 \\
 & + 9.16 + 8.16 + 7.16 + 6.16 + 5.16 + 4.16 + 3.16 + 2.16 + 1.16 + 10.15 + \\
 & 9.15 + 8.15 + 7.15 + 6.15 + 5.15 + 4.15 + 3.15 + 2.15 + 1.15 + 10.14 + 9.14 \\
 & + 8.14 + 7.14 + 6.14 + 5.14 + 4.14 + 3.14 + 2.14 + 1.14 + 10.13 + 9.13 + \\
 & 8.13 + 7.13 + 6.13 + 5.13 + 4.13 + 3.13 + 2.13 + 1.13 + 10.12 + 9.12 + 8.12 \\
 & + 7.12 + 6.12 + 5.12 + 4.12 + 3.12 + 2.12 + 1.12 + 10.11 + 9.11 + 8.11 + \\
 & 7.11 + 6.11 + 5.11 + 4.11 + 3.11 + 2.11 + 1.11,
 \end{aligned} \tag{12}$$

где в машинном документе иницирующие логические переменные $Y_1 \dots Y_{19}$ заданы своими номерами, знак «+» — операция Л-сложения; знак « \cdot » — операция Л-умножения.

Вероятностная модель неуспеха противодействию коррупции, построенная после ортогонализации Л-модели риска (13), следующая:

$$\begin{aligned}
 P\{Y_{30}=0\} = & P_{19} + P_{18} \cdot Q_{19} + P_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + P_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + P_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} \\
 & + P_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + 12 \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_5 \cdot Q_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_4 \cdot Q_5 \cdot Q_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_3 \cdot Q_4 \cdot Q_5 \cdot Q_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_2 \cdot Q_3 \cdot Q_4 \cdot Q_5 \cdot Q_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot Q_{19} + \\
 & P_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot Q_4 \cdot Q_5 \cdot Q_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15} \cdot Q_{16} \cdot Q_{17} \cdot Q_{18} \cdot \\
 & Q_{19},
 \end{aligned} \tag{13}$$

где P_i — риск i -иницирующего события; $Q_i = 1 - P_i$; «точка» — знак арифметического умножения и «плюс» знак арифметического сложения (в машинном документе *Арбитр*).

Анализ гибридной ЛВ-модели риска. Значимости и вклады ИС в риск неуспеха системы $P\{Y_{DP}\}$ приведены в таблице 4 для случая конъюнктивной логической связи событий Y_S и Y_T .

Результаты расчетных исследований показали, что основной вклад в риск неуспеха противодействию коррупции и взяткам вносят субъекты $P\{Y_T\} = 0.97344$. События-объекты вносят меньший вклад $P\{Y_S\} = 0.26351$, так как ученые уже разработали основные методики,

алгоритмы и программное обеспечение. Общий риск неуспеха противодействию коррупции и взяткам равен $P\{Y_{DP}\}=0.256517$. Вклады и значимости инициирующих событий в риск неуспеха (таблица 1, столбцы 3–5), из-за простой структуры модели риска, примерно пропорциональны значениям риска этих событий.

При дизъюнктивной логической связи событий Y_S и Y_T , получены следующие результаты: $P\{Y_T\}=0.97344$; $P\{Y_S\}=0.26351$; $P\{Y_{DP}\}=0,98044$. Результаты исследований по противодействию коррупции свидетельствуют о необходимости реформ в стране.

Таблица 4. Значимости и вклады инициирующих событий

НомерИС	Риск, P_i	Значимость ИС	Вклад на «-»	Вклад на «+»
1	0.400000	+1.16619E-02	-4.66476E-03	+6.99713E-03
2	0.200000	+8.74642E-03	-1.74928E-03	+6.99713E-03
3	0.200000	+8.74642E-03	-1.74928E-03	+6.99713E-03
4	0.300000	+9.99591E-03	-2.99877E-03	+6.99713E-03
5	0.200000	+8.74642E-03	-1.74928E-03	+6.99713E-03
6	0.300000	+9.99591E-03	-2.99877E-03	+6.99713E-03
7	0.400000	+1.16619E-02	-4.66476E-03	+6.99713E-03
8	0.300000	+9.99591E-03	-2.99877E-03	+6.99713E-03
9	0.400000	+1.16619E-02	-4.66476E-03	+6.99713E-03
10	0.300000	+9.99591E-03	-2.99877E-03	+6.99713E-03
11	0.050000	+7.54663E-01	-3.77331E-02	+7.16930E-01
12	0.020000	+7.31561E-01	-1.46312E-02	+7.16930E-01
13	0.030000	+7.39103E-01	-2.21731E-02	+7.16930E-01
14	0.050000	+7.54663E-01	-3.77331E-02	+7.16930E-01
15	0.020000	+7.31561E-01	-1.46312E-02	+7.16930E-01
16	0.030000	+7.39103E-01	-2.21731E-02	+7.16930E-01
17	0.050000	+7.54663E-01	-3.77331E-02	+7.16930E-01
18	0.020000	+7.31561E-01	-1.46312E-02	+7.16930E-01
19	0.030000	+7.39103E-01	-2.21731E-02	+7.16930E-01

Национальная безопасность. Рассмотрим использование ЛВ-моделей риска для управления национальной безопасностью страны. Связь науки и национальной безопасности исследована в работе [13]. Ведение экономических войн с санкциями описан в работе [3] с использованием ЛВ-моделей невалидности социально-экономического систем страны. Методика основа на анализе значимостей и вкладов ИС в риск системы (таблица 4).

Суть экономической войны состоит в том, что для своих СЭС мы хотим иметь минимальный риск, а противник желает увеличить его. И наоборот, противник хочет иметь минимальный риск своих СЭС, а мы хотим увеличить его.

Для количественного прогнозирования риска экономического состояния от угроз и санкций других стран следует построить ЛВ-модели невалидности СЭС страны и вычислить на них вклады ИС, чтобы установить самые опасные ИС и способы их защиты.

Для количественного прогнозирования риска экономического состояния противодействующей страны от угроз и санкций своей страны следует построить ЛВ-модели невалидности СЭС противоборствующей страны и вычислить на них вклады ИС, чтобы установить опасные ИС, их комбинации и выбрать самые эффективные санкции.

Таким образом, топ-экономика рассматривает не только управление социально-экономической безопасностью, но и некоторые аспекты управления национальной безопасностью страны, а именно:

1. Методика экономических войн с санкциями с использованием ЛВ-моделей риска социально-экономических систем (СЭС).

2. Гибридные ЛВ-модели риска неуспеха следующих значимых СЭС в национальной безопасности страны:

- Противодействие коррупции;
- Противодействие наркотизации;
- Управление системой инноваций страны.

3. Технология построения гибридных ЛВ-моделей для оценки и анализа риска неуспеха сложных систем, процессов и проектов по национальной безопасности страны.

7. Заключение. Основные результаты работы следующие:

1. Сделаны обобщения по разработке гибридных ЛВ-моделей для оценки риска неуспеха социально-экономических систем.

2. Изложены положения невалидности для построения гибридных ЛВ-моделей риска неуспеха СЭС.

3. Описаны гибридные ЛВ-модели риска неуспеха СЭС: противодействие коррупции; противодействие наркотизации населения; управление системой инноваций страны.

4. Обобщена схема построения гибридной ЛВ-модели риска неуспеха СЭС: составляют сценарии неуспеха субъектов, решающих проблему, и неуспеха объектов, составляющих суть проблемы; оценивают вероятности событий-высказываний, строят и анализируют гибридную логико-вероятностную модель риска.

5. Описаны и апробированы программные комплексы *Арбитр* для структурно-логического моделирования и *Exra* для синтеза вероятностей событий-субъектов и событий-объектов.

6. Рассмотрено применение гибридных ЛВ-моделей риска в обеспечении национальной безопасности страны.

7. Полученные результаты позволяют улучшить управление экономикой страны.

8. Гибридные ЛВ-модели риска неуспеха социально-экономических систем нашли практическое применение учебном курсе и лабораторных работах экономического факультета ГУАП.

Литература

1. *Buchanan J.* Selected Works (Death of the West, etc) // Moscow: Alfa Press. 1997.
2. *Heckman J.J., Leamer E.* Handbook of econometrics // Elsevier. 2007. vol. 6. 52 p.
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. № 6. С. 30–43.
5. *Соложенцев Е.Д.* Технологии управления риском в структурно-сложных системах: уч. пособие // СПб.: ГУАП. 2013. 435 с.
6. *Алексеев В.А., Карасева Е.И.* Синтез и анализ вероятностей событий по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации // Проблемы анализа риска. 2014. № 3. С. 22–31.
7. *Можжаев А.С.* Аннотация программного средства "АРБИТР" (ПК АСМ СЗМА) // Научно-технический сборник «Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика ядерных реакторов». М.: РНЦ «Курчатовский институт». 2008. Вып.2. С.105–116.
8. *Рябинин И.А.* Надежность и безопасность структурно-сложных систем: 2-е изд. // СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 2007. 276 с.
9. *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. 2007. vol. 195. no. 3. pp. 857–863.
10. *Соложенцев Е.Д., Карасев В.В.* Мониторинг и управление процессом кредитования банка с использованием логико-вероятностных моделей риска // Проблемы анализа риска. 2013. Вып. 10. № 6. С.78–87.
11. *Solozhentsev E.D.* Logic and probabilistic risk models for management of innovations system of country // IJ RAM. 2015. vol. 18. no. 3/4. pp. 237–255.
12. *Solozhentsev E.D.* Risk Management Technologies with Logic and Probabilistic Models // Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer. 2012. 328 p.
13. *Юсупов, Р.М.* Наука и национальная безопасность: 2-е изд., переработанное и дополненное // СПб.: Наука. 2011. 360 с.

Карасев Василий Владимирович — к-т техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории интегрированных систем автоматизированного проектирования, Институт проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН). Область научных интересов: математическая логика, теория вероятностей, комбинаторный анализ, методы оптимизации, теория графов, методы классификации, экспертные системы, моделирование социально-экономических систем, анализ данных. Число научных публикаций — 55. vasily.karasev@gmail.com; Большой пр. В.О., 61, Санкт-Петербург, 199178; р.т.: +7(812)321-4766.

Соложенцев Евгений Дмитриевич — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий лабораторией интегрированных систем автоматизированного проектирования, Институт проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН), профессор кафедры информационных технологий в бизнесе, ФГАОУВО Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (СПбГУАП). Область научных интересов: управление риском проектирования, испытаний и эксплуатации систем, технологии управления риском, управление социально-экономической безопасностью систем. Число научных публикаций — 300. esokar@gmail.com, <http://www.ipme.ru/ipme/labs/iisad/sol1.htm>; Большой пр. В.О., 61, Санкт-Петербург, 199178; р.т.: +7(812)321-4766, Факс: +7(812)321-4771.

V.V. Karasev, E.D. Solozhentsev
**HYBRID LOGICAL AND PROBABILISTIC MODELS FOR RISK
MANAGEMENT OF SYSTEMS.**

Karasev V.V., Solozhentsev E.D. Hybrid Logical and Probabilistic Models for Risk Management of Systems.

Abstract. We offer a new approach to analysis and economic safety management in socio-economic systems (SES) on the basis of a new scientific discipline “top-economics” as further development of works by Nobel Prize Laureates J. Buchanan and J. Heckman. We introduce the “invalidity” concept by analogy with reliability and safety in engineering. We use new Boolean events-propositions and new LP risk models for economic safety management.

Logical and probabilistic (LP) risk models of SES take into account initiating events (IEs), which depend on the state, business, science and society, and signal events about changes in economics, politics, law, innovations, natural disasters and wars, global market fluctuations in order to correct probabilities of IEs.

We have performed generalizations in the development of hybrid LP-models for estimation and analysis of SES failure risk. Properties, advantages and features of “invalidity” and “top-economics” have been determined. Examples of the following hybrid LP risk models of SESs have been developed: counteraction to corruption, counteraction to drug addiction, country’s innovation system management.

We present examples of scenarios of failure of subjects (government, business, scientists and society) that solve the problem, and objects (tasks) that are the essence of the problem. Structural, logical and probabilistic risk models of SESs failure are stated. Software “Expa” (for synthesis of probabilities of events in hybrid LP-models using expert information) and “Arbiter” (for structural and logical modeling of hybrid LP risk models) are described.

Karasev Vasily Vladimirovich — Ph.D., senior researcher of intellectual integrated systems of automated design laboratory, Institute of Problems of Mechanical Engineering of Russian Academy of Sciences (IPME RAS). Research interests: logic, probability theory, combinatorial analysis, optimization methods, graph theory, classification methods and expert systems, socio-economic system modeling, data analysis. The number of publications — 55. vasily.karasev@gmail.com; 61, Bolshoy pr. V.O., Saint-Petersburg, 199178, Russia; office phone: +7(812)321-4766.

Solozhentsev Eugene Dmitrievich — Ph.D., Dr. Sci., professor, Honoured Worker of Science of Russian Federation, head of intellectual integrated systems of automated design laboratory, Institute of Problems of Mechanical Engineering of Russian Academy of Sciences (IPME RAS), professor of information technologies in business Department, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation. Research interests: modeling, analysis and management of safety and risk on stages of design, testing and operation of engineering and socioeconomic systems. The number of publications — 300. esokar@gmail.com, <http://www.ipme.ru/ipme/labs/iisad/sol1.htm>; 61, Bolshoy pr. V.O., Saint-Petersburg, 199178, Russia; office phone: +7(812)321-4766, Fax: +7(812)321-4771.

References

1. Buchanan J. Selected Works (Death of the West, etc). Moscow: Alfa Press. 1997.
2. Heckman J.J., Leamer E. Handbook of econometrics. Elsevier. 2007. vol. 6. 52 p.
3. Solozhentsev E.D. *Top-ekonomika. Upravlenie ekonomicheskoy bezopasnostiu* [Top-economics. Economic safety management]. SPb: GUAP. 2015. 256 p. (In Russ.).
4. Solozhentsev E.D. [Invalidity and events-propositions in logical and probabilistic models for risk management in socio-economic systems]. *Problemy analiza riska – Issues of risk analysis*. 2015. vol. 6. pp. 30–43. (In Russ.).

5. Solozhentsev E.D. *Tehnologii upravljenija riskom v strukturno-slozhnyh sistemah. Uch. Posobie* [Risk management technologies in structural complex systems]. SPb: GUAP. 2013. 435 p. (In Russ.).
6. Alexeev V.F., Karaseva E.I. [Synthesis and analysis of probabilities of events by non-numerical, inaccurate and incomplete information]. *Problemy analiza riska – Issues of risk analysis*. 2014. vol. 3. pp. 22–31. (In Russ.).
7. Mozhaev A. S. [Software “Arbitr” (PK ASM SZMA) annotation]. *Nauchno-tehnicheskij sbornik «Voprosy atomnoj nauki i tehniki. Serija «Fizika jadernyh reaktorov» – Scientific and technical collection "Problems of Atomic Science and Technology. "Physics of nuclear reactors" series*. M.: RNC «Kurchatovskij institut». 2008. vol. 2. pp.105–116. (In Russ.).
8. Ryabinin I.A. *Nadezhnost' i bezopasnost' strukturno-slozhnyh sistem: 2-e izd.* [Reliability and safety of structural complex systems: second edition]. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta. 2007. 276 p. (In Russ.).
9. 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*. 2007. vol. 195. no 3. pp. 857–863.
10. Solozhentsev E.D., Karasev V.V. [Monitoring and management of the bank lending process with the use of logical and probabilistic risk models]. *Problemy analiza riska – Issues of risk analysis*. 2013. vol. 10. no. 6. pp. 78–87. (In Russ.).
11. Solozhentsev E.D. Logic and probabilistic risk models for management of innovations system of country. *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2015. vol. 18. no. ¾. pp. 237–255.
12. Solozhentsev E.D. *Risk Management Technologies with Logic and Probabilistic Models*. Dordrecht. Heidelberg. New York. London: Springer. 2012. 328 p.
13. Yusupov R. M. *Nauka i nacional'naja bezopasnost': 2-e izd., pererabotannoe i dopolnennoe* [Science and National Security. 2nd edition, revised and enlarged]. SPb.: Science. 2011. 360 p. (In Russ.).