

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ

SAINT-PETERSBURG STATE UNIVERSITY
OF AEROSPACE INSTRUMENTATION

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF PROBLEMS
OF MECHANICAL ENGINEERING

SAINT-PETERSBURG STATE UNIVERSITY
OF AEROSPACE INSTRUMENTATION
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF PROBLEMS OF MECHANICAL ENGINEERING

E. D. Solozhentsev

**FOUNDATION
OF EVENT-DRIVEN MANAGEMENT
OF QUALITY OF ECONOMICS,
STATE AND HUMAN LIFE**

Monograph

SAINT-PETERSBURG
NAUKA PUBLISHERS
2021

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ

Е. Д. Соложенцев

**ОСНОВЫ СОБЫТИЙНОГО
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
ЭКОНОМИКИ, ГОСУДАРСТВА
И ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

Монография

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
«НАУКА»
2021

УДК 330.328.24
ББК 65.050
С60

Соложенцев Е. Д. Основы событийного управления качеством экономики, государства и жизни человека. — СПб.: Наука, 2021. — 175 с.

ISBN 978-5-02-040314-7

Выполнен анализ существующего управления качеством экономики и государства и предложен выход из критического состояния. Сформулировано новое научное направление — событийное управление качеством экономики, государства и жизни человека на основе алгебры логики, Булевых событий-высказываний, логико-вероятностного исчисления и искусственного интеллекта. Рассмотрено событийное управление качеством экономики и государства «сверху»: новые критерии и объекты управления, новые знания и модели, новые задачи управления, управление безопасностью проживания, качеством жизни человека, выходом экономики из стагнации и др. Изложено событийное управление экономикой и государством «снизу»: сформулирована проблема управления качеством жизни человека, разработаны сценарии, логические и вероятностные модели управления качеством процессов лечения, обучения и принятия решений, приведены приложения оценки качества жизни человека для решения реальных задач. Рассмотрено участие общественного мнения, специальных Software *Arbiter* и *Expa* и цифровой экономики в систематизации результатов исследований качества жизни разных людей и управлении «снизу». Описаны обеспечения событийного управления качеством экономики, государства и жизни человека: курс дополнительного образования, основы ЛВ-исчисления, методы построения ЛВ-моделей риска, преобразование баз данных в базы знаний, технология ЛВ-моделирования риска.

Рецензент

Б. В. Соколов, заслуженный деятель науки РФ, профессор, д-р техн. наук
(Федеральный исследовательский центр РАН)

Solozhentsev E. D. Foundation of event-driven management of quality of economics, the state and human life. St. Petersburg: Nauka Publishers, 2021. — 175 p.

ISBN 978-5-02-040314-7

The analysis of the existing quality management of economics and the state is carried out and a way out of the critical state is proposed. We have formulated a new scientific direction: event-driven management of the quality of economics, the state and human life based on the algebra of logic, Boolean statements-events, logical-probabilistic calculus and artificial intelligence. The event-driven management of the quality of economics and the state “from above” is considered: new criteria and objects of management; new knowledge and models. New tasks of managing economic systems, safety of living, quality of human life, exit of the economy from stagnation have been formulated. The event-driven management of economics and the state “from below” is stated: the problem of managing the quality of human life is formulated; scenarios, logical and probabilistic models for managing the quality of treatment, training and decision-making processes are developed. Applications for assessing the quality of human life for solving real problems are named. The relationship between public opinion, special Software *Arbiter* and *Expa* and digital economics in the systematization of research results on the quality of life of different people and management from below is considered. The provision of event-driven management of the quality of economics, the state and human life is described: a course of additional education, the basics of LP-calculus, methods for constructing LP-risk models, transformation of databases into knowledge bases, LP-risk modeling technology.

© Е. Д. Соложенцев, 2021

© Редакционно-издательское оформление. Издательство «Наука», 2021

ISBN 978-5-02-040314-7

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
Введение	11
Глава 1. Состояние управления экономикой и государством	17
1.1. Состояние экономики	17
1.2. Состояние теории управления	17
1.3. Эфемерное управление экономикой и государством	18
1.3.1. Методы и объекты управления	18
1.3.2. Образование, экономическая и академическая наука	19
1.4. Выход из критической ситуации	20
Глава 2. Событийное управление качеством экономики и государства	21
2.1. Событийное управление как метод искусственного интеллекта	21
2.1.1. Кортж системы управления качеством экономики и государства	21
2.1.2. Управление выходом экономики страны из стагнации	23
2.1.3. Характеристики событийного управления	29
2.1.4. Неважность и мера неважности	30
2.1.5. Объективное и субъективное в оценке неважности	31
2.2. События и вероятности в управлении экономикой и государством	32
2.2.1. История фундаментального понятия «событие»	32
2.2.2. Управление неважностью системы	34
2.2.3. Управление решением проблемы	35
2.2.4. Управление системой по статистическим данным	35
2.2.5. Повторные иницирующие события	36
2.3. Синтез вероятности события по экспертной информации	38
Глава 3. Управление качеством экономики и государства «сверху»	40
3.1. Новые критерии управления	40
3.2. Новые объекты управления	41
3.2.1. Органы государственной и региональной власти	41
3.2.2. Социально-экономические системы и проекты	41
3.2.3. Предприятия и компании	42
3.2.4. Процессы управления качеством жизни человека	43
3.2.5. Безопасность пространства проживания	43
3.3. Новые знания в управлении качеством экономики и государства	43
3.3.1. Концепции и высказывания выдающихся ученых об управлении экономикой	43
3.3.2. Методологические основы управления экономикой и государством	44
3.3.3. Методические основы управления безопасностью и качеством	46
3.3.4. Булевы события-высказывания в управлении	47
3.3.5. Общественное мнение в управлении качеством экономики и государства	48
3.3.6. Сценарии неуспеха систем	49
3.4. Новые типы логико-вероятностных моделей риска	50
3.4.1. Неважные ЛВ-модели риска	51
3.4.2. Концептуальные ЛВ-модели прогнозирования	51
3.4.3. Индикативные ЛВ-модели опасности	54
3.4.4. Темы исследований на ЛВ-моделях	56

3.5. Новые задачи в управлении экономикой и государством	57
3.5.1. Управление системой безопасности России	58
3.5.2. Учет эффекта повторных событий на оценку качества системы	66
3.5.3. Анализ разных исходов подсистем в сложной системе	69
3.5.4. Событийное управление большими системами	71
3.5.5. ЛВ-управление системами большой важности	72
3.5.6. ЛВ-управление кредитным риском	72
3.6. Примеры управления системами «сверху»	87
3.6.1. Оценка качества систем управления	87
3.6.2. Противодействие взяткам и коррупции	88
3.6.3. Управление безопасностью проживания	100
3.6.4. Гибридная ЛВ-модель риска противодействия коррупции	103
3.6.5. Анализ надежности энергоснабжения металлургического комбината	104
Глава 4. Событийное управление качеством жизни человека	113
4.1. Событийное управление процессами качества жизни человека	113
4.1.1. Постановка задачи управления качеством жизни человека	114
4.1.2. Управление качеством процесса лечения человека	116
4.1.3. Управление качеством процесса обучения студента	119
4.1.4. Управление качеством решений министра	122
4.1.5. Управление качеством жизни ученого	125
4.1.6. Управление качеством жизни предпринимателя	129
4.2. Приложения моделирования качества жизни человека	131
4.2.1. Управление качеством жизни человека	132
4.2.2. Управление качеством экономики и государства (региона) «снизу»	133
4.2.3. Управление развитием и мотивацией персонала	136
4.2.4. Управление логически объединенным сложным процессом	136
4.2.5. Управление выходом процессов жизни человека из стагнации	137
4.3. Общественное мнение в управлении экономикой «снизу» и «сверху»	137
4.4. Цифровая экономика в событийное управление качеством экономики, государства и жизни человека	139
Глава 5. Обеспечения событийного управления экономикой и государством «сверху» и снизу»	142
5.1. Курс дополнительного образования	142
5.2. Логико-вероятностное исчисление	143
5.2.1. Сведения из алгебры логики	143
5.2.2. Ортогонализация логических функций	149
5.3. Построение ЛВ-моделей риска	150
5.4. Логическое сложение вероятностей и арифметическое сложение весов	156
5.5. Переход от базы данных к базе знаний	157
5.5.1. Структура данных и база статистических данных	157
5.5.2. Логика и вероятности в группе несовместных событий	162
5.6. Технология логико-вероятного моделирования риска	164
Заключение	166
Литература	170
Список предметных индексов	173

TABLE OF CONTENTS

Foreword	9
Introduction	11
Chapter 1. State of management of economics and the state	17
1.1. State of the economics	17
1.2. State of management theory	17
1.3. Ephemeral management of economics and the state	18
1.3.1. Methods and objects of management	18
1.3.2. Education, economic and academic sciences	19
1.4. Overcoming the crisis	20
Chapter 2. Event-driven management of the quality of economics and the state	21
2.1. Event-driven management as a method of artificial intelligence ..	21
2.1.1. Representing the management system as a cortege	21
2.1.2. Managing the exit of the country's economy from stagnation ..	23
2.1.3. Invalidity and measure of invalidity	29
2.1.4. Objective and subjective in invalidity	30
2.2. Events and probabilities in the management of the economy and the state	32
2.2.1. History of the fundamental concept of "event"	32
2.2.2. System Invalidity Management	34
2.2.3. Problem Resolution Management	35
2.2.4. Statistical Office	35
2.2.5. Repeated triggering events	36
2.3. Synthesis of the probability of an event based on expert information	38
Chapter 3. Management of the quality of economics and the state "from above"	40
3.1. New management criteria	40
3.2. New management objects	41
3.2.1. The state and regional authorities	41
3.2.2. Social and economic systems and projects	41
3.2.3. Companies	42
3.2.4. The quality of processes in human life	43
3.2.5. Safety of living space	43
3.3. New knowledge in economics and the state management	43
3.3.1. Concepts of famous scientists related of economics management	43
3.3.2. Methodological foundations of management in economics and the state	44
3.3.3. Methodical foundations of safety and quality management ..	46
3.3.4. Boolean events-propositions in management	47
3.3.5. Public opinion as knowledge	48
3.3.6. System failure scenarios	49
3.4. New types of logical-probabilistic risk models	50
3.4.1. Invalid LP risk models	51
3.4.2. Conceptual LP-forecasting models	51
3.4.3. Indicative LP-models of danger	54
3.4.4. Topics of researches on LP-models	56

3.5. New challenges in the management of economics and the state . . .	57
3.5.1. System management on the example of Russian safety management	58
3.5.2. Consideration of the effect of repeated events on system quality assessment	66
3.5.3. Analysis of different outcomes of subsystems in a complex system	69
3.5.4. Event-driven management of big systems	71
3.5.5. LP-management of major systems	72
3.5.6. LP-management of the process of credit provision to a bank	72
3.6. Examples of systems management “from above”	87
3.6.1. Quality assessment of management systems	87
3.6.2. Countering bribery and corruption	88
3.6.3. Residential Safety management	100
3.6.4. Hybrid LP risk model	103
3.6.5. Analysis of the reliability of power supply of the metallurgical plant	104
Chapter 4. Managing the quality of human life	113
4.1 Management of human life quality processes	113
4.1.1. Statement of the problem of managing the quality of human life	114
4.1.2. Quality management of the human treatment process	116
4.1.3. Quality management of the learning process	119
4.1.4. Quality management of the minister’s decisions	122
4.1.5. Scientist Life Quality Management	125
4.1.6. Entrepreneurial Quality Management	129
4.2. Human Quality of Life Simulation Applications	131
4.2.1. Quality of life management	132
4.2.2. Management of the quality of the economy and the state (region) “from below”	133
4.2.3. Personnel development and motivation management	136
4.2.4. Managing a Logically Integrated Complex Process	136
4.2.5. Managing the exit of human life processes from stagnation	137
4.3. Public Opinion and Event Management	137
4.4. Digital economy and event management of the quality of the economy, state and human life	139
Chapter 5. Ensuring event management of the quality of the economy, state and human life	142
5.1. Additional education course	142
5.2. Logical-Probabilistic Calculus	143
5.2.1. Information from the algebra of logic	143
5.2.2. Orthogonalization of logical functions	149
5.3. Construction of LP risk models	150
5.4. Logical addition of probabilities and arithmetic addition of weights	156
5.5. Databases and Knowledge Bases in Event Management	157
5.5.1. Data structure and statistical database	157
5.5.2. Logic and probabilities in a group of inconsistent events	162
5.6. Probable risk modeling technology	164
Conclusion	166
Literature	170
List of subject indices	173

ПРЕДИСЛОВИЕ

Автор в 2006—2015 гг. опубликовал на русском языке четыре книги в издательствах Санкт-Петербургского государственного университета и «Наука», в которых изложил различные аспекты управления экономикой: сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике, информационные инновационные и интеллектуальные технологии для экономики, технологии управления риском в структурно-сложных системах, управление экономической безопасностью. Эти книги с небольшими изменениями были изданы также на английском языке издательствами Springer и Cambridge Scholars Publishing. Наибольшее распространение и признание книги нашли на Западе, а не в России. В отличие от России книги на Западе печатались бесплатно.

В этих книгах для структурно-сложных объектов и процессов в жизни человека и экономике приведены технологии, методики и алгоритмы решения отдельных задач: мониторинг и управление процессом кредитования банка, управление риском и эффективностью ресторана, противодействие взяткам и коррупции, противодействие наркотизации населения страны, ЛВ-модели невалидности социально-экономических систем, ЛВ-управление экономической безопасностью страны, ЛВ-управление системой инноваций, ЛВ-модель операционного риска банка, ЛВ-модель невалидности для управления качеством систем по ВТО, ЛВ-модели риска неуспеха менеджмента компании и др.

В последние годы предложены новые задачи в управлении экономикой и качеством жизни человека: моделирование, анализ и управление качеством одной и несколькими логически объединенными системами, учет эффекта повторных событий на оценку качества большой системы, анализ разных исходов управления качеством подсистем в сложной системе, управле-

ние безопасностью проживания, управление качеством жизни человека, управление выходом из стагнации. Важно, что новые задачи направлены в первую очередь на повышение качества жизни населения, а не получение прибыли.

Появилась необходимость опубликования новых результатов и определения событийного управления экономикой и государством, выявления роли общественного мнения и цифровой экономики в повышении качества управления экономикой и государством и качества жизни населения страны.

Определяющую роль в формировании событийного управления сыграли: введение Булевых событий-высказываний и логико-вероятностного исчисления в экономику, меры невалидности как вероятности события, синтеза вероятности события-высказывания по нечисловой неточной и неполной экспертной информации и управление качеством жизни человека. Преодоление сопротивления новому событийному управлению качеством экономики и государства со стороны экономической науки осуществлялось под девизом: «Нам вера служила, как разума щит, но дальше нам нужен науки гранит!»

Полученные в событийном управлении результаты послужили основой создания универсального комплекса знаний, моделей, задач и Software для управления качеством экономики, государства и жизни человека в цифровой экономике. Создана соответствующая учебная дисциплина с лекциями и лабораторными работами на компьютере. Комплекс может использоваться для разработки программ развития и исследований экономики страны и регионов и имеет коммерческую ценность.

Выражаю искреннюю благодарность за участие в издании этой книги президенту Государственного университета аэрокосмического приборостроения, доктору экономических наук Оводенко Анатолию Аркадьевичу и директору Института технологий предпринимательства ГУАП, доктору физико-математических наук Будагову Артуру Суреновичу.

ВВЕДЕНИЕ

Феномен сложности экономики, на наш взгляд, до конца не познан в научном плане и не решен удовлетворительно в прикладном смысле. История возникновения и развития экономической теории насчитывает сотни лет. Написаны сотни книг и десятки учебников, созданы разнообразные научные школы. Однако успехи в области управления экономикой несравненно скромнее.

Понимая невозможность всеобъемлющего охвата феномена сложности экономики, автор сузил область своих интересов только вопросами структурной сложности. Дисциплина управления качеством экономики тесно связана с математикой, поскольку математика является тем средством, с помощью которого в большинстве случаев только и возможна корректная постановка задач.

Интеллектуальным ядром научных исследований по управлению качеством выбраны логико-вероятностное исчисление и искусственный интеллект. Однако существуют и трудности на пути активного овладения этим ядром. Главной из них является необходимость ознакомления с методами алгебры логики событий-высказываний.

Автор надеется восполнить пробел в этой области знаний не только за счет определенной систематизации материала, но и с помощью большого количества примеров, понимая, что примеры учат иногда больше и быстрее, чем сухая теория.

В работе рассматривается событийное управление (management) качеством жизни человека, экономики и государства, структурно-сложных систем, объектов и процессов. Употребляемый термин «критерий качества» используется в наибольшем количестве задач в экономике. Он заменяет иногда «критерий безопасности» и «критерий эффективности», которые вычисляются на той же математической основе.

Событийный подход позволяет моделировать, анализировать и управлять качеством систем и процессов с учетом инфраструктуры и качества жизни человека, решать новые эффективные задачи в экономике.

Событийное управление системами и процессами осуществляется в пространстве состояний. Время учитывается косвенно в изменении вероятностей событий по результатам мониторинга показателей систем и процессов и формулировки соответствующих Булевых событий-высказываний.

На разработку событийного управления качеством жизни человека, экономики и государства наибольшее влияние оказали результаты следующих направлений в науке.

- Оценка надежности в технике. С начала 70-х гг. XX в. в России разрабатывалась логико-вероятностная (ЛВ) теория риска (работы И. А. Рябинина, А. С. Можаяева [13, 19]) для оценки надежности. В этих работах событие для каждого элемента системы могло иметь только состояния исправен/неисправен, не отказ/отказ (1/0) с вероятностями p и $(1 - p)$ по аналогии с оценкой истинности Булевых высказываний. Яркими примерами этого направления являются модели и исследования надежности системы энергоснабжения атомной подводной лодки и функционирования атомной электростанции.

- Оценка качества в экономике. С начала 90-х гг. XX в. Всемирная торговая организация (ВТО) ввела понятие «невалидность» для оценки качества систем, процессов и продукции. Невалидность показателя системы — это отклонение его значения от заданного или допустимого. Экономическая система может иметь не два, а много состояний. Невалидность системы — это событие, при котором она может иметь одно из невалидных состояний и выполнить свои функции с потерей качества.

- Введение меры для оценки невалидности показателей (Е. Д. Соложенцев) как вероятности событий-невалидности и создание нового научного направления — событийного управления качеством жизни человека, экономики и государства.

- Синтез вероятности события по нечисловой, неполной и неточной экспертной информации (Н. В. Хованова [50]). Эксперт не может дать точную оценку вероятности одного события. Он сделает это объективнее, если будет оценивать 3—4 альтернативные гипотезы и если будут взвешенно объединяться оценки разных экспертов.

Связи экономики и государства исследовали выдающиеся ученые — лауреаты Нобелевской премии Дж. Бьюкенен (J. Ви-

chanan) и Дж. Хекман (J. Heckman) [48, 49]. В работе предлагается методика событийного управления качеством жизни человека, экономики и государства на основе алгебры логики, логико-вероятностного исчисления (ЛВ-исчисления) и искусственного интеллекта. В модель событийного управления вводят события, которыми можно управлять, изменяя их вероятности. Событийное управление осуществляется в последовательности:

- построение сценария событийного управления системой;
- построение структурной, логической и вероятностной моделей качества системы;
- оценка вероятностей невалидности показателей системы;
- количественная оценка критерия качества системы и вкладов показателей системы в критерий качества;
- принятие решения о распределении средств на снижение вероятностей невалидности наиболее значимых показателей системы.

Поскольку число значимых показателей системы обычно не превышает двух десятков и ресурсы для управления ограничены, то затруднений в распределении ресурсов на повышение качества не возникает. Задача достижения абсолютного качества системы не ставится именно из-за ограниченности ресурсов.

Термин «управление» переводится на английский не *control*, а *management*, так как в управлении решения принимает человек, т. е. управление автоматизированное.

Рассматривается событийное управление реальными системами и процессами. Компонентами управления являются субъекты управления (кто решает проблему), объекты управления (какие задачи решаются) и инфраструктура.

В событийном управлении выполняются арифметические и логические вычисления большой сложности, и поэтому обязательно использование специальных программных средств. Событийное управление применимо при любой логической сложности системы.

Приведем текст из [17]: «Пора вернуться к основам логики и арифметики (множествам), чтобы решать трудные проблемы». К концу XIX в. в математике возникло неконструктивное теоретико-множественное направление, получившее существенное развитие в трудах К. Вейерштрасса, Р. Дедекинда и Г. Кантора. Началось построение теории множеств, претендовавшей на роль фундамента всей математики. Однако в начале XX в. в теории множеств были открыты так называемые антиномии, противоречия с использованием понятия «бесконечность». В приложе-

ниях в экономике нет этих противоречий. Есть большое число проблем в экономике и государстве, которые успешно решаются на основе теории множеств, логики и дискретной математики.

В экономической науке до настоящего времени не применяется в управлении такое фундаментальное понятие, как «событие». В технике переход от исчисления «высказываний» Джорджа Буля к исчислению «событий» занял около 150 лет благодаря работам выдающихся российских ученых: П. С. Парецкий предложил в 1886 г. решение общей задачи теории вероятности при помощи математической логики [17], С. Н. Бернштейн (1917) распространил аксиоматику логики Буля на аксиоматику события, А. Н. Колмогоров (1929) предложил аксиоматику для вероятности как возможной меры, В. И. Гливенко (1939) обобщил аксиоматику логики, событий, вероятностей и множеств. И. А. Рябинин предложил аксиоматику и количественный анализ надежности технических систем. Понятие «событие» позволяет использовать математическую теорию ЛВ-исчисления и алгебры логики. На основе событий-невалидности создано событийное управление качеством жизни человека, экономики и государства, которое является, по существу, методом искусственного интеллекта.

Существующие методы управления не способны повысить эффективность экономики. Например, в России управленцы, силовики и система образования не заинтересованы в этом, экономическая и академическая наука не способна сделать это. Судьба России зависит от появления новых знаний и решения новых задач в управлении качеством жизни человека, экономики и государства [31]. Недостатки в управлении экономикой и государством присущи как России, так и всем странам.

Для формулировки нового научного направления потребовались переход на качественно новый уровень мировоззрения и введение новых знаний и новых задач для управления качеством жизни человека, экономики и государства. Предложено событийное управление качеством экономики и государства «сверху» и «снизу» с использованием искусственного интеллекта.

Событийное управление является методом искусственного интеллекта и направлено на повышение эффективности экономики и государства. Событийное управление в экономике и государстве есть новое научное направление в экономике и экономической науке. Оно является, по существу, методом искусственного интеллекта с использованием алгебры логики и логико-вероятностного исчисления.

В рамках событийного управления впервые рассматривается управление качеством жизни человека. Качество жизни человека представляется в виде логического сложения качества процессов его жизни. Управление качеством процессов жизни человека (лечение, обучение, принятие решений) и построение соответствующих моделей осуществляется с участием самого человека. На этих моделях выполняют количественный анализ и получают результаты для управления системами «снизу». Управление «снизу» является также обратной связью с управлением «сверху». Описаны несколько приложений управления качеством жизни человека для решения реальных задач.

Работа включает в себя аннотацию, предисловие, введение, 5 глав, заключение, список литературы и список предметных указателей.

Введение излагает сущность и научную новизну событийного управления качеством жизни человека, экономики и государства как метода искусственного интеллекта.

В главе 1 «Состояние управления экономикой и государством» анализируются состояние экономики, теории управления экономикой и реальное эфемерное управление экономикой и государством. Предлагается выход из критической ситуации.

В главе 2 «Событийное управление качеством экономики и государства» излагается содержание событийного управления как метода искусственного интеллекта, дается определение невалидности показателя системы и предлагается мера для оценки его вероятности. Рассматриваются события и вероятности в управлении качеством экономики и государства. Приводится методика синтеза вероятности события по экспертной информации.

В главе 3 «Управление качеством экономики и государства „сверху“» вводятся новые критерии, объекты управления и новые знания. Введены новые типы логико-вероятностных моделей риска. Приводятся новые задачи для управления качеством экономики и государства на основе ЛВ-моделей риска. Подробно рассмотрены примеры управления системами «сверху».

В главе 4 «Событийное управление качеством жизни человека» выполнена постановка задачи управления качеством жизни человека. Рассмотрены сценарии, структурные, логические и вероятностные модели управления качеством процессов лечения человека, обучения студента, решений министра, жизни ученого, жизни предпринимателя. Приводятся приложения управления качеством жизни человека. Исследуется место

цифровой экономики в управлении качеством жизни человека. Описана роль общественного мнения в реализации управления качеством экономики и государства «снизу».

В главе 5 «Обеспечения событийного управления экономикой и государством „сверху“ и „снизу“» рассмотрены специальные *Software Arbiter и Expa*. Сделаны выводы о значимости общественного мнения в управлении экономикой и государством «снизу». Приведено содержание курса дополнительного образования. Изложены основные положения логико-вероятностного исчисления. Приведены процедуры технологии логико-вероятностного моделирования риска. Изложены основные аспекты управления в цифровой экономике. Рассмотрена роль общественного мнения в обобщении результатов различных процессов качества жизни разных людей и управлении «снизу».

В заключении изложены основные результаты работы.

Автор кратко и структурированно излагает основные положения нового научного направления в экономике — основы событийного управления — для облегчения их усвоения экономистами. Поэтому объем книги в среднем в три раза меньше, чем прежние книги автора.

Книга адресована экономистам и менеджерам, занимающимся управлением качеством жизни человека, государства и экономики, студентам, аспирантам и преподавателям вузов экономических специальностей, а также специалистам, интересующимся различными приложениями с оценкой качества жизни человека, роли общественного мнения, применением искусственного интеллекта и цифровой экономики.

Глава 1

Состояние управления экономикой и государством

1.1. Состояние экономики

Многие зарубежные и российские авторы отмечают неудовлетворительное состояние управления экономикой и государством [1, 54]. Известные российские ученые Д. Сорокин, Р. Гринберг, О. Смолин, В. Катенев, С. Митин, М. Ершов, В. Полтерович, Е. Ленчук, Р. Голов, В. Шаров, Г. Остапкович и Я. Дубенецкий в работе [2] в разделе «Избранные мнения экономистов России: какая у нас промышленность (и экономика)» соответственно называют следующие нерешенные проблемы экономики страны: чужое оборудование, отсутствие приоритетов в промышленности, неэффективное образование, отсутствие собственных технологий, слабая пищевая промышленность, низкая целевая эмиссия, слабая политика технологических заимствований, отсутствие стратегии, высокая энергоемкость, нетехнологичность управления, низкая производительность труда, общие призывы.

1.2. Состояние теории управления

Состояние теории управления экономикой и государством неудовлетворительно. Она не имеет фундаментальных достижений. Нобелевские премии по экономике в последние годы получили работы, не внесшие заметного вклада в экономическую науку. Управление в современной экономике осуществляется без математических методов и моделей, на основе корректирования и регулирования («по понятиям»), «ручного управления», советов, обещаний и мероприятий. В стране обилие экономических институтов, комитетов, комиссий, экономистов, экспертов и менеджеров в государственных структурах. Управление эконо-

микой и государством осуществляется исключительно «сверху» [31, 33, 57, 58]. Скажем так: «Нам вера служила, как разума щит, но дальше нам нужен науки гранит!»

Экономика не считается фундаментальной наукой. Образовательный фонд «Талант и успех» («Сириус», г. Сочи), курируемый президентом, обучает математике, информатике, физике, химии и биологии и не ведет обучение по экономике. Московские школы управления «Сколково» и ВШЭ, а также многочисленные кафедры экономических факультетов университетов математической постановкой задач управления безопасностью и качеством в экономике и государстве не занимаются. Их тематика и публикации свидетельствуют о том, что они исповедуют и преподают дисциплины, исходя из принципа «прибыль превыше всего».

В национальной безопасности страны рассматриваются [45] безопасности: военная, информационная, технологическая и экологическая, финансовая, продовольственная. Однако в этом перечне отсутствует управление экономической безопасностью.

В приоритетные фундаментальные научные направления Правительства РФ и РАН не вошли исследования по управлению экономикой и государством. В конкурсах Российского научного фонда по приоритетным направлениям также нет тем по управлению экономикой и государством. И это неудивительно, ибо многие российские ученые-экономисты в своих публикациях и докладах не считают экономику фундаментальной наукой.

В работах академика А. Г. Аганбегяна указывается, что выход из стагнации является самым сложным процессом кризиса экономики страны [1]. В экономике страны стагнация продолжается уже более 20 лет. Ученые-экономисты предлагают различные подходы на основе успешного опыта других стран. Но согласия и единого решения нет, и стагнация продолжается.

1.3. Эфемерное управление экономикой и государством

1.3.1. Методы и объекты управления

В настоящее время в управлении экономикой и государством используются эфемерные концепции и цели, обещания и призывы, программы роста экономики, повышения производительности труда и возрождения индустрии. Управление осуществляют

коррекцией, регулированием, разработкой многочисленных мероприятий («распил» бюджета), что неизбежно ведет к коррупции [31].

В качестве объектов управления используются эфемерные показатели экономики: объем ВВП на душу населения, доля машиностроения в производстве, расходы на науку в долях от ВВП. Такие показатели делают задачу управления многокритериальной, которую решить невозможно. Каждый из показателей зависит от других показателей и критерием не является.

Управленцы названы эфемерными по следующим фактам: численность управленцев на 10 тыс. населения больше в 1.4 раза, чем в развитых странах, и в 2.5 раза больше, чем в странах со средним уровнем развития; зарплата управленцев выше зарплаты работника с высшим образованием в 14—15 раз; увеличение численности управленцев не повысило эффективности экономики. Управленцы не заинтересованы в изменении управления экономикой. Силовики названы эфемерными по фактам, аналогичным по содержанию с фактами эфемерности управленцев: численности силовиков, их зарплате и пенсиям, эффективности деятельности. Силовики также не заинтересованы в изменении управления экономикой.

1.3.2. Образование, экономическая и академическая наука

В системе образования готовятся специалисты, не нужные стране. Раньше ажиотажа вокруг профессий не было. Какие вузы будут развиваться, решает не рынок, а вузы: экономистов, юристов и менеджеров готовят в вузах для заработка на обучении студентов.

В экономической науке в нынешних воззрениях доминирует модель «экономического человека». Это автономный индивид, стремящийся к максимизации собственной выгоды. Социальные факторы исключаются из рассмотрения. Между тем производство новой продукции требует кооперированных решений. Возрастает значимость социальной среды в жизни человека, признание концепции качества жизни. Возросло число плагиатов диссертаций, увеличились касты «грантоедов» и успешных менеджеров. Гранты по рассматриваемому научному направлению не присуждались 10 лет, статьи в экономические журналы отклонялись, за рубежом же опубликовано 20 статей с индексом *Scopus* и 3 книги.

Состояние академической науки драматично. Важная функция науки — экспертная. При отказе от научной экспертизы на страну обрушивается поток лженауки в сочетании с непрофессионализмом и коррумпированностью чиновников. Наука перестала быть единым целым, и комплексные проблемы практически не решаются. Научные кадры стареют, и происходит разрыв связи между поколениями ученых. Следствием является упадок образования, исчезает возможность развивать новые технологии.

1.4. Выход из критической ситуации

Главными требованиями к системам экономики и государства являются: качество и безопасность, направленность на повышение эффективности и уровня жизни населения. Поэтому нужен математический аппарат и модели для количественной оценки критериев безопасности, качества и эффективности систем. Для эффективного управления качеством экономики и государства наибольшими возможностями обладает ЛВ-исчисление с количественной оценкой критериев качества и безопасности [31, 35, 58, 61].

Эфемерные методы и объекты управления не изменяют экономику; управленцы, силовики и система образования не заинтересованы в этом изменении, экономическая и академическая наука не способна сделать это. Недостатки в управлении экономикой и государством присущи как России, так и другим странам.

Судьба России зависит от появления новых знаний и решения новых задач, создания нового событийного управления качеством жизни человека, экономики и государства вместо эфемерного управления ростом производства и прибыли. Предлагается событийное управление качеством жизни человека, экономики и государства на основе алгебры логики, логико-вероятностного исчисления и искусственного интеллекта с целью повышения уровня жизни населения.

Глава 2

Событийное управление качеством экономики и государства

2.1. Событийное управление как метод искусственного интеллекта

Событийное управление качеством жизни человека, экономики и государства является методом искусственного интеллекта. Объекты управления — структурно-сложные системы, объекты и процессы в жизни человека, экономике и государстве. Событийное управление основано на искусственном интеллекте, Булевой алгебре логики и ЛВ-исчислении.

2.1.1. Кортёж системы управления качеством экономики и государства

Кортёж системы управления качеством жизни человека, экономики и государства включает в себя следующие компоненты:

$S = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5\}$ — Объекты, Критерии, Знания, Задачи, Обеспечения. (1)

$S_1 = \{S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{15}\}$ — Новые объекты управления: министерства, СЭС, предприятия и компании, Безопасное пространство проживания, Качество жизни человека. (2)

$S_2 = \{S_{21}, S_{22}, S_{23}\}$ — Критерии качества, безопасности, эффективности. (3)

$S_3 = \{S_{31}, S_{32}, S_{33}, S_{34}, S_{35}, S_{36}, S_{37}, S_{38}, S_{39}\}$ — Субъекты (кто решает): Президент, Госдума, СФ, Правительство, Банки, Бизнес, Ученые, Общественное мнение, Человек. (4)

$S_4 = \{S_{41}, S_{42}, S_{43}, S_{44}, S_{45}, S_{46}, S_{47}, S_{48}, S_{49}\}$ — Новые знания: Методологические основы, Методические основы, Новые Булевы события-высказывания, Новые ЛВ-модели,

Общественное мнение, Специальные Software, Технологии, Вероятности событий, Курс дополнительного образования. (5)

$S_5 = \{S_{51}, \dots, S_{5i}, \dots, S_{5n}\}$ — Новые задачи, $i = 1, n; n = 20$. (6)

$S_6 = \{S_{61}, S_{62}\}$ — Обеспечения: ЛВ-исчисление, Унифицированный комплекс средств для цифровой экономики. (7)

Запишем подробнее компоненты кортежа:

$S_{15} = \{S_{151}, S_{152}, S_{153}, \dots\}$ — Качество жизни человека: процессы лечения, обучения, принятия решений. (8)

$S_{43} = \{S_{431}, S_{432}, S_{433}, \dots\}$ — Новые Булевы события-высказывания в управлении: о неуспехе субъектов и объектов, о сигнальных событиях в экономике и политике, о невалидности и валидности, о концептуальном прогнозировании, об опасности, о группе несовместных событий и др. (9)

$S_{44} = \{S_{441}, S_{442}, S_{443}, \dots\}$ — Новые модели риска: структурно-логические, по статистическим данным, гибридные, невалидные, концептуальные, индикативные, управления развитием, качества систем управления, пространства проживания, качества жизни человека. (10)

$S_{45} = \{S_{451}, S_{452}\}$ — Общественное мнение: Управление «сверху», Управление «снизу». (11)

$S_{46} = \{S_{461}, S_{462}\}$ — Специальные Software: *Arbiter, Expa*. (12)

$S_{47} = \{S_{471}, S_{472}, S_{473}, S_{474}\}$ — Технологии риска: процедуры построения ЛВ-моделей риска, анализа моделей, прогнозирования на модели риска, управления риском. (13)

$S_{48} = \{S_{481}, S_{482}, S_{483}\}$ — Оценка вероятностей событий: по невалидности показателей, по идентификации модели риска по статистике, по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации. (14)

$S_{49} = \{S_{491}, S_{492}\}$ — Курс дополнительного образования: Темы лекций и лабораторных работ. (15)

В работах [30, 55, 57] подробно рассмотрены компоненты кортежа системы управления качеством жизни человека, экономики и государства, новые знания и новые решаемые задачи. Для системы управления качеством экономики и правительства региона и предприятия следует использовать подобный кортеж с компонентами и задачами соответствующего уровня.

Событийное управление качеством как метод искусственного интеллекта ориентировано на повышение эффективности жизни человека, экономики и государства. В событийном управлении составляют сценарии неуспеха, строят ЛВ-модели неуспе-

ха систем, используют данные мониторинга показателей систем и сигнальные события об изменениях в экономике, политике, праве и инновациях для коррекции вероятностей событий. На моделях выполняют количественную оценку, анализ, прогнозирование и управление системами и процессами, принимая решения выделения ресурсов для изменения вероятностей событий.

Событийное управление качеством жизни человека, государства и экономики (систем, объектов и процессов) построено на событиях. Рассматривают невалидные события, означающие отклонение параметров системы от требований и норм. Разные системы и процессы могут иметь общие инициирующие события, и этим обеспечивается их связь. ЛВ-модели риска разных систем просто логически объединить в одну общую ЛВ-модель риска, на которой решать задачи оценки, анализа, прогнозирования и управления качеством состояния и развития большой системы.

2.1.2. Управление выходом экономики страны из стагнации

В работах [30, 55, 57] подробно рассмотрены все компоненты кортежа системы управления качеством жизни человека, экономики и государства. Из-за новизны и необычности математического аппарата, чтобы подготовить читателя к восприятию материала, мы рассмотрим ниже в качестве примера только одну важную задачу в экономике — событийное управление экономикой для ее выхода из состояния стагнации.

В работах академика А. Г. Аганбегяна указывается, что выход из стагнации является самым сложным процессом кризиса экономики страны [45]. Стагнация в экономике страны продолжается уже более 20 лет. Ученые-экономисты предлагают разные подходы на основе успешного опыта других стран. Но согласия и решения не находят.

Стагнация (лат. *stagnatio* — «неподвижность», от *stagnum* — «стоячая вода») — состояние экономики, характеризующееся застоем производства и торговли на протяжении длительного периода времени. Стагнация сопровождается увеличением численности безработных, снижением заработной платы и уровня жизни населения. Выражается в нулевых или незначительных темпах роста, неизменной структуре экономики, ее невосприимчивости к нововведениям, научно-техническому прогрессу.

Стагнация возникает в процессе перехода от командно-административной к смешанной экономике и является последствием экономических ошибок правительств, игнорирования экономических законов. В экономике постсоветских государств в 1990-х гг. стагнация проявилась в резком спаде производства и инвестиционной деятельности, физическом разрушении продуктивных сил, прежде всего в научно-техническом и интеллектуальном потенциале общества, а также в обесценивании мотивационных стимулов продуктивного труда. Кризис охватил сферу финансов, денежного обращения, особенно острым был кризис неплатежей. Из-за недостатка конкурентоспособных товаров постсоветские страны не смогли быстро интегрироваться в систему международного рынка. Одновременно были разрушены народнохозяйственный комплекс страны и экономические связи между отраслями.

Автор впервые разработал систему управления стагнацией в 1982 г. в своей докторской диссертации (Институт кибернетики, г. Киев). В работе «Основы построения систем автоматизированной доводки сложных объектов машиностроения» предложена и исследована система доводочных испытаний свободно-поршневых двигателей, которые разрушались в течение нескольких минут после запуска. Чтобы установить причины разрушения, нужно было успеть измерить несколько параметров двигателя. Для этого испытательный стенд был оснащен искусственными системами управления, чтобы значительно уменьшить тепловую и динамическую напряженность режима пуска и работы двигателя на первых этапах. Так удалось измерить параметры и построить модель напряженного состояния двигателя. На следующих этапах испытаний искусственные управления постепенно убирались.

Научные основы управления доводочными испытаниями в технике послужили основой для создания системы управления выходом экономики (систем, отраслей) из стагнации. Схема управления развитием системы для выхода из стагнации (рис. 1) приведена в упомянутой диссертации. Экономисты, занятые исключительно прибылью, а не качеством жизни населения, и не зная Булевой алгебры логики, не заметили опубликованных результатов по доводочным испытаниям в технике. Экономическая наука измельчала — в стране есть множество институтов развития, научных центров, экспертов и консультантов, имеющих разные мнения и предложения, но не имеющих конструктивных идей. Создается впечатление, что они созданы для «рас-

пила» бюджета. Проблема управления качеством экономики и государства является комплексной на стыке техники, экономики, управления и искусственного интеллекта и при имеющейся структуре экономической науки не решается. Как сказал бы сейчас академик В. М. Глушков — с такой экономикой и экономистами можно дожить до каменного века.

Схема управления качеством экономики для выхода из стагнации. На рис. 1 ось абсцисс — время (месяцы) процесса развития экономики, ось ординат — значения критерия неуспеха R экономики, $A-B$ — планируемая траектория изменения критерия неуспеха экономики, этапы развития $j = 1, 2, \dots, n$.

Для построения моделей будем использовать следующие обозначения переменных: Z_j — показатели состояния экономики, U_j — показатели состояния управления, W_j — инфраструктура государства. Переменные Z, U, W и их компоненты представляются событиями и Л-переменными.

Вычисляют критерий R на каждом этапе, анализируют вклады событий-показателей и управлений в неуспех экономики. В управлении процессом развития экономики определяют значения Z на этапах n . Управления U, W требуют затрат средств и ресурсов.

Можно рассматривать состояние экономики как событие валидности (успешности) системы с вероятностью P , так и событие невалидности (неуспешности) с вероятностью $R = 1 - P$. Ниже для простоты ручных вычислений используется валидность системы, хотя в программном комплексе *Arbiter* чаще используется невалидность системы (показателя).

Компонентами системы управления выходом экономики из стагнации являются: объекты управления (экономика, системы, отрасли), субъекты управления (управленцы, специалисты, уче-

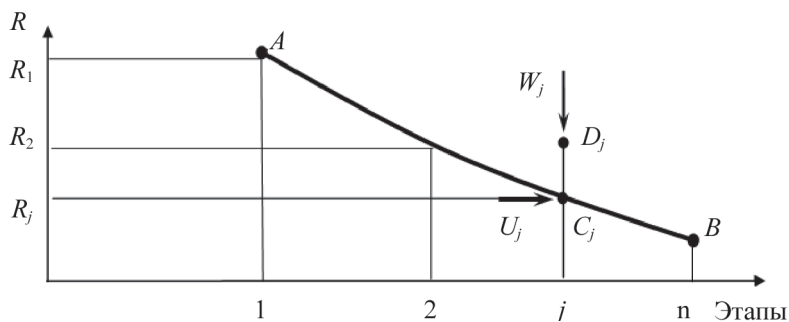


Рис. 1. Схема управления качеством экономики для выхода из стагнации.

ные), показатели качества экономики, естественные управления (инвестиции, налоги), искусственные управления (кредиты, договоры НИР), инфраструктура (связи и функции министерств в правительстве).

Будем использовать следующую логическую модель (функцию) успешности процесса управления выходом экономики из стагнации:

$$Y = Z \wedge U \wedge W, \quad (16)$$

где Z — логическая переменная валидности состояния экономики; U — логическая переменная успешности управлений для выхода экономики из стагнации; W — логическая переменная успешности инфраструктуры для выхода экономики из стагнации.

Модель валидности состояния экономики. Примем следующие обозначения показателей качеств экономики:

1) исходное состояние экономики A описывается показателями: $Z_{1\text{ beg}}$ — число безработных; $Z_{2\text{ beg}}$ — средняя величина заработной платы; $Z_{3\text{ beg}}$ — уровень жизни населения; $Z_{4\text{ beg}}$ — темпы роста производства;

2) конечное состояние B описывается значениями показателей: $Z_{1\text{ end}}$, $Z_{2\text{ end}}$, $Z_{3\text{ end}}$, $Z_{4\text{ end}}$;

3) минимальные значения показателей $Z_{1\text{ min}}$, $Z_{2\text{ min}}$, $Z_{3\text{ min}}$, $Z_{4\text{ min}}$;

4) максимальные значения показателей: $Z_{1\text{ max}}$, $Z_{2\text{ max}}$, $Z_{3\text{ max}}$, $Z_{4\text{ max}}$.

Булевы события-высказывания о валидности показателей обозначим логическими переменными Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 . Нормированные значения переменных с учетом характера их монотонности по отношению к качеству экономики равны:

$$\begin{aligned} Y_1 &= (Z_{1\text{ нач}} - Z_{1\text{ кон}}) / (Z_{1\text{ нач}} - Z_{1\text{ min}}); \\ Y_2 &= (Z_{2\text{ кон}} - Z_{2\text{ нач}}) / (Z_{2\text{ кон}} - Z_{2\text{ min}}); \\ Y_3 &= (Z_{3\text{ кон}} - Z_{3\text{ нач}}) / (Z_{3\text{ кон}} - Z_{3\text{ min}}); \\ Y_4 &= (Z_{4\text{ кон}} - Z_{4\text{ нач}}) / (Z_{4\text{ кон}} - Z_{4\text{ min}}). \end{aligned} \quad (17)$$

Значения Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 рассматриваются как вероятности их валидности P_1, P_2, P_3, P_4 .

Сценарий валидности экономики: событие-валидность системы происходит либо от какого-то одного, либо каких-то двух, либо от событий-валидности всех показателей. Сценарий записывается как логическая функция валидности экономики на этапе:

$$Y = Y_1 \wedge Y_2 \wedge Y_3 \wedge Y_4. \quad (18)$$

Вероятностная функция (критерий) валидности экономики на этапе:

$$P_y = P_1 P_2 P_3 P_4. \quad (19)$$

Критерий невалидности экономики на этапе:

$$R_y = 1 - P_y. \quad (20)$$

Невалидность показателя — это отклонение его значения от заданного. Невалидность характеризует потерю качества. Значения критериев валидности и невалидности экономики при любых значениях вероятностей P_1, P_2, P_3, P_4 принадлежат интервалу $\{0, 1\}$. Для анализа вычисляют количественные вклады показателей Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 в критерии валидности P_y или невалидности R_y экономики. Они зависят от вероятностей P_1, P_2, P_3, P_4 .

Модель успешности управлений для выхода экономики из стагнации. К естественным управлениям отнесем:

U_1 — инвестиции,

U_2 — налоги,

U_3 — участие управленцев, специалистов, ученых, общественного мнения.

К искусственным управлениям отнесем:

U_4 — кредиты,

U_5 — договоры НИР на разработку программы стагнации и анализ результатов,

U_6 — обучение персонала.

Из-за незнакомства автора со структурой и связями в правительстве рассматривается одним параметром W_1 — влияние инфраструктуры.

Управления U_1, \dots, U_6 и влияние инфраструктуры W_1 обозначим событиями и Л-переменными $Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9, Y_{10}, Y_{11}$. Их вероятности P_5, P_6, \dots, P_{11} в успешном выходе из стагнации оценивают по нечисловой неполной и неточной экспертной информации [57].

Тогда логическая модель успеха процесса управления выходом экономики из состояния стагнации с учетом ранее полученной модели (26) на этапе запишется:

$$Y = Y_1 \wedge Y_2 \wedge Y_3 \wedge Y_4 \wedge Y_5 \wedge Y_6 \wedge Y_7 \wedge Y_8 \wedge Y_9 \wedge Y_{10} \wedge Y_{11}. \quad (21)$$

Вероятностная модель успеха выхода системы из состояния стагнации на этапе:

$$P = P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6 P_7 P_8 P_9 P_{10} P_{11}. \quad (22)$$

Процесс выхода из стагнации. Опишем процесс управления выходом экономики из состояния стагнации.

На этапе 1 строят логическую модель успеха Y выхода системы из стагнации:

$$Y^1 = Z^1 \wedge U^1 \wedge W^1. \quad (23)$$

Вычисляем критерии успеха P^1 и неуспеха R^1 и вклады компонент Z , U и W в критерии. Далее выбираем и применяем новые управления U и W , чтобы перейти к этапу 2 и получить новые значения показателей Z .

На этапе 2 строим новую логическую модель:

$$Y^2 = Z^2 \wedge U^2 \wedge W^2 \quad (24)$$

и вычисляем критерии успеха P^2 и неуспеха R^2 и вклады компонент Z , U и W в критерии. Если значения критериев P^2 и R^2 неудовлетворительны, то переходим по изложенному выше алгоритму к этапу 3 и т. д. После каждого этапа анализируем вклады компонент векторов Y , U и W , принимаем решение о частичном или полном исключении некоторых искусственных управлений.

Пример. Зададим следующие вероятности валидности событий: $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 0.8$; $P_5 = P_6 = P_7 = P_8 = P_9 = 0.9$; $P_{10} = 0.7$. Тогда вероятность валидности стагнации экономики по формуле (22) $P = 0.1693$, а вероятность невалидности стагнации экономики равна: $R = 1 - P = 1 - 0.1693 = 0.8307$. Заметим, что вычисление валидности (успешности) выхода экономики из стагнации системы арифметическим сложением вероятностей событий или их усреднением дало бы неправильный или даже абсурдный результат. В логических функциях нет коэффициентов и показателей степени при Л-переменных. Значение критериев валидности и невалидности при любых вероятностях показателей принадлежит интервалу $\{0, 1\}$. Количественные оценки значимости и вкладов событий Y_1, Y_2, \dots, Y_{10} в критерии P и R пропорциональны их вероятностям. Вклад невалидности событий-показателей в невалидность системы на минус и на плюс вычисляется алгоритмически на В-модели валидности системы (22) для каждого события-показателя. Вклад на минус равен разности значения критерия P при значении P_i и значении критерия P при $P_i = 0$. Вклад на плюс вычисляется как разность значения критерия P при значении P_i и критерия P при $P_i = 1$.

Исходя из значения критерия валидности системы и вкладов событий-показателей применяют управления U и W , вводят ин-

вестиции, структурные изменения и инновации в управление, изменяют налоги, проводят реформы. На следующем месяце развития системы оценивают реальные изменения значений показателей, строят по изложенной методике новую ЛВ-модель валидности системы, выполняют анализ и применяют управления и т. д.

Студенты четырех групп Института технологий предпринимательства Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения без проблем проделявают такие исследования в лабораторных работах с использованием программных комплексов *Arbiter* и *Expa*.

2.1.3. Характеристики событийного управления

Особенности событийного управления качеством жизни человека, экономики и государства следующие.

1. Исследования по событийному управлению выполнялись на стыке техники, экономики, искусственного интеллекта и управления, т. е. являлись комплексными.

2. Событийное управление дает возможность моделировать, оценивать и сравнивать разные теории и подходы к развитию экономики страны, так как они могут быть представлены в виде событий-высказываний. Это важно из-за наличия большого числа противоречивых необоснованных предложений по развитию экономики без использования математических моделей от многочисленных институтов и научных центров.

3. Известное правило, что точность исходных данных (вероятностей ИС) и структуры системы (моделей) определяет точность результата (критерия), не является справедливым в экономике. После вычисления критерия на ЛВ-модели выполняется количественный анализ вкладов иницирующих событий и структуры в критерий (результат). По результатам проводят исправления (улучшения) ЛВ-модели. Вычисления повторяют до совпадения результатов моделирования и оценок профессионалов-экономистов.

4. В экономике и экономической науке следует говорить об управлении качеством жизни человека и управлении качеством экономики, государства, продукции и т. д.

5. Учет повторных событий в экономических системах необходим для учета связей подсистем и точного вычисления критерия качества системы. Повторные события — это законы, пра-

вила и ограничения (инфраструктура) государства, влияющие на функционирование многих систем.

Характеристики событийного управления качеством жизни человека, экономики и государства следующие:

- систему событийного управления описывает предложенный кортеж;

- управление системой осуществляется на ЛВ-модели по критерию качества;

- задачи качества решаются при любой сложности логической модели системы;

- событийное управление позволяет получить количественные оценки качества и вкладов инициирующих событий в значения критерия;

- операции логико-вероятностного исчисления выполняются как с логическими переменными, так и с логическими функциями;

- логические функции риска (неуспеха) не имеют ни коэффициентов, ни степеней;

- ЛВ-модель невалидности (качества, безопасности) системы можно построить по невалидности показателей одного ее состояния;

- логические переменные становятся зависимыми, когда попадают в общую Л-модель; для перехода к В-модели выполняют ортогонализацию Л-модели;

- динамичность ЛВ-моделей безопасности и качества обеспечивается коррекцией вероятностей инициирующих событий по сигнальным событиям;

- зависимость и связь различных систем (моделей) обеспечивает корректный учет повторных событий в системах, входящих в общую ЛВ-модель качества большой системы.

2.1.4. Невалидность и мера невалидности

Невалидность — одно из главных понятий управления качеством жизни человека, экономики и государства [27, 29, 31]. При лечении катаракты на первом этапе в районной поликлинике готовят больного к операции [39]. Измеряют температуру, давление и содержание сахара в крови. Врач, направляя больного в центр операций, приводит значения показателей и делает выводы по каждому показателю. Выводы по показателям делают на основе оценки их невалидности. Например, для оценки нева-

лидности температуры учитывают минимально и максимально возможные значения температуры, допустимое значение температуры.

Схема оценки вероятности невалидности показателя приведена на рис. 2.

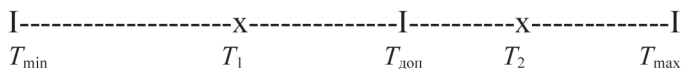


Рис. 2. Схема оценки вероятности невалидности показателя.

Используются следующие обозначения: T_{\min} — минимально возможное значение температуры; T_1 — значение температуры при невалидности на минус; $T_{\text{доп}}$ — допустимое значение температуры; T_2 — значение температуры при невалидности на плюс; T_{\max} — максимально возможное значение температуры.

Вероятность невалидности параметра на минус равна:

$$P_1 = (T_{\text{доп}} - T_1) / (T_{\text{доп}} - T_{\min}). \quad (25)$$

Вероятность невалидности параметра на плюс равна:

$$P_1 = (T_2 - T_{\text{доп}}) / (T_{\max} - T_{\text{доп}}). \quad (26)$$

Аналогичные формулы строят для количественной оценки вероятностей невалидности показателей давления и сахара в крови больного.

2.1.5. Объективное и субъективное в оценке невалидности

Невалидность — это событие, при котором система может выполнить функции, но с потерей качества. Возникают затруднения в оценке невалидности, которые одним представляются отклонением от заданных требований, а другим — нет [19, 31].

Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним ту «технологию», которая предшествует оценке интересующего нас события (т. е. невалидности). Одним из способов описания объекта является составление совокупности требований, которым должен удовлетворять объект. Если объект удовлетворяет всем требованиям, то считают, что он валидный.

Составление совокупности требований к системе связано с деятельностью каких-то лиц и, следовательно, является субъек-

тивным актом, зависящим от полноты знаний системы, опыта и других фактов. При этом возможны и ошибки в назначении определенных требований, и пропуски некоторых из них. Эти требования могут различаться в разных странах.

Несмотря на относительность полноты требований к системе и субъективный характер их установления, должна быть зафиксирована какая-то определенная совокупность этих требований, по отношению к которой вполне объективно можно судить о невалидности или валидности данной системы. В этом и состоит диалектика субъективного и объективного в оценке невалидности, безопасности и качества системы.

2.2. События и вероятности в управлении экономикой и государством

Теоретической основой событийного управления структурно-сложными системами, объектами и процессами в экономике и государстве являются понятия «событие», «система», «вероятность события». В экономике система может иметь много состояний (multy-state) вместо двух состояний в технике. Для системы выделяют иницирующие, производные и итоговые события. В событийном управлении события и их вероятности определяют по-разному для различных типов систем.

2.2.1. История фундаментального понятия «событие»

И. А. Рябинин в работах [19, 20] изложил научный вклад выдающихся ученых Дж. Буля, П. С. Порецкого, С. Н. Бернштейна, А. Н. Колмогорова и В. И. Гливенко в основания ЛВ-исчисления. Феномен ЛВ-исчисления состоит в том, что оно не отражено в математических справочниках как научная дисциплина, хотя применяется во многих приложениях.

Аксиоматика логики высказываний. Английский ученый Джордж Буль опубликовал в 1854 г. статью, в которой ввел исчисление истинности *высказываний*, или Булеву алгебру. Эта работа положила начало новой научной дисциплины — математической логики.

В математической логике предложением называют всякое высказывание, о котором имеет смысл говорить, что оно истинно или что оно ложно. Запись $A \text{ AND } B$ есть предложение, ис-

тинность которого равносильна истинности обоих предложений A и B . Запись $A \text{ OR } B$ есть предложение, истинность которого равносильна истинности по крайней мере одного из предложений A или B . Используется также отрицание предложения A . Запись U есть предложение, которое всегда истинно. Запись V есть предложение, которое всегда ложно. Множество предложений является нормированной Булевой алгеброй с самой простой нормой, какая только возможна. Здесь каждому предложению A придают «логическое значение», равное 1 или 0, если оно истинно или ложно.

Выдающийся ученый П. С. Парецкий [17] предложил решение общей задачи теории вероятности при помощи математической логики.

Аксиоматика событий. Российский ученый С. Н. Бернштейн опубликовал в 1917 г. статью, в которой распространил аксиоматику предложения логики Буля на аксиоматику события. Он привел совокупность тринадцати предложений, которые рассматривал как аксиоматическое описание понятия события и ввел вероятности событий. При этом отпала необходимость в формулировке специальной аксиоматики для понятия «событие» и использовалась готовая аксиоматика предложений. Такая постановка вопроса вполне законна, поскольку каждому событию A можно поставить в соответствие предложение «событие A происходит» (в настоящем, в прошедшем или в будущем). Говорить о вероятности события A или о вероятности истинности названного предложения, очевидно, одно и то же. Вероятность истинности предложения обладает теми же формальными свойствами, что и логическое значение предложения, но может принимать уже не два значения 1 и 0, а весь континуум значений между 0 и 1. Аксиоматика событий-предложений Бернштейна активно используется в теории надежности и безопасности в технике, но оказалась забытой в экономике.

Аксиоматика вероятностей. Нормированная Булева алгебра измеримых подмножеств сегмента $\{0, 1\}$ явилась образцом для построения аксиоматики вероятности. Эту аксиоматику предложил А. Н. Колмогоров (1929). Вероятность рассматривалась как одна из возможных мер. Во всех случаях, где речь идет об изучении случайных величин, событиями являются попадания значений случайной величины на те или иные множества точек числовой оси, и эти события нужно рассматривать как множества «элементарных событий». Последняя книга А. Н. Колмогорова посвящена введению в математическую логику, которую он

написал, будучи заведующим кафедрой математической логики в Московском университете [8].

Аксиоматика множеств. Российский ученый В. И. Гливенко опубликовал в 1939 г. статью, в которой выполнил анализ и обобщения аксиоматик предложений, событий и вероятностей. Он показал, что отпала необходимость в формулировке специальной аксиоматики не только для понятия «событие», но и для самого понятия «вероятность»: можно использовать готовую аксиоматику множества и меры. События рассматриваются на элементах множества.

И. А. Рябинин использовал положения ЛВ-исчисления для построения ЛВ-моделей риска и анализа надежности и безопасности в технике на основе базовых аксиоматик логики, событий, вероятности и множества. Это положения, изложенные в работе [19]: события имеют только два уровня значений (0 и 1); события связаны логическими связями *AND*, *OR* и *NOT*, могут иметься циклы и повторные события; ЛВ-модель риска строят по схеме функционирования системы в виде кратчайших путей успешного функционирования или минимальных сечений отказов; вычисляют вероятность надежности или безопасности системы; аналитически вычисляют вклады иницирующих событий; любую Л-функцию преобразуют к ортогональной форме и заменяют В-функцией, на которой проводят количественные вычисления.

2.2.2. Управление невалидностью системы

Оценка состояния (невалидности) системы (министерства, предприятия) — важная задача в управлении. Состояние системы описывается большим числом показателей, разной сущности и размерности. Модель качества системы можно построить для одного состояния системы [30, 57].

Для управления системой будем оценивать ее состояние одним сводным показателем, назовем его критерием качества. Качество системы будем оценивать через невалидность ее показателей. Невалидность показателя есть отклонение его значения от нормы. Это определение будем рассматривать как высказывание в Булевой логике, которое эквивалентно событию: высказывание есть событие и, наоборот, каждое событие определяется высказыванием.

Мера невалидности показателя есть вычисляемый нормированный критерий невалидности, имеющий значение в интер-

вале $\{0, 1\}$. Критерий невалидности системы определяется как логическая сумма невалидностей показателей. Он также имеет значение в интервале $\{0, 1\}$.

Критерий качества системы оценивают ежегодно, поквартально, ежемесячно или по сигнальным событиям (высказывание президента, обвал цены на нефть). Управление для улучшения качества системы осуществляют путем вложения средств, повышения квалификации исполнителей. Операции с критериями невалидности выполняют как с вероятностями событий в ЛВ-исчислении.

2.2.3. Управление решением проблемы

Рассмотрим управление решением проблемы по экспертной информации, например проблемы противодействия коррупции и взяткам [57]. В решении проблемы принимают участие субъекты: президент, премьер, Государственная дума, Совет Федерации, бизнес, банки, ученые, общественное мнение. Неуспех решения проблемы зависит и от решения задач, составляющих суть проблемы.

Событие есть событие-высказывание о неэффективности (неуспехе) субъекта в решении проблемы, учитывающее его квалификацию, возможности и желания. Мера неэффективности каждого субъекта (вероятность) оценивается группой экспертов по нечисловой неполной и неточной информации (ННН-информации) методом сводных рандомизированных показателей. Аналогично оценивают вероятности успеха в решении задач, составляющих суть проблемы.

Критерий неуспеха решения проблемы есть логическая сумма критериев неуспеха субъектов и задач (объектов). Управление решением проблемы заключается в снижении критерия неуспеха решения проблемы путем уменьшения наиболее значимых критериев неуспеха субъектов и объектов. Действия и операции с критериями неуспеха субъектов и объектов выполняют как с вероятностями событий в ЛВ-исчислении.

2.2.4. Управление системой по статистическим данным

Любую базу данных можно преобразовать в базу знаний (систему Л-уравнений) и решать задачу управления качеством или безопасностью [30, 57]. Рассмотрим, например, кредитование

в банке. Имеются статистические данные о прежних кредитах банка. Каждый кредит описывался набором показателей, имеющих разное содержание и разные значения. Известно также успешным или неуспешным был кредит.

Показатели кредита имеют градации, влияющие на успех кредита. Показатели и градации названы событиями и обозначены логическими переменными. Градации одного показателя составляют группу несовместных событий. Записывают ЛВ-модель кредитного риска банка в функции инициирующих событий. В ЛВ-модель каждого кредита вместо показателей подставляют их градации и получают систему Л-уравнений.

Вероятности событий-градаций показателей оценивают решением задачи идентификации по статистическим данным банка. В задаче идентификации число кредитов в статистике — 1000 и более, число оцениваемых вероятностей событий-градаций — около 100. Используется целочисленная целевая функция: число корректно распознаваемых успешных и неуспешных кредитов должно быть максимальным. Установлена невозможность создания идентичных по частоте событий-градаций обучающей и тестирующей выборок, и идентификация ЛВ-модели риска осуществляется по всей статистике.

Экономика страны быстро изменяется, изменяются и клиенты банка. Предложены правила постепенного исключения устаревших и некорректно-распознанных кредитов и коррекции ЛВ-модели риска по новым данным. Повышена точность распознавания успешных и неуспешных кредитов в 2—3 раза, и соответственно снижаются потери банка и процент за кредит.

Для управления (принятия решения) вычисляют на построенной модели риск каждого нового кредита, — кредит выдается, если его риск меньше допустимого. Исключаются также показатели кредита, которые не влияют на средний кредитный риск банка. Достоинства ЛВ-модели кредитного риска и технологии кредитования заключаются в их высокой точности, робастности и прозрачности, а также в решении задач анализа и управления кредитным риском.

2.2.5. Повторные инициирующие события

Рассмотрим пример с повторными инициирующими событиями (рис. 3). Имеются четыре процесса (министерства) S_1, S_2, S_3, S_4 , которые задаются инициирующими событиями инфра-

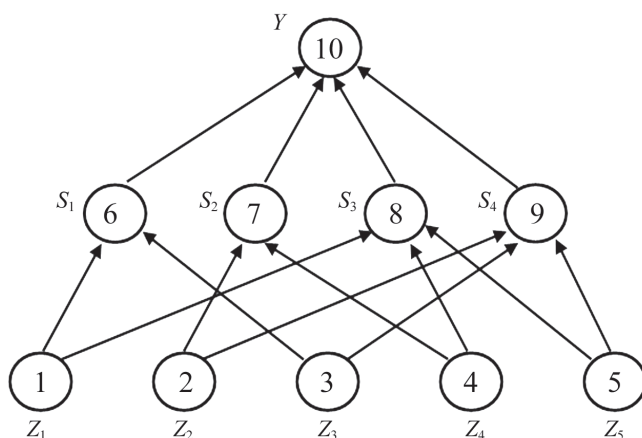


Рис. 3. Структурная схема системы.

структуры — внешней среды, общей для всех процессов: S_1 — событиями Z_1, Z_3 ; S_2 — событиями Z_2, Z_4 ; S_3 — событиями Z_1, Z_4, Z_5 ; S_4 — событиями Z_2, Z_3, Z_5 . События входят повторно (по несколько раз) в процессы. Например, Z_1 входит в S_1 и S_3 , Z_5 входит в S_3 и S_4 и т. д. Это приводит к тому, что Л-функция для итогового события Y (государства) имеет повторные события. Вероятности неуспеха инициирующих событий Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 соответственно равны P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 . Предполагается, что вероятности неуспеха инициирующих событий внутренней среды министерств равны нулю, и поэтому эти события не введены в рассмотрение.

В структурной модели неуспеха системы Y процессы S_1, S_2, S_3, S_4 связаны с инициирующими событиями Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 логической операцией *ИЛИ* (\vee). На рисунке ребра со стрелочками означают связь *ИЛИ*:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= Z_1 \vee Z_3; & S_2 &= Z_2 \vee Z_4; & S_3 &= Z_1 \vee Z_4 \vee Z_5; \\
 S_4 &= Z_2 \vee Z_3 \vee Z_5.
 \end{aligned}
 \tag{27}$$

Модель неуспеха системы Y :

$$Y = S_1 \vee S_2 \vee S_3 \vee S_4.
 \tag{28}$$

Чтобы перейти от Л-функции неуспеха системы к вероятностной функции риска неуспеха, необходимо преобразовать Y к логической неповторной ортогональной форме.

Примем, что вероятности инициирующих событий равны: $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = 0.1$. И вычислим риск потери качества (неуспеха) государством без учета и с учетом повторных событий. Из-за простой структурной модели неуспеха системы Y , где имеется только логическая связь *ИЛИ* между событиями, обойдемся без ортогонализации и выполним расчеты вручную.

Без учета повторных событий риск неуспеха:

- министерств $P(S_1) = P(S_2) = 0.1 + 0.1(1-0.1) = 0.19$;
- министерств $P(S_3) = P(S_4) = 0.1 + 0.1(1-0.1) + 0.1(1-0.1)(1-0.1) = 0.271$;
- государства $P(Y) = 0.19 + 0.19(1-0.19) + 0.271(1-0.19)(1-0.19) + 0.271(1-0.19)(1-0.19)(1-0.271) = 0.6505$.

С учетом повторных событий Л-модель неуспеха системы Y задается выражением:

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \vee Z_3 \vee Z_4 \vee Z_5, \quad (29)$$

и вероятность неуспеха системы Y равна:

$$\begin{aligned} P(Y) &= 0.1 + 0.1(1-0.1) + 0.1(1-0.1)(1-0.1) + \\ &\quad + 0.1(1-0.1)(1-0.1)(1-0.1) + \\ &\quad + 0.1(1-0.1)(1-0.1)(1-0.1)(1-0.1) = 0.4095. \end{aligned}$$

Если принять, что активы министерств одинаковы и в сумме равны Q миллиард долларов, то без учета повторных событий государство должно возместить (выделить финансирование) министерствам потери в сумме $0.6505 Q$. В то время как с корректным учетом повторных событий государство должно израсходовать только сумму $0.4095 Q$, т. е. в 1.6 раза меньше.

2.3. Синтез вероятности события по экспертной информации

При управлении качеством процессов жизни человека вероятности событий-высказываний оценивают по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации методом сводных рандомизированных показателей профессора Н. Хованова [30, 50]. Эксперт не может дать точную оценку вероятности одного события. Он сделает это точнее и объективнее, если будет оценивать 3—4 альтернативные гипотезы. Формулируют гипотезы. Весовые коэффициенты гипотез отсчитывают дискретно с заданным шагом, принимающих значения в интервале от 0 до 1.

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, принимающих значения из множества

$$\{0, 1/n, 2/n, \dots, (n-1)/n, 1\}. \quad (30)$$

Множество всех возможных векторов весовых коэффициентов:

$$W(m, n) = N_1 N_2 \dots N_m, \quad (31)$$

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

Экспертную информацию по весовым коэффициентам задают в виде ординальной порядковой информации:

$$OI = \{w_i > w_j, w_r = w_s; i, j, r, s \in \{1, \dots, m\}\}, \quad (32)$$

интервальной экспертной информации:

$$II = \{a_i \leq w_j, w_r = w_s; i, j, r, s \in \{1, \dots, m\}\}. \quad (33)$$

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

$$w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1. \quad (34)$$

Условия (31—34) 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.

Вычисления повторяют для трех 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 экспертов, устанавливаемых супер-экспертом по изложенной выше методике. Выбирают гипотезу с наибольшей оценкой сводного весового коэффициента.

Глава 3

Управление качеством экономики и государства «сверху»

3.1. Новые критерии управления

Критерии управления качеством в экономике и государстве. Безопасность и качество — основные критерии существования экономики, государства и других систем. Поэтому нужен математический аппарат и модели для количественной оценки критериев безопасности и качества систем. Лучше всего подходят алгебра логики и логико-вероятностное исчисление, обеспечивающие вычисление названных критериев для структурно-сложных объектов, систем и процессов. Безопасность определяется понятиями «риск» и «приемлемая безопасность», качество — по невалидности показателей системы, эффективность — по математическому ожиданию потерь активов и цене за качество на рынке [30, 57].

Критерии вычисляются по инициирующим событиям (ИС), имеющим с ними логические связи *AND*, *OR* и *NOT*.

Критерии безопасности и качества вычисляются на основе одного и того же математического аппарата и различаются только разным смыслом инициирующих событий для безопасности и качества.

При разработке ЛВ-моделей безопасности и качества соответственно выполняют условие монотонности моделей: при увеличении или уменьшении вероятностей инициирующих событий соответственно должны увеличиваться или уменьшаться значения критериев.

Системную значимость правильных критериев и решения новых задач поясняет А. Борисова в статье «Крепкий орешек: почему не получается создать компьютерную модель мозга». Она рассматривает неуспех создания цифровой модели мозга. Мнение специалистов принесено в жертву красивой идеи. Модели мозга так и нет. В письме 750 ученых-оппонентов в Европей-

скую комиссию, финансирующую проект, оспаривался подход руководителя проекта и его команды. Они увлеклись созданием инфраструктуры — институтов и лабораторий, оснащенных мощными компьютерами, и меньше внимания уделяли изучению мозга. Если не понять, как мы пользуемся своим мозгом, то невозможно построить его модель.

В стране разрабатывается национальный проект «Цифровая экономика» [29]. Министерство предложило большую программу мероприятий по созданию инфраструктуры, не сформулировав цель: какие новые задачи решаются для роста экономики и качества жизни населения. Сбор и обмен информацией через компьютерные сети нельзя назвать цифровым управлением в экономике.

3.2. Новые объекты управления

Объектами управления качеством экономики и государства являются структурно-сложные системы и процессы [31, 58].

3.2.1. Органы государственной и региональной власти

Органы включают в себя, для примера, в Российской Федерации: министерства — 21, государственные агентства и департаменты — 35, организации и агентства — 15, государственные корпорации — 2, государственные дополнительные бюджетные фонды — 3, Государственная дума, Совет Федерации и соответственно правительства и органы управления регионов и городов.

3.2.2. Социально-экономические системы и проекты

На них расходуется бюджет государства; потери государства также возникают в социально-экономических системах (СЭС) из-за коррупции, наркотизации, решений «по понятиям». Выделены следующие группы СЭС.

- *Группа СЭС-1.* Включает системы большой важности для государства, направленные на уменьшение потерь средств и увеличение их поступления: управление инновациями, риском банков по «Базель III», качеством продукции по ВТО, процессом

кредитования банков, противодействие коррупции и наркотизации, оценка качества систем управления.

- *Группа СЭС-2*. Включает в себя комплексные системы для регионов и государства, зависящие от ряда министерств, ведомств и органов. К ним относятся системы культуры, здравоохранения, образования, экологии, промышленности, торговли, связи, сельского хозяйства, транспорта, социальной защиты, финансов, экономического развития.

- *Группа СЭС-3*. Включает в себя предприятия, успех которых зависит от желаний и возможностей собственников. К ним относятся промышленные, сервисные, торговые, банковские, образовательные, медицинские и другие компании.

3.2.3. Предприятия и компании

Перечислим некоторые предприятия и компании, которые изучались и включены в лабораторные работы студентов [30, 57].

1. Управление операционным риском банков по «Базель III».
2. Управление качеством систем и продуктов со стороны ВТО.
3. Мониторинг и управление процессом кредитования банков.
4. ЛВ-модель упадка сельского хозяйства.
5. ЛВ-модель несостоятельности образовательной системы.
6. ЛВ-модель отказа системы здравоохранения.
7. ЛВ-модель нерешенности проблемы с детскими садами.
8. ЛВ-модель неспособности решить проблему компьютеризации.
9. ЛВ-менеджмент риска и эффективности ресторана.
10. ЛВ-модель краха компании ЗАО «Балт-Авто-Поиск».
11. ЛВ-модель краха менеджмента компании ЗАО «Транзас».
12. ЛВ-модель риска строительной компании.
13. ЛВ-модель надежности электроснабжения металлургического комбината.
14. ЛВ-модель страхования взрыва и пожара на опасных объектах.
15. ЛВ-модель падения валютного риска.
16. ЛВ-модель риска падения цен на нефть.
17. ЛВ-модель риска политической нестабильности в стране.
18. ЛВ-модель несостоятельности системы инноваций.
19. ЛВ-модель невозможности противодействия наркомании.
20. ЛВ-модель противодействия коррупции и взяточничеству.

3.2.4. Процессы управления качеством жизни человека

К процессам управления качеством жизни человека относятся: лечение, обучение, принятие решений и др. Особенностью этих процессов является участие в них нескольких субъектов, соответствующих инфраструктур и самого человека. Модели этих процессов будут рассмотрены позже в отдельных разделах работы.

3.2.5. Безопасность пространства проживания

Кейт Рэйуорт (Kate Raworth) отметила, что экономика в XX в. основана на ошибочном портрете человечества [54]. Доминирующая модель — «экономический человек», корыстный, вычисляющий — более говорит об экономистах, чем о других людях. Потеря цели привела к цели бесконечного экономического роста. Рэйуорт пересмотрела основы экономики. Она приводит новую модель экономики из двух колец. Выход за внешнее кольцо есть выход за экологические пределы Земли (климат, истощение озонового слоя и др.). Выход за внутреннее кольцо — недостаточность ресурсов для хорошей жизни (питание, жилье, здравоохранение, демократия и др.). Модели этой проблемы будут описаны позже в отдельном разделе работы.

3.3. Новые знания в управлении качеством экономики и государства

3.3.1. Концепции и высказывания выдающихся ученых об управлении экономикой

При разработке научного направления, выборе математического аппарата и построении моделей использовались концепции выдающихся ученых относительно управления экономикой.

- Норберт Винер и Джон фон Нейман считали, что методы управления социально-экономическими системами должны использовать логику и теорию множеств, а не дифференциальные уравнения, так как для описания поведения человека нет законов сохранения массы, энергии и импульса, как в механике [4, 15].

- Альберт Эйнштейн писал, что никакую проблему нельзя решить на том же уровне, на котором она возникла.

- Лауреат Нобелевской премии Джеймс Бьюкенен рассматривал связь правительства, коррупции и общественного мнения в государстве [48].

- Лауреат Нобелевской премии Дж. Хекман предложил аппарат математической статистики для анализа социально-экономических систем и процессов в государстве [49].

- Китайские ученые и руководители ставят знак равенства между инновациями технологическими и инновациями в управлении, включая искусство управления государством и людьми [10].

- Династия Нобелей в своей деятельности руководствовалась принципом социальной справедливости [43].

- Кейт Рэйурт предложила новую модель экономики в виде кольца «безопасного пространства проживания» [54].

- В. М. Глушков и В. И. Скурихин, академики Института кибернетики (г. Киев), внесли большой научный и практический вклад в создание и распространение в стране автоматизированных систем производства, управления и технологий (*CAD, CAM, CAT*), ставших прообразами цифровой экономики [5, 21].

- Питер Ф. Друкер, известный ученый по менеджменту, обращал особое внимание на оценку и управление риском в экономике [6].

- И. А. Рябинин предложил ЛВ-исчисление для надежности в технике [19], которое развито нами в экономике путем ввода мультисостояний систем [30].

- Н. В. Хованов разработал метод рандомизированных сводных показателей для синтеза вероятности события по экспертной информации [50].

- Е. Д. Соложенцев защитил докторскую диссертацию «Основы построения систем автоматизированной доводки сложных машин» (1983; Институт кибернетики, Киев), идеи которой развиты для управления экономикой и государством [22].

3.3.2. Методологические основы управления экономикой и государством

Предложены следующие методологические основы управления экономикой и государством, которые являются общими для всех экономик всех стран и рассматриваются как новые знания [30, 55].

- Управление на основе искусственного интеллекта с целью повышения эффективности экономики и государства невозможно

без нового мировоззрения, новых знаний и решения новых задач на основе алгебры логики и логико-вероятностного исчисления.

- Безопасность и качество — необходимые условия существования всех систем.

- Новыми знаниями для управления экономикой и государства являются: методические и методологические основы управления, новые Булевы события-высказывания, сценарии неуспеха систем, новые модели, новые задачи, примеры исследований, курс дополнительного образования.

- Новые структурно-сложные объекты управления: органы государственной власти, социально-экономические системы и предприятия, качество процессов жизни человека и безопасное пространство проживания.

- Между элементами системы и целью системы отношения задаются логическими связями *AND*, *OR*, *NOT*.

- Событийный подход для построения моделей, анализа и управления системами и процессами осуществляется на основе количественных оценок на ЛВ-моделях риска.

- Безопасность системы определяется понятиями «риск» и «приемлемая безопасность», качество системы определяется по невалидности ее показателей, эффективность системы определяется математическим ожиданием потерь и ценой на рынке.

- Системам и их компонентам соответствуют события и логические переменные.

- Управление развитием системы осуществляется по критериям безопасности и качества и рассматривается как управление движением по программной траектории и коррекцией при отклонении от нее.

- Управление системой во времени осуществляется по сигнальным событиям с коррекцией вероятностей событий ЛВ-моделей безопасности и качества.

- Цифровая экономика рассматривается как информационная технология массового внедрения событийного управления экономикой и государством на основе решения новых эффективных задач.

- Требования к безопасности, качеству и невалидности системы устанавливаются субъективно, а соответствие им считается объективным фактом согласно с утвержденными стандартами и нормативами.

- Управление системой осуществляют изменением вероятностей событий, вложением средств, повышением квалификации персонала, изменением структуры и проведением реформ.

- Моделированием установлено: без ученых и общественного мнения проблемы экономики и государства эффективно не решаются.

- Исследования по управлению качеством процессов жизни даже одного человека дают оценку качества управления экономикой и государством.

- Унифицированный инвариантный комплекс новых знаний, моделей, задач и специальных Software обеспечивает широкое и быстрое внедрение событийного управления и искусственного интеллекта в цифровой экономике.

3.3.3. Методические основы управления безопасностью и качеством

Главными требованиями к системам являются качество и безопасность. Поэтому нужны математические модели для количественной оценки критериев безопасности и качества систем. Лучшее всего подходит аппарат ЛВ-исчисления. Методические основы управления безопасностью и качеством следующие.

- Представление системы управления в виде кортежа компонентов и инструментов. Любую базу данных можно преобразовать в базу знаний в виде системы Л-уравнений и решать задачи управления безопасностью и качеством [62].

- ЛВ-модель невалидности (качества, безопасности) системы можно построить по невалидности показателей одного ее состояния.

- Выделение внешних инициирующих событий позволяет построить модель с корректным учетом эффекта повторных событий при объединении систем.

- Логические переменные становятся зависимыми, когда попадают в Л-модель. Для перехода к В-модели следует выполнять ортогонализацию Л-модели.

- Задача построения ЛВ-модели риска решается при любой логической сложности системы.

- Динамичность ЛВ-моделей безопасности и качества обеспечивается коррекцией вероятностей инициирующих событий при появлении сигнальных событий.

- Связь различных систем обеспечивает корректный учет повторных событий, входящих в ЛВ-модели безопасности и качества большой системы.

- Следует оценивать качество систем управления.

- Следует использовать примеры исследований как знания по управлению безопасностью и качеством систем.
- Следует применять специальные программные средства *Arbiter* и *Exra* из-за большой арифметической и логической вычислительной сложности задач.
- Следует использовать унифицированный инвариантный комплекс объектов и критериев управления, новых знаний и ЛВ-моделей, новых задач и программных средств для событийного управления в цифровой экономике.

3.3.4. Булевы события-высказывания в управлении

Понятие событий-высказываний Дж. Буля расширено. Для управления экономикой введены новые Булевы события-высказывания: неуспех субъектов и объектов, сигнальные события, события невалидности, концептуальные и индикативные события, повторные события, события-высказывания о латентности, группы несовместных событий, общественное мнение [30, 57]. В задачах управления в экономике используются вероятности успеха/неуспеха, опасности/неопасности, валидности/невалидности событий.

Содержание некоторых событий-высказываний приведено ниже.

1. *События-высказывания о неуспехе субъектов.* Событие-субъект — это неуспех решения трудной проблемы субъектом: государством, бизнесом, банками, учеными, общественным мнением.

2. *Сигнальные события-высказывания* в экономике, политике, законах, инновациях, стихийных бедствиях и изменениях на мировом рынке. Используется факт появления сигнального события для коррекции вероятностей событий по экспертной информации.

3. *События-высказывания о невалидности* — это высказывания об отклонении показателя от заданного значения. Показатели нормированы и имеют значения в интервале $\{0, 1\}$. Событие-высказывание о невалидности имеет вероятность.

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

5. *Индикативные события-высказывания* характеризуют опасность состояния системы и рассматриваются как невалид-

ные события. Их мерой опасности является отклонение значения параметра от заданного значения.

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

7. *Группы несовместных событий* в ЛВ-моделях риска введены для градаций-показателей: возможно только какое-то одно событие из группы.

3.3.5. Общественное мнение в управлении качеством экономики и государства

В «Управлении качеством экономики и государства „сверху“» рассмотрена постановка и решение трудной социально-экономической проблемы. Использовалась гибридная ЛВ-модель риска противодействия коррупции и взяткам. В задаче общественное мнение выступало как событие-субъект, решающее проблему. В этом и других примерах показано, что без ученых и общественного мнения трудные социально-экономические проблемы не могут быть успешно решены.

Далее в главе «Управление качеством экономики и государства „снизу“» рассмотрены постановка и решение проблемы управления процессами качеством жизни человека на примерах лечения, обучения и принятия решений. Крупицы реального личного опыта в реальных проектах многих людей, изложенные в публикациях и в интернете, могут быть обобщены общественным мнением для нерешенных проблем, которое заставит правительство решать их в интересах повышения качества жизни населения. Предлагаемый подход относится ко всем странам, население которых заинтересовано в повышении уровня жизни и качества управления экономикой. Население не может надеяться на умных и порядочных чиновников, и каждый может изложить свой реальный опыт в решение проблем и обеспечить обратную связь в управлении экономикой — управление «снизу».

Предлагаемый подход избавляет от бесполезных мероприятий и миллиардных вложений средств со стороны президента и правительства. Он предоставляет достойную сферу деятельности общественному мнению, которое оценит и обобщит результаты многих личных реальных исследований и закажет исследования по качеству процессов жизни выдающимся представителям науки, культуры и производства. Отметим также, что

подход хорошо согласуется с целями и содержанием цифровой экономики.

Следует также использовать принципы китайской науки управления, в которой ценится умение признавать и исправлять ошибки, постоянное внимание к улучшению жизни населения, эффективный учет общественного мнения, поддержка движений за социальную справедливость [30, 55].

3.3.6. Сценарии неуспеха систем

Сценарии неуспеха систем представляют события-высказывания и их логические связи между собой и неуспехом системы. Приведем сценарии для субъектов, принимающих участие в решении проблемы инноваций в стране, которые используются для построения ЛВ-модели неуспеха и оценки вероятностей [30, 31, 62].

Государство. Желание решить проблему государство проявляет в многочисленных декларативных заявлениях своих руководителей, создании постановлений и указов, комитетов и комиссий, обещаний и призывов. Возможности решить проблему ограничены из-за отсутствия достаточных ресурсов, специалистов, идей и знаний о технологиях управления риском.

Бизнес. Желание бизнеса — делать деньги, как можно больше, быстрее, любыми способами, и выжить в конкурентной борьбе. Бизнес поддержит только те инновации, которые в краткосрочной перспективе принесут ему большую прибыль. Государство, как регулятор, может обязать бизнес отчислять часть прибыли в фонд поддержки инноваций.

Банки. Желание банков — делать деньги, как можно больше, и выжить в конкурентной борьбе. Банки заинтересованы дать кредит под инновации, которые без риска принесут ему большую прибыль. Государство, как регулятор, может обязать банки отчислять часть прибыли в фонд поддержки инноваций.

Ученые могут создать для управления системой инноваций гибридную, концептуальную и индикативную модели риска и соответствующие Software.

Общественное мнение имеет желание решить проблему инноваций в стране. Оно может заставить государство, бизнес и банки разрабатывать и внедрять инновации. Свои возможности оно осуществляет через демократию, оппозицию, депутатские запросы, средства печати и телевидения, митинги и демонстрации.

3.4. Новые типы логико-вероятностных моделей риска

Новые типы ЛВ-моделей риска неуспеха систем. Предложены и апробированы новые типы ЛВ-моделей безопасности и качества систем [31, 58] (табл. 1). Эти ЛВ-модели следует использовать для всестороннего анализа и управления одной системы. Связь разных систем обеспечивают повторные события в разных системах.

Динамичность ЛВ-модели системы обеспечивается коррекцией вероятностей событий-высказываний по сигнальным событиям, которые указывают на необходимость изменить вероятности инициирующих событий в ЛВ-моделях безопасности и качества.

Таблица 1

ЛВ-модели и их назначение для управления системами в экономике

№	ЛВ-модели риска	Назначение
1	Структурно-логические модели	Оценка риска неуспеха системы
2	Гибридные ЛВ-модели неуспеха	Оценка риска неуспеха решения проблемы
3	Невалидные ЛВ-модели риска	Оценка невалидности — качества системы
4	Концептуальные ЛВ-модели	Прогнозирование состояния системы
5	Индикативные ЛВ-модели	Оценка риска опасности системы
6	ЛВ-модели управления состоянием	Управление риском состояния системы
7	ЛВ-модели управления развитием	Управление риском развития системы
8	ЛВ-модели качества систем управления	Оценка качества системы управления

Разработаны ЛВ-модели риска: моделирование социально-экономической безопасностью РФ, оценка системы инноваций, противодействие коррупции, противодействие наркотизации, резервирование капитала по «Базель III», оценка качества систем по ВТО, управление кредитованием банка, оценка риска и эффективности ресторана и др. Ниже мы подробно опишем некоторые примеры.

3.4.1. Неважные ЛВ-модели риска

Стандарт ISO 9001-2001 определяет неважность систем, процессов и продукции как несоответствие их параметров нормативам. Оценка качества функционирования систем и продукции является обязательным требованием ВТО.

ЛВ-модели риска неважности систем и процессов строятся по неважным событиям-показателям. Первая работа по оценке неважности экономических процессов на основе ЛВ-моделирования принадлежит С. В. Богословскому. Однако в ней отсутствует раздел построения моделей, примеры взяты из техники и приведено известное разложение Л-функции по набору ее аргументов [19].

Разработка сценария неважности является творческим процессом. Только специалист, глубоко знающий функционирование системы, может выделить полное число неважных показателей и состояний.

3.4.2. Концептуальные ЛВ-модели прогнозирования

Концептуальные ЛВ-модели прогнозирования состояния или развития системы строятся на основе описаний и высказываний специалистов, понимающих суть проблемы. Вероятности концептуальных событий-высказываний — это вероятности истинности высказываний или прогнозов, которые будем оценивать по экспертной ННН-информации. Заметим, что понятие концептуального события-высказывания является первым в Булевой логике. Фактически положения стандартов, инструкций и прогнозов сформулированы как высказывания, которым могут быть даны вероятности истинности, успеха или опасности.

По содержательным описаниям в работе [30] разработаны отдельные сценарные концептуальные ЛВ-модели прогнозирования неважного состояния системы противодействия наркотизации региона. Концептуальная ЛВ-модель прогнозирования неважного состояния наркотизации региона является логическим объединением влияющих неважных событий-факторов, которые не являются количественными. Вероятности событий-высказываний о прогнозировании состояния наркомании будем оценивать по экспертной ННН-информации.

Словами концептуальная ЛВ-модель прогнозирования каждого процесса читается так: увеличение риска наркотизации

происходит *OR* из-за любого одного фактора, *OR* из-за любых двух факторов, *OR* из-за всех факторов.

1. ЛВ-модель прогнозирования невалидности состояния наркотизации от снижения духовных ценностей:

$$Y_1 = Z_1 \vee Z_2 \vee Z_3 \vee Z_4 \vee Z_5, \quad (35)$$

где Z_1 — плохая наследственность; Z_2 — плохое воспитание в семье; Z_3 — отсутствие осознания болезни; Z_4 — отсутствие мотивации к продуктивной деятельности; Z_5 — отсутствие духовных и этических норм; \vee — операция логического сложения. Вероятностная модель прогнозирования развития наркомании:

$$P\{Y_1\} = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_2)(1 - R_1) + \dots \quad (36)$$

2. ЛВ-модель прогнозирования невалидности наркотизации от неуспеха противодействию наркомании:

$$Y_2 = Z_1 \vee Z_2 \vee Z_3, \quad (37)$$

где Z_1 — неэффективность действий правоохранительных органов по противодействию распространения и изъятию наркотических веществ из незаконного оборота наркотиков; Z_2 — неэффективность профилактики наркомании для выработки определенной устойчивости населения к наркомании; Z_3 — неэффективность действий властей по улучшению социально-экономической обстановки в регионе. Вероятностная модель риска состояния наркомании:

$$P\{Y_2\} = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_2)(1 - R_1). \quad (38)$$

3. ЛВ-модель прогнозирования невалидности наркотизации от ухудшения демографической ситуации:

$$Y_3 = Z_1 \vee Z_2 \vee Z_3 \vee Z_4 \vee Z_5, \quad (39)$$

где Z_1 — ухудшение условий выживания территории в условиях кризиса и для развития; Z_2 — ухудшение защиты жизненно важных интересов территории; Z_3 — ухудшение внутреннего иммунитета и внешней защищенности от дестабилизирующих факторов; Z_4 — снижение конкуренции в экономике и устойчивости ее финансового положения; Z_5 — ухудшение достойных условий жизни и устойчивого развития личности. Вероятностная модель прогнозирования наркомании:

$$P\{Y_3\} = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_2)(1 - R_1) + \dots \quad (40)$$

4. ЛВ-модель прогнозирования распространения наркотиков:

$$Y_4 = Z_1 \vee Z_2 \vee Z_3, \quad (41)$$

где Z_1 — ухудшение восприимчивости населения к приему наркотиков; Z_2 — ухудшение противодействия наркотизации и изъятию наркотических веществ; Z_3 — ухудшение социальных, экономических и политических факторов, определяющих группы риска. Вероятностная модель прогнозирования наркомании:

$$P\{Y_4\} = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_2)(1 - R_1). \quad (42)$$

5. ЛВ-модель прогнозирования риска состояния наркотизации от влияния наркомании на развитие общества:

$$Y_5 = Z_1 \vee Z_2 \vee Z_3 \vee Z_4 \vee Z_5 \vee Z_6 \vee Z_7, \quad (43)$$

где Z_1 — повышение риска в экономике региона от кризисных ситуаций, влекущих сокращение или задержки зарплаты, сокращение рабочих мест и др.; Z_2 — увеличение групп риска вследствие обозначенных процессов как контингента для потенциальных наркоманов; Z_3 — повышение алкоголизма и наркомании в рамках группы риска; Z_4 — пополнение группы риска за счет наиболее эмоционально незащищенных слоев общества — студентов вузов и техникумов, проживающих в общежитиях, и несовершеннолетних, обучающихся в школах и детских домах; Z_5 — уменьшение численности молодежи; Z_6 — сокращение рабочих кадров в экономике, сокращение производства полезных товаров на территории; Z_7 — замена в экономике местного населения трудовыми мигрантами.

6. ЛВ-модель прогнозирования риска невалидности состояния наркотизации от начала приема наркотиков:

$$Y_6 = Z_1 \vee Z_2 \vee Z_3, \quad (44)$$

Вероятностная модель прогнозирования риска развития наркомании:

$$P\{Y_5\} = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_2)(1 - R_1) + \dots \quad (45)$$

Здесь Z_1 — повышение психологической готовности; Z_2 — наличие наркотика на территории; Z_3 — повышение процента нераскрываемости данного вида преступления; Z_{11} — повышение психологической готовности человека; Z_{12} — повышение пси-

хологической готовности (поддержка) среды; в свою очередь производное событие Z_{11} имеет инициирующие события: Z_{111} — выход из тяжелой жизненной ситуации; Z_{112} — повышение престижности в определенных кругах; Z_{113} — отсутствие разницы в представлении «принимать» или «не принимать»; Z_{121} — отсутствие перспектив роста; Z_{122} — пропаганда наркотиков и подобного образа жизни; Z_{123} — отсутствие административных мер; Z_{124} — наличие наркотиков и наркоторговцев в молодежных клубах и других заведениях. Иницирующие события Z_1, Z_2, \dots, Z_{124} не имеют количественных значений. Их риски R_1, R_2, \dots, R_{124} следует оценить по экспертной ННН-информации.

Концептуальная Л-модель прогнозирования наркотизации региона является логической суммой отдельных концептуальных процессов Y_1, \dots, Y_6 :

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee Y_3 \vee Y_4 \vee Y_5 \vee Y_6. \quad (46)$$

Концептуальная В-модель прогнозирования наркотизации региона:

$$P\{Y\} = P_{y1} + P_{y2}(1 - P_{y1}) + P_{y3}(1 - P_{y2})(1 - P_{y1}) + \dots \quad (47)$$

3.4.3. Индикативные ЛВ-модели опасности

Индикативные ЛВ-модели опасности состояния системы введены и описаны в [11, 18]. Состояния СЭС описывают набором показателей. Например, состояние системы инноваций страны описывают 84 показателя, состояние наркотизации страны или региона описывают 40 показателей. Наборы показателей позволяют сравнивать разные страны, устанавливая их рейтинги.

Показатели разделяют на группы 1-го уровня (их количество равно 5—7). Каждая группа имеет несколько отдельных показателей. Каждый показатель группы в свою очередь имеет несколько исходных показателей. Группы имеют вполне определенные функциональные назначения. Например, для системы инноваций пять групп показателей оценивают возможности системы:

1. Институты — государство (политическая среда, управление, бизнес-среда).
2. Человеческий капитал и исследования (образование, наука и развитие).

3. Инфраструктура (информационные компьютерные технологии и др.).

4. Рынок (кредит, инвестиции, торговля и конкуренция).

5. Бизнес (предприниматели, связь бизнеса с инновациями).

Две группы показателей оценивают *Результаты* системы инноваций:

1. Итоги научных исследований.

2. Итоги творческих изысканий.

Таким образом, имеется много показателей для описания системы, но не все могут быть индикаторами опасности системы. Поэтому строят индикативные показатели, которые характеризуют опасность невалидности системы.

Индикативная ЛВ-модель опасности невалидности состояния системы инноваций России. На основе выполненного анализа разработки и развития инновации «Технологии управления риском в структурно-сложных системах» выделены индикативные события-высказывания о неуспехе системы инноваций (табл. 2). Список этих событий-высказываний может изменяться по мере анализа процессов разработки других инноваций.

Индикативные события-высказывания об опасности системы инноваций используем для разработки индикативной ЛВ-модели опасности системы инноваций. Вероятности индикативных событий-высказываний оценивают по экспертной информации. Словами индикативная ЛВ-модель опасности невалидности состояния системы инноваций читается: опасность происходит: *OR* из-за любого одного события-высказывания, *OR* из-за любых двух событий-высказываний, *OR* ... из-за всех событий-высказываний.

Индикативная логическая модель опасности состояния системы инноваций:

$$Y = Z_1 \vee \dots \vee Z_{11}. \quad (48)$$

Индикативная вероятностная модель опасности системы инноваций:

$$P\{Y\} = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_2)(1 - R_1) + \dots, \quad (49)$$

где R_n — риски событий-показателей Z_n , $n = 1, 2, \dots, 11$.

Таблица 2

**События-высказывания об опасности состояния
системы инноваций**

№	События-высказывания о неуспехе системы инноваций	Идентификатор
1	Общение с иностранными учеными	Z_1
2	Выделение приоритетных фундаментально-прикладных исследований	Z_2
3	Выбор концепции развития социально-экономических систем и страны	Z_3
4	Привлечение ученых и общественного мнения к решению трудных социально-экономических проблем	Z_4
5	Решение инновационных проектов на стыке наук	Z_5
6	Займствование западных методик, программ и технологий	Z_6
7	Анализ желаний и возможностей субъектов, участвующих в проекте	Z_7
8	Управление кредитованием	Z_8
9	Финансирование науки и инновационных проектов	Z_9
10	Создание банка заказов на фундаментально-прикладные проекты и исследования от компаний и министерств	Z_{10}
11	Доля стоимости валового объема производства страны, направляемая в фонд инвестиций, инноваций и науки	Z_{11}

Методики ЛВ-анализа и ЛВ-управления риском в системах рассмотрены в [30, 57]. В простой структуре выражений (48, 49) значимости и вклады инициирующих событий-показателей Z в риск неуспеха системы инноваций пропорциональны величине их риска. Управление заключается в снижении риска наиболее значимых событий-высказываний путем структурных изменений в экономике, науке, образовании и выделении ресурсов.

3.4.4. Темы исследований на ЛВ-моделях

Первые публикации о ЛВ-моделях риска — [38, 60], в последующих публикациях приведены следующие примеры исследований на ЛВ-моделях [27, 28, 30, 37, 55, 56, 57].

- Логико-вероятностная модель для оценки операционного риска банка и резервирования капитала.
- Цифровое управление структурно-сложными системами в экономике.
- Технологии управления риском в структурно-сложных системах.
- И³-технологии для экономики.

- Логико-вероятностные модели риска в бизнесе и идентификация моделей риска.
- Международная научная школа «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах».
- Прозрачность методик оценки кредитных рисков и рейтингов.
- И³-технологии для противодействия взяткам и коррупции.
- Сценарные логико-вероятностные модели риска взяток.
- Сценарные логико-вероятностные модели риска и копулы.
- WTO и ЛВ-модели невалидности сложных систем и процессов.
- Управление риском при испытаниях сложных машин и систем, вероятностные модели риска в банках, бизнесе и качестве.
- Логико-вероятностные модели в бизнесе и идентификации.
- Логико-вероятностные модели неуспеха управления компаниями.
- Логико-вероятностная модель анализа надежности электроснабжения металлургического комплекса.
- Событийное управление качеством и др.

3.5. Новые задачи в управлении экономикой и государством

Для повышения эффективности экономики нужны новые идеи, знания, модели и задачи, направленные на существенное повышение эффективности экономики и качества жизни населения. Важно принять единые критерии управления — критерии качества и безопасности, использовать единый математический аппарат — событийное управление, на основе искусственного интеллекта создать единый комплекс новых знаний, моделей, задач и программных средств. Особое внимание следует уделить новым задачам, повышающим эффективность управления.

Нужен также курс дополнительного образования экономистов, менеджеров, студентов и преподавателей по событийному управлению экономикой и государством. Следует ввести соответствующие занятия в школах и университетах, определить нужные гранты для развития теории и приложений, решить вопросы сертификации методик, моделей, задач и программных средств, привлечь общественное мнение к контролю за работами по цифровой экономике.

Для цифровой экономики сформулированы новые задачи для повышения эффективности управления экономикой. Ос-

новой целью цифровой экономики и является решение новых задач. После формулировки и постановки новых задач можно обоснованно составить перечень мероприятий национального проекта «Цифровая экономика». В настоящее время все сделано наоборот, и многие мероприятия национальных проектов окажутся ненужными и должны быть изменены. Опишем новые эффективные задачи для цифровой экономики.

3.5.1. Управление системой безопасности России

Рассмотрим на примере моделирование, анализ и управление (МАУ) качеством нескольких логически объединенных систем. Система «Управление экономической безопасностью России» объединяет две модели риска [57]: ЛВ-модель риска состояния рождаемости, ЛВ-модель риска состояния строительства жилья. В объединенном сценарии 33 иницирующих и производных событий связаны логическими связями *OR*, *AND*, *NOT*. ЛВ-модель риска состояния России может логически включать другие модели и сценарии, например: ЛВ-модели противодействия взяткам и коррупции, противодействия наркомании, управления системой инноваций и др.

Структурная модель. ЛВ-модель риска экономической безопасности России Y_{33} построена логическим объединением ЛВ-моделей риска состояния рождаемости в России Y_{32} и ЛВ-модели риска состояния строительства жилья в России Y_{31} (рис. 4). Приводятся названия иницирующих и производных событий, их идентификаторы и типы Л-связей: ребро со стрелкой — связь *OR*; ребро с точкой — связь *AND*.

Иницирующие события модели состояния строительства жилья:

- Y_1 — увеличение рабочих мест,
- Y_2 — качественное образование,
- Y_3 — увеличение конкуренции,
- Y_4 — проведение тендеров,
- Y_5 — покупка фьючерсов,
- Y_6 — поиск поставщиков,
- Y_7 — социальные программы,
- Y_8 — уменьшение ставок на ипотеку,
- Y_9 — экономическая стабильность в стране.

Иницирующие события модели риска состояния рождаемости в России:

- Y_{10} — правовая защита матерей,

- Y_{11} — правовая защита семьи,
- Y_{12} — обеспечение жильем,
- Y_{13} — помощь малообеспеченным семьям,
- Y_{14} — программа «Здоровье»,
- Y_{15} — увеличение заработной платы работников,
- Y_{16} — поддержка государства,
- Y_{17} — строительство новых детских садов,
- Y_{18} — улучшение качества,
- Y_{19} — бесплатное медицинское обслуживание,
- Y_{20} — досуг,
- Y_{21} — постоянный доход семьи.

Производные события модели риска системы:

- Y_{22} — уменьшение цен на стройматериалы,
- Y_{23} — увеличение дохода населения,
- Y_{24} — уменьшение цен на недвижимость,
- Y_{25} — доступность покупки жилья,
- Y_{26} — правовое обеспечение,
- Y_{27} — проведение социальных программ,
- Y_{28} — обеспечение дошкольного образования,
- Y_{29} — улучшение медицинского обслуживания,
- Y_{30} — укрепление семейных отношений,
- Y_{31} — увеличение спроса на недвижимость,
- Y_{32} — повышение рождаемости в России,
- Y_{33} — итоговое событие — оценка успешности развития

России.

Заметим, что в сценариях и моделях риска двух рассматриваемых систем присутствуют события, относящиеся к экономике, политике, праву и законам, т. е. решение проблем зависит от разных министерств и органов власти. Вероятности инициирующих событий Y_1, Y_2, \dots, Y_{21} оценивались по экспертной ННН-информации [50].

Цели объединенной ЛВ-модели риска. Производные события: $Y_d (\vee; Y_{d1}, Y_{d2}, \dots)$ — соединение Y_{d1}, Y_{d2}, \dots логической связью *OR*; $Y_d (\wedge; Y_{d1}, Y_{d2}, \dots)$ — соединение Y_{d1}, Y_{d2}, \dots логической связью *AND*. Л-модель риска состояния экономической безопасности России может быть записана в виде кортежей:

$$\begin{aligned}
 & Y_{33} (\wedge; Y_{32}, Y_{31}); \quad Y_{31} (\wedge; Y_{23}, Y_{24}, Y_{25}); \quad Y_{32} (\wedge; Y_{26}, Y_{27}, Y_{28}, Y_{29}, Y_{30}); \\
 & Y_{22} (\vee; Y_5, Y_6); \quad Y_{23} (\vee; Y_1, Y_2); \quad Y_{26} (\vee; Y_{10}, Y_{11}); \quad Y_{24} (\vee; Y_3, Y_4, Y_{22}); \\
 & Y_{25} (\vee; Y_7, Y_8, Y_9); \quad Y_{27} (\vee; Y_{12}, Y_{13}, Y_{14}); \quad Y_{28} (\vee; Y_{15}, Y_{16}, Y_{17}); \\
 & Y_{29} (\vee; Y_9, Y_{18}, Y_{19}); \quad Y_{30} (\vee; Y_{20}, Y_{21}).
 \end{aligned} \tag{50}$$

Логическая модель риска системы. Моделирование, анализ и управление системой имеют большую вычислительную сложность. Использовались программные средства *Arbiter* для построения структурной, логической и вероятностной моделей риска и *Exra* для синтеза вероятностей ИС.

Программный комплекс *Arbiter* автоматически построил логическую модель риска по структурной модели риска (рис. 4). В машинной записи Л-модель риска для производного события Y_{32} «Состояния рождаемости» в дизъюнктивной нормальной форме следующая (цифры — номера логических переменных; « \cdot » — логическое умножение, « $+$ » — логическое сложение):

$$\begin{aligned}
 Y_{32} = & 9.11.14.17.21 + 9.10.14.17.21 + 9.11.13.17.21 + 9.10.13.17.21 + \\
 & + 9.11.12.17.21 + 9.10.12.17.21 + 9.11.14.16.21 + 9.10.14.16.21 + \\
 & + 9.11.13.16.21 + 9.10.13.16.21 + 9.11.12.16.21 + 9.10.12.16.21 + \\
 & + 9.11.14.15.21 + 9.10.14.15.21 + 9.11.13.15.21 + 9.10.13.15.21 + \\
 & + 9.11.12.15.21 + 9.10.12.15.21 + 11.14.17.19.21 + 10.14.17.19.21 + \\
 & + 11.13.17.19.21 + 10.13.17.19.21 + 11.12.17.19.21 + 10.12.17.19.21 + \\
 & + 11.14.16.19.21 + 10.14.16.19.21 + 11.13.16.19.21 + 10.13.16.19.21 + \\
 & + 11.12.16.19.21 + 10.12.16.19.21 + 11.14.15.19.21 + 10.14.15.19.21 + \\
 & + 11.13.15.19.21 + 10.13.15.19.21 + 11.12.15.19.21 + 10.12.15.19.21 + \\
 & + 11.14.17.18.21 + 10.14.17.18.21 + 11.13.17.18.21 + 10.13.17.18.21 + \\
 & + 11.12.17.18.21 + 10.12.17.18.21 + 11.14.16.18.21 + 10.14.16.18.21 + \\
 & + 11.13.16.18.21 + 10.13.16.18.21 + 11.12.16.18.21 + 10.12.16.18.21 + \\
 & + 11.14.15.18.21 + 10.14.15.18.21 + 11.13.15.18.21 + 10.13.15.18.21 + \\
 & + 11.12.15.18.21 + 10.12.15.18.21 + 9.11.14.17.20 + 9.10.14.17.20 + \\
 & + 9.11.13.17.20 + 9.10.13.17.20 + 9.11.12.17.20 + 9.10.12.17.20 + \\
 & + 9.11.14.16.20 + 9.10.14.16.20 + 9.11.13.16.20 + 9.10.13.16.20 + \\
 & + 9.11.12.16.20 + 9.10.12.16.20 + 9.11.14.15.20 + 9.10.14.15.20 + \\
 & + 9.11.13.15.20 + 9.10.13.15.20 + 9.11.12.15.20 + 9.10.12.15.20 + \\
 & + 11.14.17.19.20 + 10.14.17.19.20 + 11.13.17.19.20 + 10.13.17.19.20 + \\
 & + 11.12.17.19.20 + 10.12.17.19.20 + 11.14.16.19.20 + 10.14.16.19.20 + \\
 & + 11.13.16.19.20 + 10.13.16.19.20 + 11.12.16.19.20 + 10.12.16.19.20 + \\
 & + 11.14.15.19.20 + 10.14.15.19.20 + 11.13.15.19.20 + 10.13.15.19.20 + \\
 & + 11.12.15.19.20 + 10.12.15.19.20 + 11.14.17.18.20 + 10.14.17.18.20 + \\
 & + 11.13.17.18.20 + 10.13.17.18.20 + 11.12.17.18.20 + 10.12.17.18.20 + \\
 & + 11.14.16.18.20 + 10.14.16.18.20 + 11.13.16.18.20 + 10.13.16.18.20 + \\
 & + 11.12.16.18.20 + 10.12.16.18.20 + 11.14.15.18.20 + 10.14.15.18.20 + \\
 & + 11.13.15.18.20 + 10.13.15.18.20 + 11.12.15.18.20 + 10.12.15.18.20
 \end{aligned}
 \tag{51}$$

Программный комплекс *Arbiter* также автоматически выполнил ортогонализацию Л-модели, чтобы логическое произве-



Рис. 4. Структурная модель неуспеха России.

дение любых двух логических слагаемых равнялось нулю, т. е. они были независимы.

Вероятности событий $Y_1—Y_{21}$ оценивались по экспертной ННН-информации методом сводных рандомизированных показателей. Оценки выполнялись несколькими экспертами, а далее объединялись с учетом весов самих экспертов.

Вычислениями получены следующие результаты:

$P_{31} = 0.3139$ — вероятность успешности строительства жилья в России;

$P_{32} = 0.0252$ — вероятность успешности рождаемости в России;

$P_{33} = 0.0079$ — вероятность экономической безопасности России.

$$\begin{aligned}
 P\{Y_{32}\} = & P_{9.P11.P14.P17.P21} + P_{9.P10.Q11.P14.P17.P21} + \\
 & + P_{9.P11.P13.Q14.P17.P21} + P_{9.P10.Q11.P13.Q14.P17.P21} + \\
 & + P_{9.P11.P12.Q13.Q14.P17.P21} + P_{9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P17.P21} + \\
 & + P_{9.P11.P14.P16.Q17.P21} + P_{9.P10.Q11.P14.P16.Q17.P21} + \\
 & + P_{9.P11.P13.Q14.P16.Q17.P21} + P_{9.P10.Q11.P13.Q14.P16.Q17.P21} + \\
 & + P_{9.P11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P21} + \\
 & + P_{9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P21} + \\
 & + P_{9.P11.P14.P15.Q16.Q17.P21} + P_{9.P10.Q11.P14.P15.Q16.Q17.P21} + \\
 & + P_{9.P11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P21} + \\
 & + P_{9.P10.Q11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P21} + \\
 & + P_{9.P11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P21} + \\
 & + P_{9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P14.P17.P19.P21} + Q_{9.P10.Q11.P14.P17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P13.Q14.P17.P19.P21} + Q_{9.P10.Q11.P13.Q14.P17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P12.Q13.Q14.P17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P14.P16.Q17.P19.P21} + Q_{9.P10.Q11.P14.P16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P13.Q14.P16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P10.Q11.P13.Q14.P16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P14.P15.Q16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P10.Q11.P14.P15.Q16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P10.Q11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P14.P17.P18.Q19.P21} + Q_{9.P10.Q11.P14.P17.P18.Q19.P21} + \\
 & + Q_{9.P11.P13.Q14.P17.P18.Q19.P21} + \\
 & + Q_{9.P10.Q11.P13.Q14.P17.P18.Q19.P21} +
 \end{aligned}$$

+ Q9.P11.P12.Q13.Q14.P17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P11.P14.P16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P10.Q11.P14.P16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P11.P13.Q14.P16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P10.Q11.P13.Q14.P16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P11.P14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P10.Q11.P14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P10.Q11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P21 +
 + P9.P11.P14.P17.P20.Q21 + P9.P10.Q11.P14.P17.P20.Q21 +
 + P9.P11.P13.Q14.P17.P20.Q21 + 9.P10.Q11.P13.Q14.P17.P20.Q21 +
 + P9.P11.P12.Q13.Q14.P17.P20.Q21 +
 + P9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P17.P20.Q21 +
 + P9.P11.P14.P16.Q17.P20.Q21 + P9.P10.Q11.P14.P16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P11.P13.Q14.P16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P10.Q11.P13.Q14.P16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P11.P14.P15.Q16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P10.Q11.P14.P15.Q16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P10.Q11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P20.Q21 +
 + P9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P20.Q21 +
 + Q9.P11.P14.P17.P19.P20.Q21 + Q9.P10.Q11.P14.P17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P11.P13.Q14.P17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P10.Q11.P13.Q14.P17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P11.P12.Q13.Q14.P17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P11.P14.P16.Q17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P10.Q11.P14.P16.Q17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P11.P13.Q14.P16.Q17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P10.Q11.P13.Q14.P16.Q17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P11.P14.P15.Q16.Q17.P19.P20.Q21 +
 + Q9.P10.Q11.P14.P15.Q16.Q17.P19.P20.Q21 +

$$\begin{aligned}
& + Q9.P11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P10.Q11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P11.P14.P17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P10.Q11.P14.P17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P11.P13.Q14.P17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P10.Q11.P13.Q14.P17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P11.P12.Q13.Q14.P17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P11.P14.P16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P10.Q11.P14.P16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P11.P13.Q14.P16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P10.Q11.P13.Q14.P16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P11.P14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P10.Q11.P14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& \quad + Q9.P11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P10.Q11.P13.Q14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P20.Q21 + \\
& + Q9.P10.Q11.P12.Q13.Q14.P15.Q16.Q17.P18.Q19.P20.Q21. \quad (52)
\end{aligned}$$

ЛВ-анализ риска экономического состояния. Для анализа риска состояния России вычислены значимости и вклады ИС в производные события. Для события Y_{33} приведен машинный документ этих характеристик (табл. 3).

Значимость и вклады повторного ИС Y_9 — экономическая стабильность в стране, которое входит в модели Y_{31} и Y_{32} , значительно больше значимости инициирующих событий Y_5 и Y_{16} , имеющих такую же вероятность: событие Y_9 : значимость = 0.02634, вклад на минус = -0.00658, вклад на плюс = +0.01976; событие Y_5 : значимость = 0.00150, вклад на минус = -0.000376, вклад на плюс = +0.00127.

Таблица 3

Характеристики инициирующих событий

Номер ИС	Вероятность	Значимость	Вклад на «-»	Вклад на «+»
1	0.400000	+7.22665E-03	-2.89066E-03	+4.33599E-03
2	0.400000	+7.68871E-03	-3.07549E-03	+4.61323E-03
3	0.600000	+2.81935E-03	-1.69161E-03	+1.12774E-03

Таблица 3 (продолжение)

Номер ИС	Вероятность	Значимость	Вклад на «-»	Вклад на «+»
4	0.150000	+1.32675E-03	-1.99013E-04	+1.12774E-03
5	0.250000	+1.50365E-03	-3.75914E-04	+1.12774E-03
6	0.450000	+4.22834E-03	-1.90275E-03	+2.32559E-03
7	0.200000	+2.58662E-02	-5.17325E-03	+2.06930E-02
8	0.300000	+3.26686E-03	-9.80057E-04	+2.28680E-03
9	0.250000	+2.63460E-02	-6.58651E-03	+1.97595E-02
10	0.400000	+1.54433E-02	-6.17733E-03	+9.26599E-03
11	0.100000	+1.02955E-02	-1.02955E-03	+9.26599E-03
12	0.300000	+9.81296E-03	-2.94389E-03	+6.86907E-03
13	0.050000	+7.24312E-03	-3.62156E-04	+6.88096E-03
14	0.300000	+9.82995E-03	-2.94898E-03	+6.88096E-03
15	0.400000	+4.86201E-03	-1.94480E-03	+2.91720E-03
16	0.250000	+3.88961E-03	-9.72402E-04	+2.91720E-03
17	0.400000	+4.87699E-03	-1.95079E-03	+2.92619E-03
18	0.300000	+2.76228E-03	-8.28683E-04	+1.93359E-03
19	0.050000	+2.15519E-03	-1.07759E-04	+2.04743E-03
20	0.100000	+2.17600E-02	-2.17600E-03	+1.95840E-02
21	0.200000	+2.58662E-02	-5.17325E-03	+2.06930E-02

Системы Y_{31} и Y_{32} в программном комплексе *Arbiter* могут исследоваться и независимо друг от друга. Для этого достаточно указать в качестве критерия исследования вместо критерия объединенной системы Y_{33} критерий Y_{31} или Y_{32} . В протоколе отчета выводятся уравнения (51), (52) и табл. 3.

ЛВ-управление риском экономического состояния страны осуществляют по результатам количественного ЛВ-анализа значимостей и вкладов ИС. Далее принимают решение об изменении вероятностей наиболее значимых ИС и выделяют ресурсы на изменение их вероятностей, включая повышение квалификации персонала.

Наряду с рассмотренным выше примером «Управление экономической безопасностью России» студенты в лабораторных работах выполняли аналогичные исследования на *Arbiter* и *Expra* по следующим темам:

- риск неуспеха восстановления экономики РФ;
- риск неуспеха развития компании;
- риск падения евро;
- риск неуспеха деятельности и выбора президента;
- риск снижения прибыли предприятия;
- риск мирового кризиса;
- риск политической нестабильности в стране и др.

3.5.2. Учет эффекта повторных событий на оценку качества системы

Простой назовем систему или подсистему, не имеющую повторных инициирующих событий. Для простой системы вычисляют оценку критерия качества, и она является правильной. При логическом объединении нескольких простых систем появляются повторные инициирующие события, и возможна ошибка в оценке качества системы и в управлении системой. В сложных экономических системах повторные внешние инициирующие события связаны с законами, нормативами и функциями государства [34].

Оценка критерия качества системы не равняется арифметической сумме критериев качества ее подсистем. Логическая сумма критериев качества подсистем существенно меньше арифметической суммы. Рассмотрим влияние повторности инициирующих событий на оценку качества и управления качеством систем. Ранее такие исследования не проводились.

Расчетные исследования начинают с построения структурно-логической модели (графа) невалидности системы без учета повторных событий (рис. 5) на программном комплексе *Arbiter* [28]. Он позволит создать вершины инициирующих, производных и итогового событий, установить ребра между ними с Л-связями *И*, *ИЛИ*, *НЕТ*, передвигать, копировать, выделять цветом, изменять элементы графа, соединять Л-связями подсистемы в одну систему. Команды графического интерфейса и их назначения приведены в табл. 4.

После создания графа в таблице задают вероятности (невалидности) ИС и выполняют команду «вычислить», по которой автоматически строятся логическая и вероятностная модели риска системы и производных промежуточных событий, выполняется анализ вкладов ИС в риск системы. Также готовится отчет о работе, полученных Л- и В-моделях риска и результатах вычислений.

Обозначения событий на рис. 5 следующие: 101 — большая система, итоговое событие и логический идентификатор; 1, 2, 3, 4 — подсистемы, производные события и их логические идентификаторы имеют логическую связь *ИЛИ* с итоговым событием 101; 11, 12 — внешние и внутренние ИС со связью *ИЛИ* с подсистемой 1; 21, 22 — внешние и внутренние ИС со связью *ИЛИ* с подсистемой 2; 31, 32 — внешние и внутренние ИС со связью *ИЛИ* с подсистемой 3; 41, 42 — внешние и внутренние ИС со связью *ИЛИ* с подсистемой 4; 111, 112, 113, 114, 115 — внешние

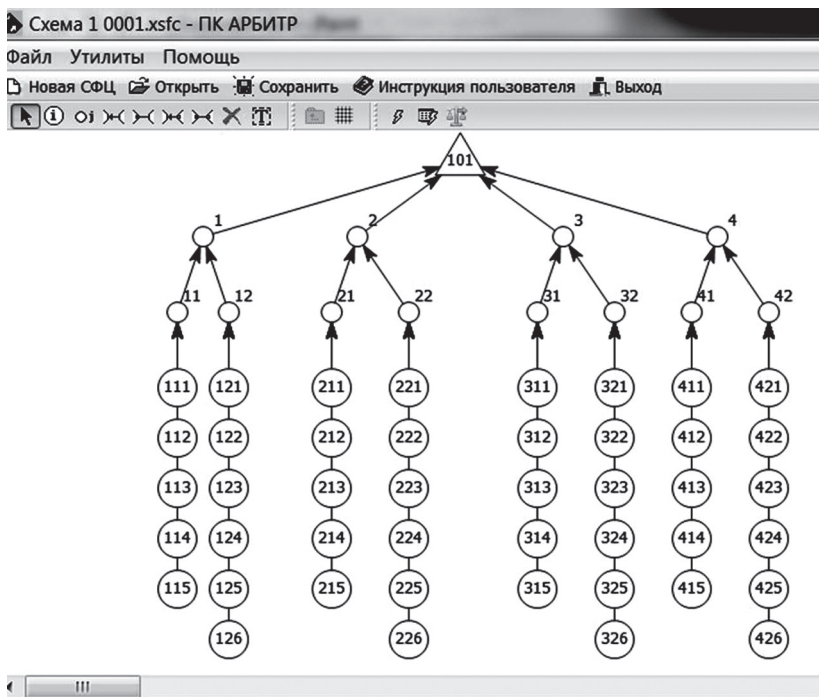


Рис. 5. Структурная модель качества системы без учета повторных событий.

инициирующие события для 11; 121, 122, 123, 124, 125, 126 — внутренние инициирующие события для 12; 211, 212, 213, 214, 215 — внешние инициирующие события для 21; 221, 222, 223, 224, 225, 226 — внутренние инициирующие события для 22; 311, 312, 313, 314, 315 — внешние инициирующие события для 31; 321, 322, 323, 324, 325, 326 — внутренние инициирующие события для 32; 411, 412, 413, 414, 415 — внешние инициирующие события для 41; 421, 422, 423, 424, 425, 426 — внутренние инициирующие события для 42.

Переменные в столбцах имеют логическую связь *ИЛИ* с соответствующим производным событием. Например, каждое из инициирующих событий 111, 112, 113, 114, 115 имеет связь *ИЛИ* с производным событием 11.

Повторные (внешние) события в примере приведены (рис. 6) в первых столбцах 11, 21, 31, 41 подсистем 1, 2, 3, и 4 и выделены цветом. Всего разных повторных событий девять: 111, 112, 113, 114, 115, 212, 214, 215, 311. Число повторов событий 111, 112, 114, 115, 212, 214, 215, 311 равно 2, а события 113 равно 3.

Таблица 4

Назначение кнопок панели инструментов










Кнопка	Подсказка	Назначение
	Выбор	Устанавливает режим графа «Выбор»
	Функциональная вершина	Устанавливает режим для ввода функциональной вершины
	Фиктивная вершина	Устанавливает режим графа для ввода фиктивной вершины
	Текст	Устанавливает режим графа для ввода пояснительного текста
	Ребро «ИЛИ»	Устанавливает режим для ввода ребра «ИЛИ»
	Ребро «И»	Устанавливает режим графа для ввода ребра «И»
	Ребро «Не ИЛИ»	Устанавливает режим графа для ввода ребра «Не ИЛИ»
	Ребро «Не И»	Устанавливает режим графа для ввода ребра «Не И»
	Удалить	Устанавливает режим графа для удаления объекта из СФЦ.

Таблица 5

Качество системы с учетом и без учета повторности событий

№	Вероятность (невалидность) ИС, P_i	Критерий невалидности системы без учета повторности ИС, Q	Критерий невалидности системы с учетом повторности ИС, Q
1	0.01	0.357388	0.222694
2	0.05	0.895326	0.815974
3	0.10	0.990302	0.969097

Повторные события вносят больший вклад в невалидность всей системы, чем неповторные события. Результаты исследования критерия качества (невалидности) системы с учетом повторности инициирующих событий приведены в табл. 5. Отличие критериев качества системы Q при учете и без учета повторности ИС составляет до 30 %.

В настоящее время при оценке качества систем не учитывают повторность ИС при объединении систем. Критерий качества системы с учетом повторности ИС зависит от числа и значения вероятностей невалидности повторных ИС. Учет эффекта повторных событий важен. Завышенная оценка вероятности невалидности сложной системы из ряда подсистем приводит к отрицательным результатам: чиновники-управленцы требуют

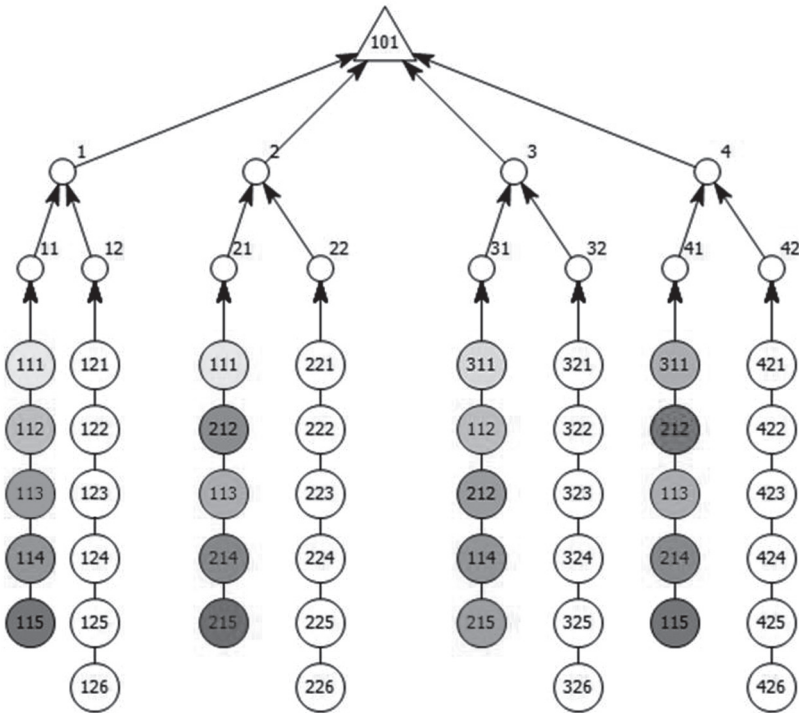


Рис. 6. Структурная модель качества системы с учетом повторных событий.

и получают необоснованно большое финансирование и принимают ошибочные решения по распределению средств и проведению реформ.

3.5.3. Анализ разных исходов подсистем в сложной системе

При разработке и планировании годовых и долгосрочных экономических программ развития компаний, предприятий, регионов и государства следует оценивать и анализировать разные исходы (успех, неуспех) подсистем системы, например подсистем министерств военного и сельского хозяйства или министерств культуры и образования. Задача совпадает с планированием военной операции с учетом возможных исходов от действия разных подразделений, участвующих в операции. Экономистам и менеджерам должна быть интересна такая задача.

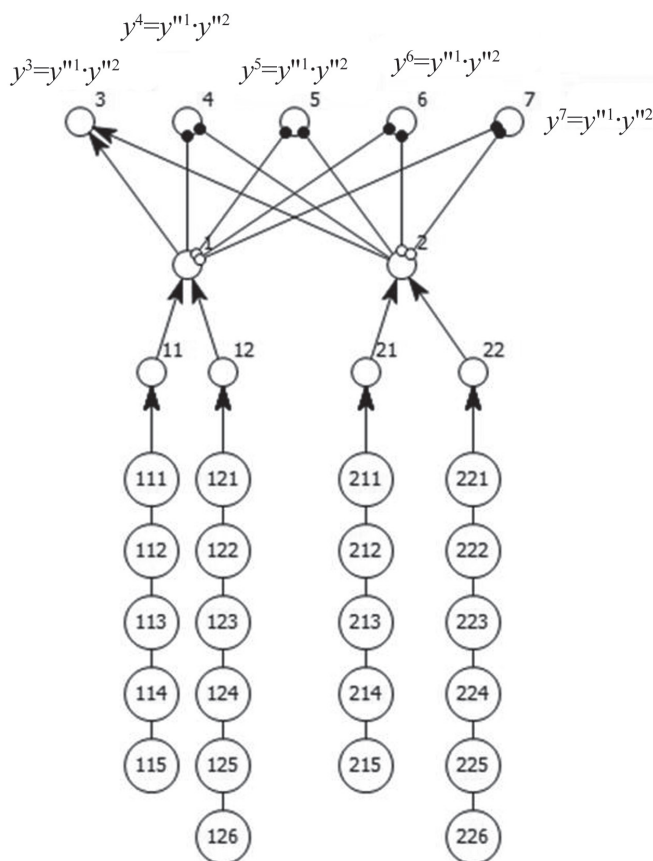


Рис. 7. Исследование системы с разными исходами подсистем.

Структурная модель рассматриваемой системы приведена на рис. 7. Используются следующие обозначения: точка между переменными (\cdot) — символ логического умножения (\wedge); верхние штрихи ($'$) — символ отрицания логической переменной; ребро со стрелкой — Л-связь *ИЛИ*; ребро с жирной точкой — Л-связь *И*; ребро с жирной точкой на одном конце и точкой на другом конце — отрицание Л-связи *И*.

Выполнен анализ функций невалидности системы при вероятности $P_i = 0.05$.

1. Для Л-критерия функционирования $Y_c = y^3 = y^1 \vee y^2$ логическая функция содержит 22 конъюнкции и вероятностная функция содержит 22 одночлена. Вероятность критерия качества системы равна: $Q = 0.676466455$.

2. Для Л-критерия функционирования $Y_c = y^4 = y^1 \cdot y^2$ логическая функция содержит 121 конъюнкцию и вероятностная функция содержит 121 одночлен. Вероятность критерия качества системы равна: $Q = 0.185933360$.

3. Для Л-критерия функционирования $Y_c = y^5 = y^{1''} \cdot y^2$ логическая функция содержит 11 конъюнкций и вероятностная функция содержит 11 одночленов. Вероятность критерия качества системы равна: $Q = 0.245266$

4. Для Л-критерия функционирования $Y_c = y^6 = y^1 \cdot y^{2''}$ логическая функция содержит 11 конъюнкций и вероятностная функция содержит 11 одночленов. Вероятность критерия качества системы равна: $Q = 0.2452665473$.

5. Для Л-критерия функционирования $Y_c = y^7 = y^{1''} \cdot y^{2''}$ логическая функция содержит одну конъюнкцию.

3.5.4. Событийное управление большими системами

К большим системам для управления экономикой и государством в цифровой экономике отнесены:

- Разработка долгосрочных программ прогнозирования состояния и развития государства и регионов, включая мониторинг и коррекцию программ по мере появления новой статистической информации и сигнальных событий.

- Цифровое управление функционированием экономики государства и регионов в реальном времени по результатам мониторинга показателей систем и сигнальных событий.

- Эксплуатационные испытания экономических систем с целью поиска ошибок в их проектах на выбранных или случайных режимах (этапах) функционирования.

ЛВ-управление системой при большом числе показателей. Большое число показателей имеют следующие системы [30, 40]:

- Управление системой инноваций страны.
- Противодействие взяткам и коррупции.
- Противодействие наркотизации страны.

В этих задачах показатели системы структурированы по группам. Группы и сами показатели объявляются событиями и логическими переменными.

3.5.5. ЛВ-управление системами большой важности

Событийное управление системами большой важности направлено на уменьшение потерь средств и увеличение их поступления [30, 57]. К таким системам отнесены:

1. Управление инновациями в компаниях, регионах и государстве.
2. Управление риском банков по «Базель III».
3. Управление качеством систем и продукции по ВТО.
4. Мониторинг и управление процессом кредитования банков.
5. Противодействие взяткам и коррупции.
6. Противодействие наркотизации страны.
7. Оценка качества систем управления.

3.5.6. ЛВ-управление кредитным риском

К управлению безопасностью и качеством по статистическим данным [31, 51] относятся следующие системы:

1. Управление кредитным риском.
2. Управление риском портфеля ценных бумаг.
3. Управление риском и эффективностью ресторана.

Особенность этих задач состоит в том, что для показателей объектов вводятся градации, которые объявляют событиями и логическими переменными.

Управление процессом кредитования банка. Управление рассматриваемой системы, относящейся к группе наивысшей важности для государства, направлено на уменьшение ошибок распознавания хороших и плохих кредитов в 1.5—2 раза и уменьшение потерь банка, а также на снижение процента за кредит [51].

Предлагается технология мониторинга и управления реальным процессом кредитования банка. Приведено описание ЛВ-модели кредитного риска и показаны ее преимущества. Доказана невозможность создания идентичных по частоте событий-градаций обучающей и тестирующей выборок для ЛВ-модели риска.

Предложенная технология включает в себя: определение минимального объема статистических данных для обучающей и сигнальной выборок, исключение части устаревших и некорректно распознанных кредитов в статистических данных, введение сигнальной партии завершенных кредитов, периодическое переобучение и замену ЛВ-модели, управление процессом кредитования.

Постановка задачи. Выдача кредитов физическим и юридическим лицам — основная форма деятельности банков. Все банки индивидуальны, так как обслуживают разные слои населения в разных городах и районах страны и предприятия разных отраслей и размеров, разной формы собственности. Поэтому каждый банк должен иметь свою модель кредитного риска и систему управления кредитованием.

Достоинствами ЛВ-моделей кредитного риска являются их высокая точность, робастность и прозрачность [51]. ЛВ-модель кредитного риска имеет высокую точность распознавания хороших и плохих кредитов и в семь раз большую робастность в классификации кредитов, чем другие известные модели.

Прозрачность модели кредитного риска проявляется: в анализе риска кредита, в определении вкладов параметров и их градаций в кредитный риск банка и точность классификации кредитов, в оптимизации числа параметров и их градаций, в прозрачности сценария риска и целевой функции.

В то же время для ЛВ-модели кредитного риска невозможно создать выборки для обучения и тестирования, идентичные по частотам успеха и неуспеха кредитов и частотам событий-градаций в хороших и плохих кредитах. Рассмотрим технологию мониторинга и управления реальным процессом кредитования в банке, которая направлена на оптимизацию всего процесса кредитования. Суть этой технологии:

- 1) определение минимального объема обучающей выборки;
- 2) исключение части некорректно распознанных и устаревших кредитов;
- 3) мониторинг процесса кредитования;
- 4) формирование сигнальных партий из завершенных кредитов;
- 5) создание обучающей выборки для построения новой ЛВ-модели риска;
- 6) замена ЛВ-моделей риска по мере создания сигнальных партий кредитов;
- 7) анализ и управление процессом кредитования банка.

ЛВ-модель кредитного риска. Кредиты физических лиц описывают до 20 параметров (табл. 6), каждый из которых имеет от 2 до 11 градаций. Параметры кредита и их градации считаются случайными событиями-параметрами и событиями-градациями. События-градации параметра составляют группу несовместных событий. События с определенной вероятностью приводят к неуспеху кредита. Сценарий риска неуспеха кредита

такой: неуспех кредита происходит либо от какого-то одного, либо каких-то двух, либо... от всех событий-параметров.

Л-модель риска неуспеха кредита:

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \vee \dots \vee Z_n. \quad (53)$$

Л-модель риска неуспеха кредита в эквивалентной ортогональной форме:

$$Y = Z_1 \vee Z_1 \overline{Z_2} \vee Z_3 \overline{Z_2} \overline{Z_1} \vee \dots. \quad (54)$$

В-модель риска неуспеха кредита:

$$P = P_1 + P_2 Q_1 + P_3 Q_1 Q_2 + \dots \quad (55)$$

где P_1, P_2 — вероятности неуспеха кредита от параметров;

$$Q_1 = 1 - P_1, \quad Q_2 = 1 - P_2.$$

В формулу (55) подставляются значения вероятностей для событий-градаций. Риск кредита в интервале $\{0, 1\}$ при любых значениях вероятностей событий-градаций.

Таблица 6

Описание кредита для физических лиц

Параметры	Наименование параметра	Обозначение	Число градаций
0	Успешность кредита	Y	2
1	Сумма счета в банке	Z_1	4
2	Срок займа	Z_2	10
3	Кредитная история	Z_3	5
4	Назначение займа	Z_4	11
5	Сумма займа	Z_5	10
6	Счета по ценным бумагам	Z_6	5
7	Продолжительность работы	Z_7	5
8	Взнос в частичное погашение	Z_8	4
9	Семейное положение и пол	Z_9	4
10	Поручитель	Z_{10}	3
11	Время проживания в данной местности	Z_{11}	4
12	Вид гарантии	Z_{12}	4
13	Возраст	Z_{13}	5
14	Наличие других займов	Z_{14}	3
15	Наличие жилой площади	Z_{15}	3
16	Количество займов с банком	Z_{16}	4
17	Профессия	Z_{17}	4
18	Число родственников на иждивении	Z_{18}	2
19	Наличие телефона	Z_{19}	2
20	Иностранец или местный житель	Z_{20}	2

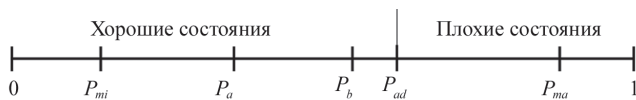


Рис. 8. Схема классификации кредитов.

Идентификация ЛВ-модели кредитного риска. Идентификация (обучение) ЛВ-модели кредитного риска проводится по статистическим данным [4, 5, 6, 8, 10, 11, 15, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 37, 38, 39, 40, 43, 51, 55, 56, 60, 62] и заключается в определении вероятности событий-градаций P_{jr} , $r = 1, 2, \dots, N_j$; $j = 1, 2, \dots, n$, допустимого кредитного риска P_{ad} и риска P_i , $i = 1, 2, \dots, N$ кредитов (рис. 8). Условие $P_i > P_{ad}$ выделяет следующие типы кредитов: N_{gg} — хорошие по ЛВ-модели и статистике; N_{gb} — хорошие по ЛВ-модели и плохие по статистике; N_{bg} — плохие по ЛВ-модели и хорошие по статистике; N_{bb} — плохие по ЛВ-модели и статистике.

Формулировка задачи. Заданы: статистические данные по N кредитам банка, имеющие N_g хороших и N_b плохих кредитов и В-модель риска в виде системы уравнений для кредитов. Требуется определить: вероятности P_{jr} , $r = 1, \dots, N_j$; $j = 1, \dots, n$ событий-градаций и допустимый риск P_{ad} , разделяющий кредиты на хорошие и плохие.

Целевая функция: максимальное число кредитов с корректной классификацией:

$$F = N_{bb} + N_{gg} \rightarrow \max. \quad (56)$$

Из выражения (56) следует, что ошибки ЛВ-модели риска в классификации хороших E_g и плохих E_b кредитов и в среднем E_m равны:

$$E_g = N_{gb} / N_g; \quad E_b = N_{bg} / N_b; \quad E_m = N(N - F) / N. \quad (57)$$

Ограничения:

1) вероятности P_{jr} должны удовлетворять условию:

$$0 < P_{jr} < 1, \quad r = 1, 2, \dots, N_j, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (58)$$

Вероятность невалидности параметра на минус равна:

2) средние риски кредитов по В-модели и статистике должны быть примерно равны, чтобы сохранить реальный смысл вероятностей;

3) допустимый риск P_{ad} определяют так, чтобы ошибки распознавания хороших и плохих кредитов были равны (принцип асимметрии распознавания).

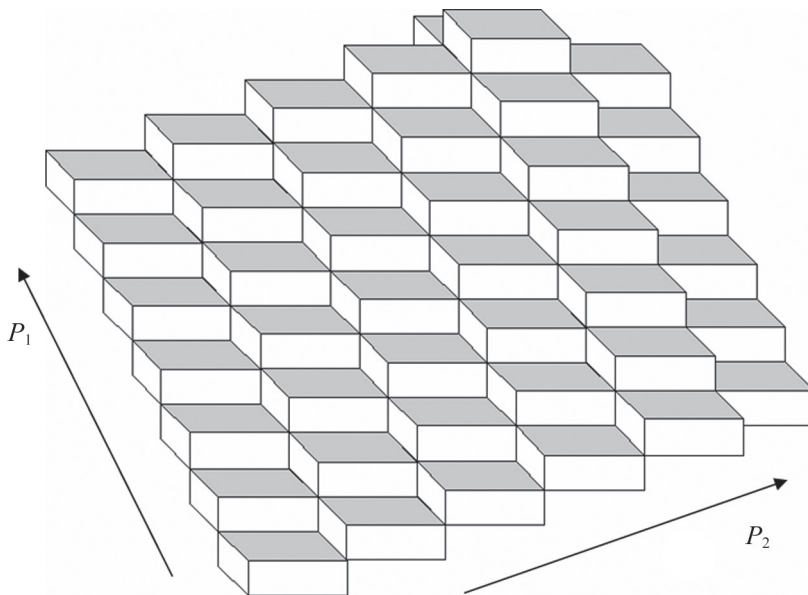


Рис. 9. Ступенчатое изменение целевой функции от вероятностей двух событий-градаций.

Идентификация В-модели имеет следующие особенности:

- 1) целевая функция зависит от большого числа положительных параметров P_{jr} (для кредитного риска физических лиц их 94);
- 2) целевая функция, равная числу корректно распознаваемых хороших и плохих кредитов, имеет целые значения и ступеньки (рис. 9) в 94-мерном пространстве;
- 3) целевая функция имеет локальные экстремумы (площадки);
- 4) аналитически вычислить производные функции F по P_{jr} невозможно;
- 5) при поиске оптимума F_{\max} нельзя всем P_{jr} давать положительные или отрицательные приращения, так как изменится средний риск.

Обучение методом Монте-Карло. При обучении определяются относительные значения вероятностей $P1_{jr}$ событий-градаций в ГНС. Связь вероятностей P_{jr} , $P1_{jr}$ и $P2_{jr}$ в группе несовместимых событий (ГНС) осуществляется формулой Байеса. Для вычисления приращений вероятностей методом случайного поиска предложена формула

$$\Delta P1_{jr} = K_1 \frac{N_{opt} - N_v}{N_{opt}} K_3 P1_{jr}, \quad r = 1, 2, \dots, N_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (59)$$

где $K_j = 0.05$ — коэффициент; N_{opt} , N_v — заданное число оптимизаций и номер текущей оптимизации; K_3 — случайное число в интервале $\{-1, +1\}$. В процессе оптимизации ΔP_{jr} стремится к нулю. Формула (59) обеспечивает простое задание начальных значений и приращений вероятностей, сходимость оптимизации, определение точности оценки вероятностей по размеру последней ступени оптимизации.

На каждом шаге оптимизации делают N_{mc} попыток оптимизации методом Монте-Карло. Если какая-то попытка оказалась удачной и целевая функция (56) увеличилась, то полученные вероятности P_{jr} и $P1_{jr}$ запоминают и процесс оптимизации продолжают. Если все попытки N_{mc} оказались неудачными, то отступают от цели на 2—4 единицы. Смысл — целевая функция находится в локальном экстремуме (на площадке), поэтому уменьшают значение целевой функции:

$$F = F - \Delta F. \quad (60)$$

На новых шагах оптимизации будут получены другие значения вероятностей. Траектория оптимизации искривится, и целевая функция может увеличиться.

Предложенный алгоритмический итеративный метод идентификации ЛВ-модели риска позволяет осуществить оптимизацию при любой сложности ЛВ-модели риска и любых числах кредитов, параметров и градаций.

Обучение градиентным методом. Для контроля результатов по методу Монте-Карло разработан также детерминированный градиентный метод обучения модели кредитного риска по статистическим данным. Предложены следующие формулы для обучения ЛВ-модели кредитного риска детерминированным методом градиентов:

$$\Delta P1_{jr}^1 = K_1 P1_{jr} \frac{N_{opt} - N_v}{N_{opt}}, \quad (61)$$

$$\Delta P1_{jr}^2 = K_2 \Delta P1_{jr}^1 \Delta F_{jr}, \quad (62)$$

где $K_1 = (0.1—0.15)$ — коэффициент для вычисления градиента целевой функции; $K_2 = (0.2—0.3)$ — коэффициент изменения шага вероятностей; ΔF_{jr} — приращение целевой функции при изменении только одной вероятности P_{jr} .

При оптимизации по формулам (61—62) для связи вероятностей P_{jr} и $P1_{jr}$ в ГНС используют формулу Байеса. Вероятности $P1_{jr}$ в ГНС нормируются.

Алгоритмические итеративные методы идентификации ЛВ-модели риска позволяют извлекать из БД новые знания (вероятности событий-градаций, допустимый риск) при любой сложности ЛВ-модели риска и любых числах кредитов в статистике, параметров и градаций.

Результаты исследований на компьютере выполнены на западном пакете статистических данных из 1000 кредитов, из которых 700 были хорошие и 300 — плохими [11, 43]. Кредит описывался $n = 20$ параметрами, которые в сумме имеют 94 события-градации. При идентификации получено значение функции $F_{\max} = 822$. ЛВ-модель кредитного риска имеет существенно меньшие ошибки в классификации кредитов $E_m = 0.155$; $E_g = 0.174$, $E_b = 0.162$, чем известные методики, у которых $F_{\max} = 720—750$; $E_m = 0.25—0.28$.

ЛВ-анализ кредитного риска. Для ЛВ-анализа кредитного риска вычисляют среднюю вероятность событий-параметров в ГНС:

$$P_{jm} = \sum_{r=1}^{N_j} P_{jr} P 2_{jr}, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (63)$$

Вклады событий-параметров в риск кредита равны

$$\Delta P_j = P(i) - P(i) \Big|_{p_j=0}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (64)$$

и определяются вычислением разности между значением риска состояния для оптимальной модели, $|$ — условие придания соответствующим вероятностям градаций значений «нуль».

Вклады событий-параметров в средний риск P_m кредитов:

$$\Delta P_{jm} = P_m - P_m \Big|_{p_j=0}, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (65)$$

Вклады событий-параметров в целевую функцию F_{\max} :

$$\Delta F_j = F - F \Big|_{p_j=0}, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (66)$$

Вклады событий-параметров в функцию F_{\max} и в точность ЛВ-модели разные. Параметры 11, 12, 17, 18 и 19 имеют нулевые вклады, и их не следует вводить в ЛВ-модель риска банка при этих статистических данных.

Вклады событий-градаций в средний риск ΔP_{jm} и точность модели риска ΔF_{jr} нельзя вычислить из выражений типа (64—66), ибо неясно, как корректировать частоты других градаций $P 2_{jr}$ в ГНС, если одной из них придать нулевое значение. Значимость событий-градаций оценивают по ошибкам классификации кредитов:

$$E_{jr}^g = (N_{jr}^g - N_{jr}^{gg}) / N_{jr}^g; \quad E_{jr}^b = (N_{jr}^b - N_{jr}^{bb}) / N_{jr}^b; \\ E_{jr}^m = (N_{jr} - N_{jr}^{gg} - N_{jr}^{bb}) / N_{jr}, \quad (67)$$

где N_{jrg} , N_{jrb} , N_{jr} — числа хороших, плохих и всех кредитов с градацией; N_{jrgg} , N_{jrbb} — числа хороших и плохих кредитов с корректной классификацией.

Невозможность создания идентичных обучающей и тестирующей выборки. Общая V_{com} , обучающая V_{teach} и тестирующая V_{test} выборки обучались методом идентификации. Объемы выборок были равны 1000—700—300. При обучении ошибки распознавания хороших и плохих кредитов практически совпали, и в работах [30, 57] сделан ошибочный вывод о ненужности обучающей и тестирующей выборки для оценки точности ЛВ-модели риска. Однако ошибка классификации плохих кредитов при тестировании по классической схеме по выборке V_{test} оказывается почти в 2 раза больше.

Выполнено сравнение двух разных моделей кредитных рисков: CART-модели на основе кластерного анализа и ЛВ-модели. Результаты сравнения ошибок распознавания при использовании CART-модели и ЛВ-модели показывают (табл. 7), что ЛВ-модель имеет большую точность распознавания хороших и плохих кредитов, чем CART-модель, и такие же ошибки при тестировании.

Для ЛВ-модели невозможно создать идентичные по частоте событий выборки для обучения и тестирования. Идентичные выборки — это такие обучающая и тестирующая выборки, для которых одинаковы как частоты хороших и плохих кредитов, так и частоты событий-градаций каждого события-параметра в хороших и плохих кредитах. Для одного события-параметра можно разделить кредиты на идентичные обучающую и тестирующую выборки. Однако для любого другого события-параметра, имеющего свои события-градации, это будут уже обучающие и тестирующие выборки с другими кредитами.

Таблица 7

Распознавание кредитов разными моделями при обучении и тестировании

CART	Ошибки обучения	Ошибки тестирования
Хорошие кредиты, E_g	0.33	0.35
Плохие кредиты, E_b	0.28	0.23
ЛВ-модель		
Хорошие кредиты, E_g	0.17	0.30
Плохие кредиты, E_b	0.17	0.34

Действительно, обучение и тестирование на равных по объему обучающей и тестирующей $V_{teach} = V_{test} = 500$ выборках при $N_g = 350$ и $V_b = 150$, которые затем менялись местами, дало следующие результаты (табл. 8). В первом и втором вариантах ошибки классификации хороших и плохих кредитов при обучении (стб. 2 и 4) низкие и практически одинаковые, а при тестировании (стб. 3 и 5) ошибки классификации хороших и плохих кредитов почти вдвое больше, чем при обучении, и тоже примерно одинаковы. Это свидетельствует о невозможности создать идентичные по частотам событий выборки для обучения и тестирования.

В связи с этим поставлена задача разработать технологию мониторинга и управления реальным процессом кредитования в банке, которая обеспечит повышение качества всего процесса кредитования.

Таблица 8

**Обучение и тестирование на выборках 500—500
и перемене их местами**

Параметры	Обучение на 500 кредитах	Тестирование на 500 кредитах	Обучение на 500 кредитах	Тестирование на 500 кредитах
1	2	3	4	5
	Вариант 1		Вариант 2	
E_g	0.15	0.29	0.16	0.26
E_b	0.13	0.35	0.13	0.36

Технология мониторинга. Предлагается технология мониторинга, обучения ЛВ-модели и управления реальным процессом кредитования [51]. Она содержит следующие решения:

- использование в качестве обучающей выборки статистических данных по завершенным кредитам банка;
- ограничение объема обучающей выборки;
- исключение части некорректно распознанных и устаревших кредитов;
- формирование сигнальной партии из завершенных кредитов;
- формирование обучающей выборки для построения новой ЛВ-модели риска, замена старой ЛВ-модели на новую ЛВ-модель кредитного риска.

Объем обучающей выборки. Выполнены расчетные исследования влияния объема обучающей выборки на ошибки распознавания кредитов. Ошибки распознавания хороших и плохих кредитов асимптотически увеличиваются с увеличением объе-

ма выборки (табл. 9). Вероятностная модель имеет ограниченное число коэффициентов-вероятностей для событий-градаций, и ЛВ-модель лучше распознает кредиты, если число их в статистических данных небольшое. Для обучения ЛВ-модели при числе событий-параметров 20 и числе событий-градаций 94 можно принять минимальное число кредитов в обучающей выборке $N_{\min} = 1000$ —1200: при дальнейшем увеличении числа кредитов в статистических данных ошибки распознавания хороших и плохих кредитов практически не изменятся, т. е. останутся постоянными. Это важное достоинство ЛВ-моделей кредитного риска.

Таблица 9

Зависимость ошибок распознавания от размера обучающей выборки

Параметр	Размер обучающей выборки				
	1000	800	600	400	200
F_{\max}	826	664	508	342	182
E_g	0.174	0.171	0.160	0.154	0.114
E_b	0.173	0.167	0.139	0.125	0.033

Исключение части некорректно-распознанных и устаревших кредитов. Кредитный риск описывают 20 параметров-факторов. ЛВ-модель не может быть абсолютно точной, так как она не учитывает другие факторы из-за юридических и правовых запретов. Клиент может держать деньги не в банке, а в «тумбочке», и об этом не сообщает банку. Могут произойти форс-мажорные события. У клиента нельзя спрашивать о его отношениях с женой и детьми, о его здоровье. Эта скрытая информация вызывает появление некорректно-распознанных кредитов, которые следует частично исключать из БД и процесса переобучения ЛВ-модели.

Экономика страны находится в стадии развития, и информацию об устаревших кредитах следует постепенно исключать из процесса переобучения модели.

Исследуем повышение точности ЛВ-модели в распознавании хороших и плохих кредитов путем исключения части некорректно-распознанных кредитов. Для иллюстрации используем рис. 8, на котором приведено расчетное распределение всех, хороших и плохих, кредитов после обучения ЛВ-модели риска по статистическим данным о кредитах в банке. Некорректно распознанные хорошие кредиты N_{gb} находятся в интервале рисков $\{P_{ad}, G\}$ и некорректно распознанные плохие объекты N_{bg} — в интервале рисков $\{B, P_{ad}\}$.

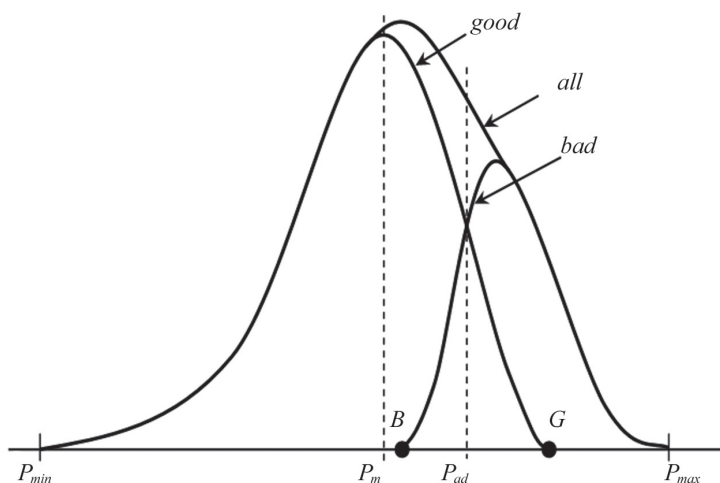


Рис. 10. Распределение всех (хороших и плохих) кредитов.

Число кредитов в обучающей выборке после исключения части устаревших и некорректно распознанных кредитов:

$$N = N - a_1 N_{gb} - a_2 N_{bg} - a_3 N_{old} = N - N_{bg}^* - N_{gb}^* - N_{old}^*, \quad (68)$$

где a_1, a_2, a_3 — коэффициенты со значениями на интервале $\{0, 1\}$: $N_{gb}^*, N_{bg}^*, N_{old}^*$ — кредиты, исключаемые из базы статистических данных.

Из N_{gb} исключают кредиты (рис. 10) с наибольшим риском (т. е. в «хвосте» распределения хороших кредитов). Из N_{bg} исключают кредиты с наименьшим риском (в «хвосте» распределения плохих кредитов). Значения коэффициентов a_1, a_2, a_3 зависят от количества кредитов, завершаемых в банке в год. Следует принять значения a_1, a_2, a_3 в интервале $\{0, 1\}$ и двигаться к оптимальной точности распознавания хороших и плохих кредитов постепенно. По результатам анализа коэффициенты a_1, a_2, a_3 могут быть скорректированы.

Результаты расчетных исследований ошибок распознавания хороших и плохих кредитов (табл. 10) показывают, что процент исключенных некорректных кредитов (стб. 1) изменялся от 0 до 100 % от их общего количества. В столбцах 2, 3 и 4 приведено число всех, хороших и плохих, кредитов в обучающей выборке. В столбцах 5 и 6 — число исключенных некорректных распознанных хороших и плохих кредитов. В столбце 7 приведен процент распознавания хороших и плохих кредитов и в столбцах

8 и 9 — ошибки распознавания хороших и плохих кредитов. При исключении некорректно распознанных кредитов ошибки распознавания хороших и плохих кредитов стремятся к нулю.

Сигнальная партия из завершенных кредитов. Сформируем сигнальную партию из последних завершенных кредитов объемом N_{sign} . В сигнальной партии — хороших N_{sign}^g и плохих N_{sign}^b кредитов. Средний риск кредитов в сигнальной партии равен $P_{sign}^m = N_{sign}^g / N_{sign}^b$ и является одной из главных оценок качества всего процесса кредитования. Число кредитов в сигнальной партии $N_{sign} = 50—200$ достаточно для оценки с приемлемой точностью процесса кредитования: среднего риска кредитов и оптимальности процесса исключения некорректных и устаревших кредитов в статистических данных.

Периодичность переобучения ЛВ-модели кредитного риска. Число завершенных кредитов N_{sign} в сигнальной партии будем также считать периодичностью переобучения ЛВ-модели кредитного риска. ЛВ-модель кредитного риска переобучается после накопления каждой последующей сигнальной партией законченных кредитов. Переобучение ЛВ-модели кредитного риска может осуществляться реже или чаще по решению банка с учетом технологии всего процесса кредитования.

Таблица 10

Последовательное обучение с исключением некорректно распознанных кредитов

% исключенных кредитов	Всего кредитов, N	Хорошие кредиты, N_g	Плохие кредиты, N_b	Исключено хороших	Исключено плохих	Процент распознавания	Ошибка по хорошим, E_g	Ошибка по плохим, E_b
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000	700	300	0	0	81	0.183	0.1930
20	962	674	288	26	12	84	0.169	0.1630
40	926	649	277	51	23	86	0.151	0.1200
60	888	623	265	77	35	89	0.130	0.0720
80	852	598	264	102	36	91	0.115	0.0354
100	814	572	242	128	58	93	0.100	0.0000

Уточнение объема обучающей выборки. С учетом числа кредитов в сигнальной партии N_{sign} число кредитов в обучающей выборке после исключения части устаревших и некорректно распознанных кредитов равно

$$N = N + N_{sign} - a_1 N_{gb} - a_2 N_{bg} - a_3 N_{old} \quad (69)$$

Учитывая ограничение на объем обучающей выборки, запишем условие для выбора и коррекции коэффициентов исключения a_1, a_2, a_3 устаревших и некорректных кредитов из обучающей выборки:

$$N_{sign} = a_1 N_{gb} + a_2 N_{bg} + a_3 N_{old}. \quad (70)$$

Замена ЛВ-модели кредитного риска (рис. 11). Пусть, например, в банке используется CART-модель кредитного риска. Банк хочет заменить CART-модель на ЛВ-модель кредитного риска. В статистических данных имеется N завершенных кредитов, из них N_g — хорошие и N_b — плохие кредиты. Средний риск равен:

$$P_{av} = N_b / N. \quad (71)$$

Обратим особое внимание, что N — число клиентов признаны CART-моделью как хорошие клиенты и им выданы кредиты. Если в банк обратились за кредитом M клиентов, то для банка коэффициент удовлетворения клиентов равен

$$K_s = N / M. \quad (72)$$

Коэффициенты P_{av} и K_s являются показателями качества процесса кредитования банка CART-моделью кредитного риска.

ЛВ1-модель кредитного риска банка. Построение ЛВ1-модели кредитного риска банка методом идентификации выполнено по статистическим данным функционирования CART-модели. Хорошие клиенты в количестве в $N^1 = N$, из которых N_g^1 — хорошие и N_b^1 — плохие, включаются в процесс кредитования. В результате для всех кредитов вычислены их риски, определены числа кредитов $N_{gg}^1, N_{bb}^1, N_{gb}^1, N_{bg}^1$, дана оценка вероятностям событий-градаций и допустимого кредитного риска P_{ad}^1 . По результатам вычисляют показатели качества ЛВ1-модели риска — ошибки распознавания хороших, плохих кредитов и в среднем:

$$E_{1g} = N_{gb}^1 / N_{1g}; \quad E_{1b} = N_{bg}^1 / N_{1b}; \quad E_{1m} = (N_{bg}^1 + N_{gb}^1) / N_1. \quad (73)$$

Замена ЛВ-модели риска. ЛВ1-модель в процессе кредитования классифицирует клиентов на хороших и плохих. Хорошие клиенты в количестве N_2 получают кредит. С истечением времени кредит закрывается как хороший или плохой. Завершенные кредиты включаются в БД (рис. 11). Из последних завершенных кредитов составляется сигнальная партия кредитов. Как только сигнальная партия кредитов достигает заданного количества, то ло-

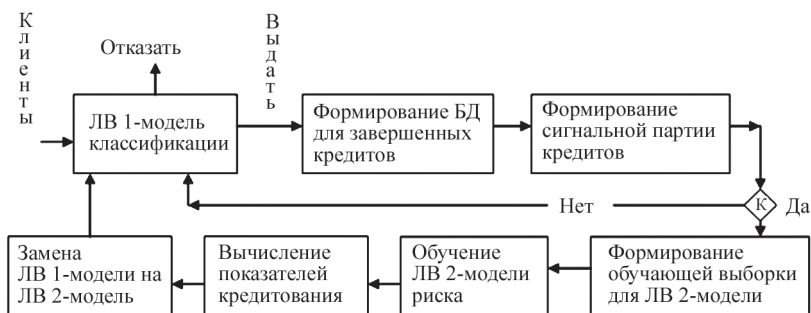


Рис. 11. Схема мониторинга процесса кредитования и замены ЛВ-модели риска.

гическое условие K запускает процедуру, которая формирует новую обучающую выборку для построения новой ЛВ2-модели риска.

Новая обучающая выборка содержит следующие завершенные кредиты:

$$\begin{aligned}
 N_2 &= N - a_1 N_{gb}^1 - a_2 N_{bg}^1 - a_3 N_{old} + N_{sign} = \\
 &= N + N_{sign} - N_{bg}^* - N_{gb}^* - N_{old}^*, \quad (74)
 \end{aligned}$$

где a_1, a_2, a_3 — коэффициенты при: $N_{gb}^*, N_{bg}^*, N_{old}^*$ — устаревшие кредиты, исключаемые из обучающей выборки.

После исключения устаревших N_{old}^* и некорректно распознанных кредитов N_{gb}^* и N_{bg}^* и добавления кредитов тестирующей партии N_{sign} строят (обучают) новую ЛВ2-модель кредитного риска методом идентификации. В результате для всех кредитов вычислены их риски, определены числа кредитов $N_{gg}^2, N_{bb}^2, N_{gb}^2, N_{bg}^2$, оценены вероятности событий-градаций и допустимый P_{ad}^2 и средний P_m^2 кредитные риски. Вычисляют следующие показатели качества ЛВ2-модели:

— ошибки распознавания хороших, плохих кредитов и в среднем:

$$E_{2g} = N_{gb}^2 / N_{2g}; \quad E_{2b} = N_{bg}^2 / N_{2b}; \quad E_{2m} = (N_{bg}^2 + N_{gb}^2) / N_2. \quad (75)$$

— средний кредитный риск в сигнальной партии кредитов и средний кредитный риск для всей выборки статистических данных;

— коэффициент удовлетворения клиентов.

Далее заменяют ЛВ1-модель на ЛВ2-модель риска и запускают систему мониторинга, продолжая обслуживание новых

клиентов. Мониторинг процесса кредитования банка проводится дискретно по мере формирования из завершенных кредитов сигнальных партий N_{sign}^t , $t = 1, 2, \dots$. После каждой сигнальной партии строится новая ЛВ-модель кредитного риска, которая заменяет старую ЛВ-модель.

Управление процессом кредитования. Целью управления процессом кредитования является повышение точности распознавания плохих и хороших кредитов и тем самым снижение потерь банка. Для управления определяют показатели всего процесса кредитования банка.

1. Коэффициент удовлетворения клиентов банка:

$$K_s^t = N^t / M^t, \quad (76)$$

где M^t — число заявок; N^t — число хороших клиентов, получивших кредит.

2. Средний кредитный риск банка по завершенным кредитам:

$$P_{av}^t = Y_b^t / Y^t, \quad (77)$$

где Y^t — число завершенных кредитов; из них Y_g^t — число хороших кредитов; Y_b^t — число плохих (проблемных) кредитов.

3. Средний кредитный риск сигнальной партии

$$P_{av\ sign}^t = N_{b\ sign}^t / N_{sign}^t. \quad (78)$$

Для управления процессом кредитования формируют обучающую выборку для новой ЛВ-модели риска, обучают ЛВ-модель кредитного риска, заменяют старую ЛВ-модель риска новой ЛВ-моделью риска. Управление процессом кредитования осуществляется по результатам мониторинга, вычисляются следующие параметры:

- объем сигнальной партии кредитов и периодичность замены модели;
- ошибки распознавания хороших, плохих кредитов и в среднем;
- средний кредитный риск в сигнальной партии кредитов;
- средний кредитный риск для всей выборки статистических данных;
- коэффициент удовлетворения клиентов;
- коэффициенты исключения a_1 , a_2 , a_3 — некорректно-распознаваемых хороших, плохих и устаревших кредитов.

Предложенная технология мониторинга и управления процессом кредитования позволит уменьшить ошибки распознава-

ния хороших и плохих кредитов в 1.5—2 раза и соответственно уменьшить потери банка, снизить процент за кредит и повысить эффективность кредитования клиентов.

3.6. Примеры управления системами «сверху»

3.6.1. Оценка качества систем управления

ЛВ-модель качества системы управления строится по структурной модели менеджмента (рис. 12), которая включает в себя события-высказывания по невалидности функций планирования, организации, руководства и контроля [18].

События-высказывания имеют меру невалидности в интервале $\{0, 1\}$. В свою очередь каждая функция состоит из событий-высказываний для подфункций. В структурную модель качества входят события: Y_1 — планирования: Y_{11} — концепций и принципов планирования, Y_{12} — стратегического менеджмента, Y_{13} — инструментов и методов планирования; Y_2 — организации: Y_{21} — структуры и схемы организации, Y_{22} — менеджмента персонала, Y_{23} — преобразований и нововведений; Y_3 — руководства: Y_{31} — принципов управления поведением, Y_{32} — правил управления в командах, Y_{33} — мотивации, Y_{34} — управления руководством; Y_4 — функции контроля: Y_{41} — принципов контроля, Y_{42} — операционного менеджмента, Y_{43} — инструментов и методов контроля.

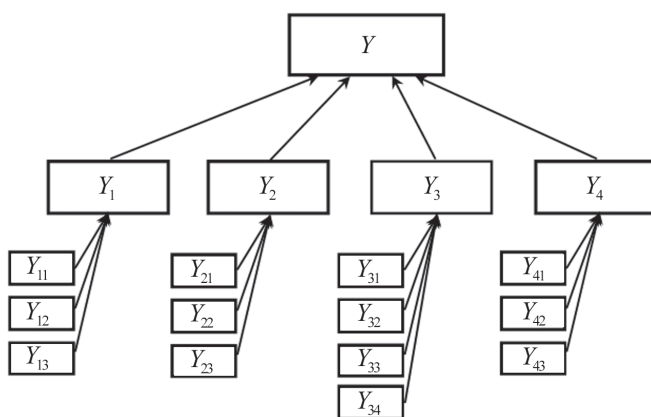


Рис. 12. Структурная модель качества системы управления.

Логическая модель невалидности (качества) системы управления:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee Y_3 \vee Y_4. \quad (79)$$

Л-модель невалидности системы управления в ортогональной форме:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \bar{Y}_1 \vee Y_3 \bar{Y}_2 \bar{Y}_1 \vee Y_4 \bar{Y}_3 \bar{Y}_2 \bar{Y}_1. \quad (80)$$

Вероятностные модели (полиномы) невалидности системы управления:

$$R = R_1 + R_2(1 - R_1) + R_3(1 - R_1)(1 - R_2) + R_4(1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3), \quad (81)$$

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

3.6.2. Противодействие взяткам и коррупции

Управление рассматриваемой системой, относящейся к группе наивысшей важности СЭС-1 для государства, направлено на снижение больших экономических потерь в стране от взяток, воровства и коррупции, а также повышение морального состояния общества. По официальной оценке, коррупция увеличивает стоимость товаров и услуг на 5—15 %; ущерб от коррупции составляет 20—25 млрд долл. в год.

Предлагаются сценарные ЛВ-модели риска для службы борьбы с экономическими преступлениями города или области с целью выявления, оценки и анализа взяток по статистическим данным. Описаны следующие ЛВ-модели взяток:

- 1) в учреждении по результатам его функционирования;
- 2) чиновников на основе описания их поведения;
- 3) учреждения и чиновников на основе анализа параметров обслуживания.

Приведены примеры обучения и анализа ЛВ-моделей взяток по статистическим данным. Задачи взяток и коррупции отличаются большой вычислительной сложностью и решаются только с использованием компьютера и специальных Software.

Проблема взяток и коррупции актуальны во всех странах. Слово «взятка» появилось на Руси еще во времена татаро-монгольского ига. В настоящее время о процветании взяток и коррупции информирует сайт www.vzyatka.ru. Большое число статей имеют такие необычные названия, как «Власть взятки», «Взятка как двигатель прогресса» и др.

Книги и статьи по коррупции и взяткам имеют глубокие содержательные описания и анализ, большое число разных примеров, комментариев законов и уголовного кодекса, но не содержат математических моделей взяток.

Математики и механики могут решать сложнейшие задачи конструирования и управления самолетами, кораблями и др., но ничего не сделали для решения таких злободневных задач, как выявление мошенничеств, взяток и коррупции. Для решения этих проблем нужен адекватный математический аппарат. В университетах обучают дифференциальному и интегральному исчислению, но дают недостаточно знаний по логике, дискретной математике и комбинаторике, более пригодных, по мнению Джона фон Неймана и Норберта Винера [4, 15], для решения социально-экономических проблем.

Такой адекватный математический аппарат разработан в «Технологиях управления риском в структурно-сложных системах» [30, 55, 57]. Он апробирован для оценки и анализа: кредитных рисков, риска портфеля ценных бумаг, риска потери эффективности, риска неуспеха менеджмента компаний. ЛВ-модели риска обладают высокой эффективностью. Например, ЛВ-модели кредитного риска показали в два раза большую точность и в семь раз большую робастность, а также прозрачность в распознавании плохих и хороших кредитов.

Аксиомы противодействия взяткам и коррупции. Коррупция считается одним из основных видов теневой экономики. Чаще всего под коррупцией подразумевают получение взяток и незаконных денежных доходов государственными бюрократами, которые вымогают их у граждан ради личного обогащения. Взятки и коррупция — вопиющее нарушение общественной морали и норм закона.

Для построения системы и технологии борьбы со взятками и коррупцией приняты следующие положения и аксиомы [24, 30].

- Каждый способен на мошенничество, если «дают» жизненные обстоятельства; можно на время скрыть факт мошенничества, когда недостаточен контроль над обоснованностью принимаемых решений.
- Без количественной оценки и анализа вероятности взяток нельзя бороться с мошенничеством, взятками и коррупцией.
- Каждый коммерческий банк и каждая компания способны на взятки и коррупцию, если нет прозрачности в их бизнесе и отсутствует контроль за их деятельностью.

- За непрозрачностью методик оценки кредитных рисков и рейтингов банков и заемщиков скрывается мошенничество и взятки.

- Сложность организационной структуры учреждения или компании является признаком мошенничества и коррупции.

Поясним на примере только первую аксиому [30]. Честнейший президент США Абрахам Линкольн однажды вышвырнул из кабинета человека, предложившего ему большую взятку. Когда его спросили, чем это он так выведен из себя, Линкольн ответил: «У каждого есть своя цена, а он подобрался слишком близко к моей!»

Понятия вероятности взяток и коррупции близки к понятиям надежности и безопасности в технике, а также к понятиям мошенничества и риска в экономике, бизнесе и банках. Наиболее часто взятки имеют место при получении лицензий (образование, туризм, медицина, строительство), разрешений (ГАИ, таможня), образования (аттестаты, дипломы, экзамены), регистрации (органы МВД, посольства, местная власть).

Сценарии и технологии взяток различны для министерства, мэрии, учреждения, компании, банка, чиновника, врача, преподавателя и др. Взятка касается двух объектов взяткодателя и взяткополучателя, каждый из которых имеет свою выгоду. Взяткодатель решает свою проблему быстрее, качественнее, получает привилегии, обходит закон. Взяткополучатель имеет денежную или материальную выгоду, «откат» и др. В тексте используются термины: вероятность коррупции и взятки, вероятность успеха и неуспеха, вероятность наличия и отсутствия взятки, вероятность хорошего и плохого проекта (объекта, чиновника, учреждения) с точки зрения вероятности взятки.

Для количественной оценки и анализа вероятности взяток используется ЛВ-теория риска с группами несовместных событий (ГНС) и строятся ЛВ-модели взяток на основе статистических данных. Работа [37] является одной из первых математических работ по теории риска взяток и коррупции. В ней изложены вопросы моделирования, оценки и анализа риска взяток и коррупции и почти не рассматриваются социальные, юридические и организационные проблемы.

ЛВ-модели противодействия взяткам. *События и вероятности.* Событие-взятка описывается признаками и их градациями, которые являются случайными величинами и рассматриваются как логические переменные и случайные события-признаки и события-градации, имеющие вероятности. События-признаки

связаны логическими связями *OR*, *AND*, *NOT* и могут иметь циклы. События-градации для признака составляют ГНС [30, 57].

Логическая переменная Z_j события-признака равна 0 с вероятностью P_j , если признак j свидетельствует о наличии взятки, и равна 1 с вероятностью $Q_j = 1 - P_j$ при отсутствии взятки. Логическая переменная Z_{jr} , соответствующая градации r для признака j , равна 0 с вероятностью P_{jr} и равна 1 с вероятностью $Q_{jr} = 1 - P_{jr}$. Вектор $Z(i) = (Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_n)$ описывает объект i из статистики. Для объекта i вместо Л-переменных нужно подставить Л-переменные Z_{jr} для градаций признаков именно этого объекта.

Л-функция риска взятки в общем виде:

$$Y = Y(Z_1, Z_2, \dots, Z_n).$$

В-функция риска взятки в общем виде:

$$P_i\{Y = 1 | Z(i)\} = P(P_1, \dots, P_j, \dots, P_n), \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

Для каждого события-градации в ГНС рассматриваются три вероятности: $P_{2_{jr}}$ — относительная частота в статистике; $P_{1_{jr}}$ — вероятность в ГНС; P_{jr} — вероятность, подставляемая вместо вероятности P_j .

Обучение ЛВ-модели взяток по статистическим данным. Задача идентификации (обучения) ЛВ-модели взяток по статистическим данным является одной из основных и сложных в проблеме взяток. Она решается алгоритмическими методами [31]. Предложена следующая схема решения задачи. Пусть известны в первом приближении вероятности для градаций P_{jr} , $r = 1, 2, \dots, N_j$; $j = 1, 2, \dots$ и вычислены риски P_i , $i = 1, \dots, N$ для проектов в статистике, каждый из которых мог сопровождаться взятками. Определим допустимый риск P_{ad} так, чтобы принятое расчетное число проектов без взяток (хорошие проекты) N_{gc} имело риск меньше допустимого и соответственно число проектов с взятками (плохие проекты) $N_{bc} = N - N_{gc}$ имело риск больше допустимого. На шаге оптимизации изменим так вероятности P_{jr} , $r = 1, 2, \dots, N_j$; $j = 1, 2, \dots, n$, чтобы число корректно распознаваемых проектов с взятками и без взяток увеличилось.

Анализ вероятности взяток. Пусть В-модель взятки обучена и известны вероятности P_{jr} . Определим вклады событий-признаков и событий-градаций в вероятность взятки для проекта и множества проектов, а также в точность ЛВ-модели взятки. Для этого вычислим разности между значениями характеристик для

оптимальной модели и при условии придания вероятностям соответствующих событий-градаций нулевых значений.

ЛВ-модель противодействия взяткам в учреждении. Учреждение принимает решения по неким проектам (делам граждан). Проектов много и для каждого проекта известно, был ли он успешным или неуспешным. Неуспешность проектов объясняется необоснованностью выдачи разрешения или ресурсов из-за взяток.

Сценарий и ЛВ-модель вероятности взятки строится на основе представления связей между чиновниками в виде графа. Элементами сценария и ЛВ-модели вероятности (риска) взятки являются функциональные подразделения $Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_n$, каждое из которых имеет N_j чиновников, принимающих решения.

В общем случае элементы $Z_1, \dots, Z_2, \dots, Z_n$ связаны логическими связями *OR*, *AND*, *NOT*, и могут иметься циклы. Чиновники в j -подразделении $Z_{j1}, \dots, Z_{jr}, \dots, Z_{jNj}$ составляют ГНС. Чиновник, принимающий решение, оставляет «визу» на соответствующем документе. Построение ЛВ-модели взятки заключается в вычислении вероятностей $P_{jr}, j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, N_j$, с которыми чиновники берут взятки, на основе статистики из N успешных и неуспешных проектов.

Рассмотрим ЛВ-модель взятки на примере условного банка. Используется статистика об успехах кредитов. Причины неуспеха кредитов объясняются взятками.

Сценарий и ЛВ-модель вероятности взятки зависят от структуры подразделений банка и их связи. Она может быть любой, но для определенности примем структуру модели риска типа «мост», которая приведена на рис. 13. Объект имеет пять элементов, которым поставим в соответствие логические переменные Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 , соответствующие функциональным группам чиновников, которые принимают решения о выдаче кредитов. Например, чиновники из Z_1 и Z_2 проверяют обеспечение кредитов, а чиновники из Z_3 и Z_4 принимают решения о размере и сроках кредита. Чиновники (начальники) из Z_5 руководят процессом. Клиент идет к одному из начальников, который за взятку направляет к одному из чиновников из групп Z_3 или Z_4 , берущему взятки. Число чиновников в группе равно числу градаций в признаке.

Логическая модель (Л-модель) вероятности взятки:

$$Y = Z_1 Z_3 \vee Z_2 Z_4 \vee Z_1 Z_3 Z_4 \vee Z_2 Z_5 Z_3. \quad (82)$$

Вероятностная модель (В-модель, В-полином) взятки, полученная после ортогонализации логической функции (82):

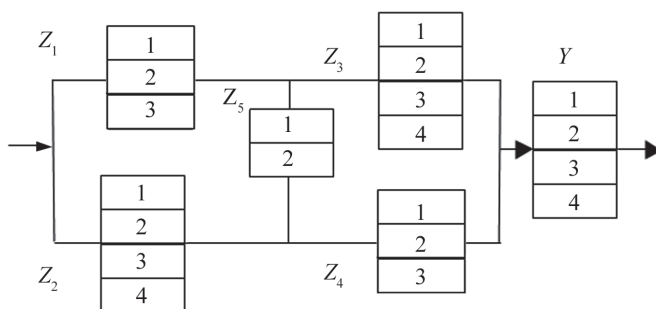


Рис. 13. Структурная модель взятки типа «мост».

$$P = p_2 p_4 + p_1 p_3 + q_1 p_2 p_3 q_4 p_5 + p_1 q_2 q_3 p_4 p_5 - p_1 p_2 p_3 p_4. \quad (83)$$

Выданные кредиты оказались успешными (градация 1) или неуспешными (градация 0). Выдача кредитов оформлена документами, где зафиксированы визы чиновников и результат об успехе или неуспехе кредита.

Пример. Для обучения В-модели взятки использовалась статистика из 1000 кредитов, из которых 700 были хорошими и 300 плохими, т. е. средний риск взятки равен $P_{av} = 300/1000 = 0.3$. Пять признаков имеют от 4 до 11 градаций; всего 40 градаций.

В результате обучения определены вероятности P_{jr} и $P1_{jr}$ для всех событий-градаций и подсчитаны характеристики ЛВ-модели взятки: значение целевой функции в результате обучения $F_{max} = 720$ и допустимое значение риска $P_{ad} = 0.3094$.

Таблица 11

Вероятности градаций и их частоты

Номера градаций	Вероятности, $P1r$	Вероятности, $P1_{jr}$	Частоты, $P2_{jr}$
Признак Z_1			
1	1.0	0.522300	0.274
2	0.596084	0.311103	0.269
3	0.248278	0.129579	0.063
4	0.070927	0.037017	0.394
Признак Z_2			
1	0.0	0.0	0.0
2	0.687703	0.149933	0.014
3	0.227359	0.0495688	0.002
4	1.0	0.218209	0.054

Таблица 11 (продолжение)

Номера градаций	Вероятности, P_{1r}	Вероятности, P_{1jr}	Частоты, P_{2jr}
5	0.510577	0.111316	0.017
6	0.704722	0.153643	0.086
7	0.570149	0.124304	0.057
8	0.448856	0.097859	0.224
9	0.434821	0.094799	0.187
10	0.001675	0.000365	0.359

Таблица 12

Средние вероятности признаков

Признаки, j	Вероятности, P_{jm}	Вероятности, P_{1jm}	Число градаций, N_j
1	0.478113	0.249540	4
2	0.348310	0.075949	10
3	0.298833	0.133823	5
4	0.388857	0.116348	11
5	0.291868	0.091775	10

Вероятности P_{2jr} и P_{1jr} градаций, хотя и составляют в сумме 1 в ГНС, существенно различаются между собой (табл. 11). Вероятности взятки у чиновников (вероятности P_{jr}) различаются более чем в 10 раз.

Наибольшие средние вероятности P_{jm} (табл. 12) имеют события-признаки 1 и 4. Эти же события вносят наибольшие вклады в средний риск P_m . Вероятности событий-признаков P_{jm} различаются почти в два раза.

ЛВ-модель риска взятки на основе поведения чиновников. Взятки — это преступление, не выставленное напоказ. Не возникает вопроса о наличии преступления при ограблении банка, когда свидетелями являются служащие и клиенты. Взятки же отличаются от других видов преступлений сложностью выявления самого факта их совершения. Однако взятки носят массовый характер, и по ним имеется достаточно много данных в судебных и контролирующих органах.

Для каждого типа взятки можно выделить признаки [30, 57], ассоциирующие с подобным преступлением. Каждый из признаков имеет как минимум две градации. В-модель вероятности (риска) взятки может быть обучена по статистическим данным.

Расследование получения взятки нужно проводить только в том случае, когда с большой вероятностью можно полагать, что она имела место. Серьезность подозрения во взятке можно оценить количественно по вероятности взятки. О взятках чи-

новника (врача, учителя) свидетельствуют следующие признаки личности и необычного поведения.

- возраст;
- продолжительность работы в учреждении или компании;
- приобретение дома, квартиры, дачи, машины и т. д. со стоимостью, не соответствующей уровню заработной платы;
- наличие долгов;
- финансовые запросы;
- пристрастие к азартным играм;
- выходящий за привычные рамки образ жизни;
- необычное поведение;
- наличие жалоб;
- неясное или уголовное прошлое;
- нечестное или неэтичное поведение на работе;
- отсутствие разделения обязанностей;
- отсутствие независимых проверок;
- отсутствие соответствующих полномочий;
- отсутствие соответствующих документов и записей;
- пренебрежение существующими правилами;
- ненадлежащая система документооборота и т. д.

Элементами сценария и ЛВ-модели взятки являются названные признаки $Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_n$, каждый из которых имеет несколько градаций. Градации для j -признака $Z_{j1}, \dots, Z_{jr}, \dots, Z_{jN_j}$ составляют ГНС. Сценарий взятки чиновника описывается так: взятка имеет место, если имеет место любое одно событие-признак, или любые два события-признака, или ... все события-признаки. Построение ЛВ-модели взяток заключается в вычислении вероятностей $P_{jr}, j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, N_j$ (с которыми чиновник берет взятки) по статистике (множеству) фактов взяток, установленных судом.

Л-функция (ЛВ-модель) взятки [38]:

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \vee \dots \vee Z_j \vee \dots \vee Z_n. \quad (84)$$

Л-функция риска взятки в эквивалентной форме после ортогонализации (68):

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \overline{Z_1} \vee Z_3 \overline{Z_2} \overline{Z_1} \vee \dots, \quad (85)$$

где черта над логической переменной означает логическое отрицание.

В-функция (модель, полином) взятки:

$$P = p1 + p2q1 + p3q1q2 + \dots \quad (86)$$

«Арифметика» в В-модели взятки такова, что для итогового события вероятность взятки находится в пределах $\{0, 1\}$ при любых значениях вероятностей ИС. Для каждого события-градации в ГНС используются три ранее введенные вероятности: $P2_{jr}, P1_{jr}, P_{jr}$.

Наибольшее число разных взяток равно

$$N_{\max} = N_1 \cdot N_2 \cdot \dots \cdot N_j \cdot \dots \cdot N_n, \quad (87)$$

где $N_1, \dots, N_j, \dots, N_n$ — число градаций в событиях-признаках. Если число признаков $n = 20$ и каждый имеет $N_j = 5$ градаций, то число разных взяток равно астрономическому числу $N_{\max} = 5^{20}$, что объясняет трудности борьбы с взятками и коррупцией.

ЛВ-модель взятки (85—87) описывает все возможные взятки и является самой полной и точной. Однако в ряде случаев не нужно учитывать все возможные взятки. Например, из статистических данных известно, что взятка имела место при появлении одного и не более двух событий из Z_1, Z_2, \dots, Z_n . Тогда для упрощения модели следует использовать Л-модель риска при ограниченном числе разных взяток [30].

Пример. Фактических данных о взятках, установленных судами по уголовным делам, не имелось. В качестве статистических данных использовались модельные данные. Из 1000 подозреваемых во взятках, на которых возбуждены уголовные дела, были осуждены только 300, а остальные 700 были признаны невиновными. Таким образом, средний риск взяток равен $P_{av} = 300/1000 = 0.3$. Подозреваемые описывались $n = 20$ признаками, которые имели в сумме 94 градации.

Идентификация В-модели взяток заключается в определении вероятностей $P_{jr}, r = 1, 2, \dots, N_j; j = 1, 2, \dots, n$ событий-градаций. На шаге оптимизации вычисляется вероятность взяток для каждого подозреваемого и сравнивается с допустимой вероятностью P_{ad} . Подозреваемого относят к плохим или хорошим. Целевая функция формулировалась так: количество корректно классифицируемых подозреваемых должно быть максимальным.

Вклады событий-градаций в точность ЛВ-модели взятки рассмотрим на примере событий-градаций признаков Z_2 и Z_{13} для оптимально обученной ЛВ-модели взятки ($F_{\max} = 826$). В табл. 13 приведены частоты градаций для всех $P2_{jr}$, плохих $P20_{jr}$ и хороших $P21_{jr}$ подозреваемых; вероятности событий-градаций $P1_{jr}$ и P_{jr} ; ошибки распознавания по градациям для всех E_{jr} , плохих $E0_{jr}$ и хороших $E1_{jr}$ подозреваемых.

Вклады событий-признаков в вероятность взятки подозреваемого пропорциональны вероятностям P_j , $j = 1, 2, \dots, n$, равным вероятностям событий-градаций P_{jr} . Вероятности P_{jr} событий-градаций признаков отличаются более чем в 10 раз. Ошибки градаций E_{jr} в классификации взяток отличаются почти в 5 раз.

ЛВ-анализ модели взяток выполнен с использованием выражений (64—66). Для каждого j -признака определялись: средние значения вероятностей $P1_{jm}$ и P_{jm} , а также уменьшение числа распознаваемых хороших и плохих подозреваемых ΔF_j при исключении этого признака из модели риска. ЛВ-модель взяток после такого изменения обучалась. Уменьшение числа распознаваемых подозреваемых определено по отношению к оптимально обученной модели взяток со всеми признаками.

Таблица 13

Вероятности и ошибки распознавания для событий-градаций

$P2_{jr}$	$P20_{jr}$	$P21_{jr}$	$P1_{jr}$	P_{jr}	E_{jr}	$E1_{jr}$	$E0_{jr}$
Признак Z_2							
0.014	0.007	0.007	0.010	0.019	0.214	0.429	0.000
0.002	0.001	0.001	0.070	0.014	0.500	1.000	0.000
0.054	0.032	0.022	0.194	0.038	0.278	0.682	0.000
0.017	0.005	0.012	0.159	0.031	0.412	0.500	0.200
0.086	0.038	0.048	0.145	0.028	0.256	0.417	0.053
0.057	0.019	0.038	0.095	0.019	0.228	0.289	0.105
0.224	0.066	0.158	0.067	0.013	0.169	0.196	0.106
0.167	0.056	0.131	0.053	0.010	0.203	0.183	0.250
0.359	0.076	0.283	0.016	0.003	0.114	0.081	0.237
Признак Z_{13}							
0.019	0.080	0.110	0.283	0.027	0.237	0.345	0.087
0.511	0.142	0.369	0.233	0.021	0.186	0.201	0.148
0.248	0.065	0.183	0.093	0.008	0.113	0.082	0.200
0.028	0.007	0.021	0.346	0.032	0.178	0.238	0.000
0.023	0.006	0.017	0.044	0.004	0.217	0.117	0.500

Наибольший вклад в точность распознавания вносят события-признаки $Z_1, Z_2, Z_4, Z_5, Z_6, Z_3, Z_{13}$. Нулевой вклад вносят события-признаки $Z_{11}, Z_{12}, Z_{17}, Z_{18}, Z_{19}$. Исключение признаков 11, 12, 17 и 18 уменьшает число распознаваемых подозреваемых всего на 4.

Точность ЛВ-модели взятки изменяется при изменении числа градаций в признаке. Выполнены исследования для признака Z_2 , который в исходном варианте имеет 10 градаций. После переобучения модели взятки получены следующие результаты:

при отсутствии признака $F_{\max} = 800$; при двух градациях в признаке $F_{\max} = 808$; при четырех градациях — $F_{\max} = 812$; при десяти градациях — $F_{\max} = 824$; при ста градациях (при этом имеется семьдесят пустых градаций, которые не используются для описания подозреваемых в статистике), — $F_{\max} = 828$.

Строились графики вероятностей взятки для 1000 подозреваемых до и после их сортировки по величине вероятности. Примерно 15 % подозреваемых имели маленькие вероятности взятки, т. е. были очень хорошими, и 15 % подозреваемых имели большие вероятности взятки, т. е. были очень плохими. Это показывает, что подозреваемых нужно классифицировать по вероятности взятки не на два, а на четыре и большее число классов.

Таблица 14

Анализ вкладов событий-признаков в точность модели взятки

Признаки, j	Число градаций, N_j	$P1_{jm}$	P_{jm}	ΔF_j
1	4	0.272384	0.020226	-64
2	10	0.063346	0.012359	-27
3	5	0.098475	0.009327	-18
4	11	0.090820	0.020927	-26
5	10	0.080377	0.017593	-20
6	5	0.272148	0.022466	-20
7	5	0.206945	0.018549	-6
8	4	0.266619	0.017736	-6
9	4	0.183897	0.014253	-10
10	3	0.318015	0.018295	-10
11	4	0.251871	0.018974	0
12	4	0.247375	0.017166	0
13	5	0.206718	0.018900	-16
14	3	0.235637	0.014733	-2
15	3	0.261648	0.017591	-8
16	4	0.341959	0.021975	-2
17	4	0.289853	0.018739	0
18	2	0.482499	0.017417	0
19	2	0.508613	0.018138	0
20	2	0.750896	0.018326	-2

ЛВ-модель взятки на основе анализа параметров обслуживания. Оценим вероятность взятки, используя статистику параметра обслуживания, например: времени решения чиновником (учреждением) проблемы клиента с момента поступления заявки до принятия окончательного решения, времени протезирования протезистом с момента начала до конца этого процесса и др. Такая статистика должна содержать достаточное

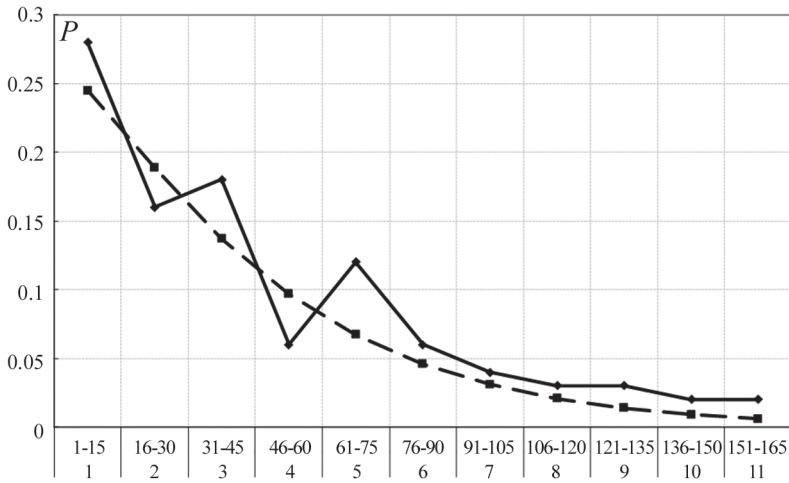


Рис. 14. Распределение обслуживания в днях (по закону Вейбулла — реальное).

число прецедентов обслуживания для построения дискретной или аналитической функции распределения.

Пусть для N клиентов имеется статистика по времени обслуживания Y_i , $i = 1, 2, \dots, N$. Аппроксимация распределения времени обслуживания выполнена по закону Вейбулла с наибольшей интенсивностью взяток в начале процесса (рис. 14).

Параметр обслуживания может иметь непрерывные или дискретные значения. В обоих случаях с целью повышения адекватности модели взятки и использования аппарата ЛВ-исчисления будем строить дискретное распределение на выбранных интервалах разбиения значений параметра. Каждому интервалу со средним значением параметра на нем присваивается номер градации. Градации составляют ГНС. Вероятности событий-градаций определяются по формуле

$$P_j = N_j / N, \quad (88)$$

где N_j — число значений параметра в статистике с данной градацией и N — число значений параметра в статистике.

Параметр обслуживания имеет среднее значение Y_m и допустимое значение Y_{ad} . Вероятность $P\{Y < Y_{ad}\}$, например времени обслуживания, назовем риском взятки.

Примем, что вероятности инициирующих событий равны: $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = 0.1$. И вычислим риск потери качества (неуспеха) государством без учета и с учетом повторных

событий. Из-за простой структурной модели неуспеха системы Y , где имеется только логическая связь *ИЛИ* между событиями, обойдемся без ортогонализации и выполним расчеты вручную.

Во многих работах по *VaR (Value-at-Risk)* исследуются «хвосты» распределения, для которых вводят различные типы распределений и условные вероятности. В ЛВ-теории риска этого не нужно делать, ибо используется произвольный закон распределения значений параметра, который задается дискретным рядом.

Пример. Обслуживались $N = 700$ клиентов. Параметр Y_1 определяет продолжительность обслуживания в днях и имеет $N_1 = 30$ дней-градаций, для которых вычислены вероятности P_{1r} , $r = 1, 2, \dots, 30$. Допустимое значение параметра $Y_{1ad} = 10$ и значение риска $Risk1 = 0.2$. При условии $Y_1 < Y_{1ad}$ вызывается подозрение во взятке.

Пусть имеется еще один параметр обслуживания Y_2 , имеющий $N_2 = 20$ градаций, допустимое значение Y_{2ad} и риск $Risk2$. Параметрам обслуживания соответствуют логические переменные, которые могут быть зависимыми, но не изначально, а только потому, что они содержатся в логической формуле, которая и определяет зависимость между ними.

Для случая двух параметров обслуживания Y_1 и Y_2 будем иметь $N = N_1 N_2 = 30 \times 20 = 600$ комбинаций обслуживания. Л-функции для двух разных комбинаций обслуживания $Y = Y_1 \wedge Y_2$ ортогональны (произведение логических функций разных комбинаций равно нулю), так как эти комбинации содержат разные градации для Y_1 и Y_2 .

Свойство ортогональности разных комбинаций обслуживания позволяет перейти от Л-функций к алгебраическим выражениям для вероятностей, т. е. Л-переменные поменять на вероятности и знаки «OR» на знаки «плюс». Число комбинаций, удовлетворяющих одному из условий взятки, равно

$$P\{(Y_1 \leq Y_{1ad}) \vee (Y_2 \leq Y_{2ad})\}; \quad P\{(Y_1 \leq Y_{1ad}) \wedge (Y_2 \leq Y_{2ad})\}. \quad (89)$$

3.6.3. Управление безопасностью проживания

Концепция экономики в XXI в., предложенная Кейт Рэйурт [54], привлекла внимание, и для экономики ей предложена ЛВ-модель невалидности безопасного пространства человечества. ЛВ-модель строится по невалидности внешних и внутренних параметров, которые могут выходить за пределы внешней

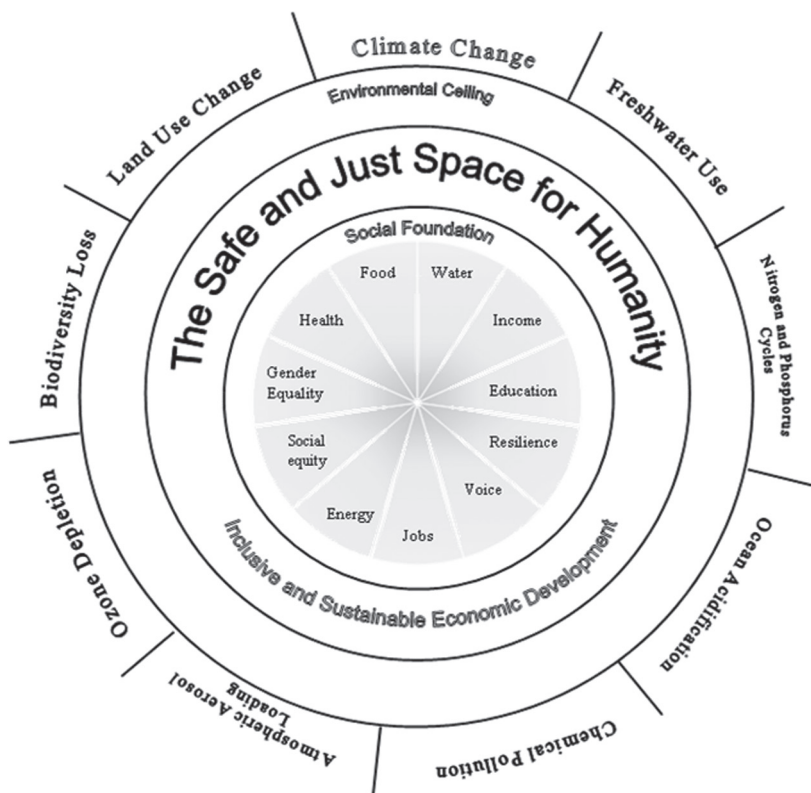


Рис. 15. Модель безопасного пространства человечества (по Кейт Рэйурт).

и внутренней границы безопасного пространства для человечества (рис. 15).

Модель невалидности безопасного пространства человечества представлена в виде графа (рис. 16).

Невалидными параметрами, как событиями и соответственно Л-переменными, за внешним кольцом благополучного пространства являются 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.

Невалидными параметрами, как событиями и соответственно Л-переменными, 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.

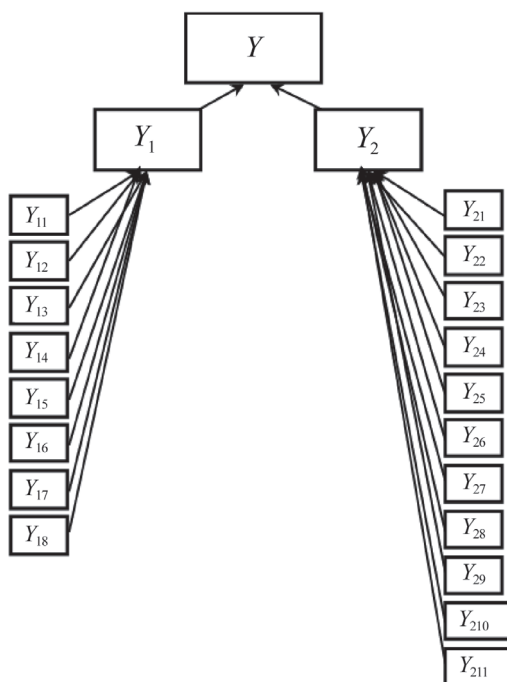


Рис. 16. Структурная модель безопасного пространства.

Л-модель невалидности безопасного пространства человека:

$$Y = Y_1 \vee Y_2, \quad (90)$$

$$Y_1 = Y_{11} \vee Y_{12} \vee Y_{13} \vee \dots \vee Y_{18}; \quad Y_2 = Y_{21} \vee Y_{22} \vee Y_{23} \vee \dots \vee Y_{211}. \quad (91)$$

Л-модель невалидности безопасного пространства в ортогональной форме:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \bar{Y}_1, \quad (92)$$

$$\bar{Y}_1 = Y_{11} \vee Y_{12} \bar{Y}_{11} \vee Y_{13} \bar{Y}_{11} \bar{Y}_{12} \vee \dots; \quad \bar{Y}_2 = Y_{21} \vee Y_{22} \bar{Y}_{21} \vee Y_{23} \bar{Y}_{21} \bar{Y}_{22} \vee \dots \quad (93)$$

Вероятностная модель невалидности безопасного пространства человека:

$$P(Y) = P_1 + P_2(1 - P_2), \quad P_1 = P_{11} + P_{12}(1 - P_{11}) + P_{13}(1 - P_{11})(1 - P_{12}) + \dots, \\ P_2 = P_{21} + P_{22}(1 - P_{21}) + P_{23}(1 - P_{21})(1 - P_{22}) + \dots, \quad (94)$$

где $P_{11}, \dots, P_{18}; \dots, P_{21}, P_{22}, \dots$ — вероятности невалидности параметров.

3.6.4. Гибридная ЛВ-модель риска противодействия коррупции

Сценарий неуспеха решения этой социально-экономической проблемы (*difficulty problem*) формулируется так [30, 52]: неуспех решения трудной проблемы DP происходит из-за неуспеха субъектов (*subjects*) S и неуспеха объектов (*objects*) T .

Успех события-высказывания S зависит от субъектов S_1, S_2, \dots, S_5 (правительство, бизнес, службы противодействия экономическим преступлениям, ученые, общественное мнение). Успех 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 и вероятностные функции неуспеха событий:

$$DP = S \wedge T; \quad S = S_1 \vee S_2 \vee S_5. \quad T = T_1 \vee T_2 \vee T_3. \quad (95)$$

$$P\{DP = 0\} = P\{S = 0\} \cdot P\{T = 0\}; \quad (96)$$

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

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

ЛВ-модель неуспеха субъектов. Риск неуспеха события S зависит от риска неуспеха субъектов (рис. 17): 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 «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, $P\{S = 0\} = 0.97$.

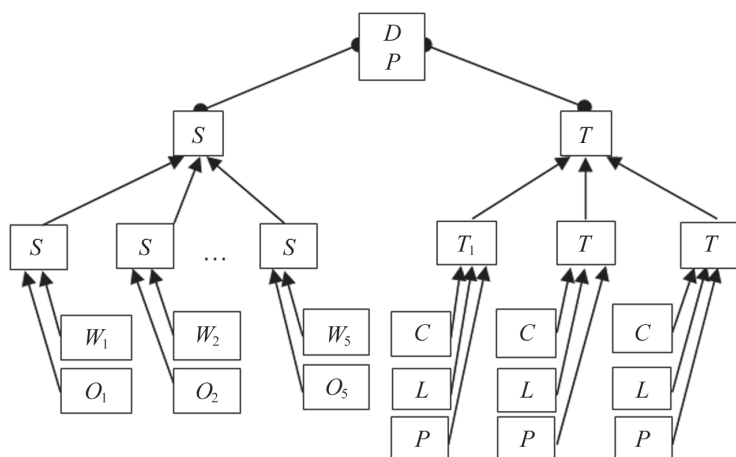


Рис. 17. Структурная модель неуспеха решения проблемы коррупции.

3.6.5. Анализ надежности энергоснабжения металлургического комбината

Данный раздел включен в настоящую главу, хотя не является исследованием экономического объекта. Он демонстрирует возможность решения в экономике и государстве задач большой сложности. Логическая и вычислительная сложность построенной и исследованной нами ЛВ-модели надежности металлургического комбината сопоставима с известной задачей № 35 И. А. Рябина по надежности электроснабжения атомной подводной лодки [19]. Рассмотренная ЛВ-модель показывает, как строить и анализировать ЛВ-модель риска из нескольких или всех социально-экономических систем.

Рассмотрена проблема выбора предпочтительной схемы электроснабжения металлургического комбината с точки зрения надежности. Изложен алгоритм решения задачи с помощью логико-вероятностного подхода. Разработаны структурная, логическая и вероятностные модели надежности системы для трех вариантов схемы подключения. Проведены вычислительные исследования, определены вклады элементов в надежность системы.

Анализ надежности структурно-сложных технических систем может проводиться как на этапе эксплуатации системы, так и на этапах ее проектирования или реконструкции. В первом случае оцениваются вероятность нежелательного события и величина возможного ущерба. Во втором случае на первый

план выходит сопоставление различных вариантов реализации системы, а также анализ значимости элементов системы для обеспечения надежного функционирования.

Задачи анализа надежности с успехом решаются посредством применения логико-вероятностного моделирования. В работе рассмотрено решение выбора предпочтительной схемы электроснабжения металлургического комбината с точки зрения надежности.

Комбинат достаточно критичен к качеству электроснабжения. При полном отключении питания на три часа и более комбинат останавливается полностью с разрушением части основного технологического оборудования без возможности восстановления и запуска. Это приводит к необходимости длительного и дорогостоящего капитального ремонта.

Руководство комбинатом стоит перед необходимостью реконструкции системы электроснабжения по экономическим соображениям. При этом рассматриваются две возможные схемы подключения. Необходимо выбрать наиболее предпочтительную схему с точки зрения надежности электроснабжения основного технологического оборудования.

Металлургический комбинат получает питание с двух районных подстанций мощностью 220 и 500 кВ (РПС-1 и РПС-2). Питание с районных подстанций поступает к технологическому оборудованию посредством трех подстанций на территории комбината (ПС-1, ПС-2, ПС-3) через систему коммутационных подстанций. В непосредственной близости от комбината располагается теплоэлектроцентраль (ТЭЦ-2), которая может работать как в режиме источника электроснабжения, так и в режиме подстанции. От ТЭЦ-2 к системе коммутационных подстанций комбината протянута 21 кабельная линия.

Схема электроснабжения с учетом районных источников электроснабжения (ГРЭС-1 и ГРЭС-2) изображена на рис. 18. Схема содержит длины воздушных и кабельных линий, которые используются при оценке надежности. Стрелками обозначены возможные направления перетока.

Перед руководством комбината стоит вопрос об исключении ТЭЦ из состава источников энергоснабжения и переводе ее в режим котельной. При этом рассматривается возможность сохранения ТЭЦ-2 в качестве подстанции для обеспечения перетока. Целью настоящего исследования является сопоставительный анализ с точки зрения надежности следующих схем подключения комбината к внешним источникам.

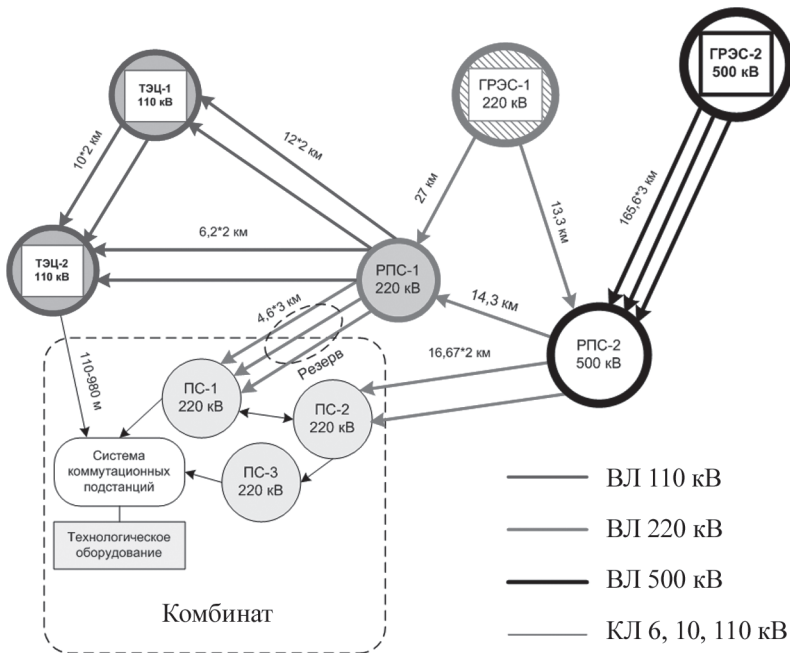


Рис. 18. Схема электроснабжения комбината.

1) Текущая схема подключения: РПС-1, РПС-2, ТЭЦ-2 (как источник и как подстанция).

2) Планируемая схема подключения, вариант 1: РПС-1, РПС-2, ТЭЦ-2 (в режиме котельной и подстанции).

3) Планируемая схема, вариант 2: РПС-1, РПС-2 (ТЭЦ-2 исключена).

4) Планируемая схема подключения, вариант 1: РПС-1, РПС-2, ТЭЦ-2 (в режиме котельной и подстанции).

5) Планируемая схема, вариант 2: РПС-1, РПС-2 (ТЭЦ-2 исключена).

Процесс логико-вероятностного моделирования проходит в четыре этапа [13, 19].

Первый этап — это составление структурной модели аварии или успешного функционирования системы. Она представляет собой граф взаимосвязанных событий. Событием в этом случае считается выход из строя какого-либо элемента системы или же, наоборот, его успешное функционирование.

На втором этапе строится логическая функция работоспособности системы. Она с помощью логических сумм, произведений и дополнений (инверсий) простых случайных событий точно и одно-

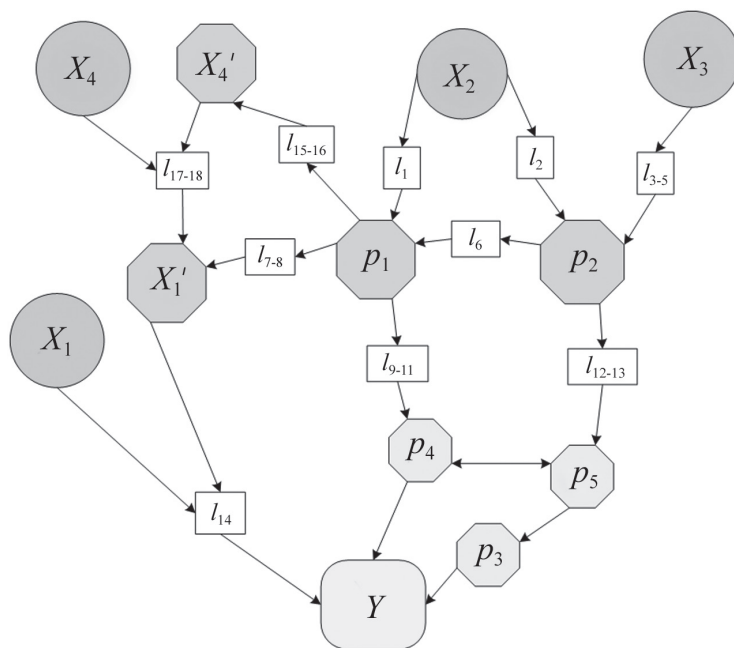


Рис. 19. Структурная модель надежности электроснабжения.

значно определяет сложное случайное событие реализации системой заданного критерия функционирования, т. е. моделируемое свойство надежности, безопасности или риска исследуемой системы.

На третьем этапе выполняют преобразование логической функции работоспособности системы в одну из форм, позволяющих непосредственно выполнять расчеты вероятности и других показателей надежности и риска.

На заключительном, четвертом, этапе с помощью полученных расчетных моделей вычисляются показатели, необходимые для решения различных задач системного анализа риска. В частности, вычисляется вероятность успешного функционирования или риск аварии системы. Результаты также могут использоваться для оценки свойств системы, сравнения и выбора вариантов ее структуры, оптимизации и синтеза систем в процессе выполнения научных исследований и т. д.

Рассматриваемая задача является характерной для систем с высоким уровнем резервирования, что приводит к повторным элементам и вычислительной сложности. Оценка и анализ надежности таких систем невозможны без применения программных комплексов типа *Arbiter*.

Построение структурной модели надежности. Структурная модель системы электроснабжения представлена на рис. 19. Каждому элементу, для которого учитывают надежность, поставлена в соответствие вершина, имеющая свой идентификатор. Вершины соединяют направленными дугами. Квадратами обозначены воздушные и кабельные линии электропередач, кругами — источники электроснабжения, шестиугольниками — подстанции. Итоговую вершину Y образуют система коммутационных подстанций и технологическое оборудование комбината. Для учета источников энергии (ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2) в качестве подстанции им сопоставлены две вершины X_1 и X_1' , X_4 и X_4' .

Обозначения элементов системы:

- 1) источники электроэнергии: X_1, X_2, X_3, X_4 ;
- 2) подстанции: $X_1', X_4', P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$; воздушные и кабельные линии: $L_1, L_2, L_{3-5}, L_6, L_{7-8}, L_{9-11}, L_{12-13}, L_{14}, L_{15-16}, L_{17-18}$;
- 3) воздушные и кабельные линии: $L_1, L_2, L_{3-5}, L_6, L_{7-8}, L_{9-11}, L_{12-13}, L_{14}, L_{15-16}, L_{17-18}$.

В структурной модели параллельные линии электропередач сведены в одну вершину. Например, идентификатор L_{3-5} означает сведение линий L_3, L_4 и L_5 в одну вершину. Уменьшение числа вершин сокращает число возможных состояний системы и упрощает расчеты. Надежность двух или трех параллельных линий выше, чем одной.

Построение логической модели (Л-модели) надежности.

В построении Л-модели каждой вершине структурной модели ставят в соответствие логическую переменную. Она может принимать два значения: 0 — если элемент неисправен и 1 — если он исправен.

По схеме установлены кратчайшие пути успешного функционирования (КПУФ). Их число равно 15. Их описывает 21 иницирующее событие из векторов X, P, L . Логическая функция успешного функционирования системы электроснабжения представлена в дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ) (табл. 15). Строки связаны логическим сложением — дизъюнкцией *ИЛИ*, а элементы строки — логическим умножением-конъюнкцией *И*.

Л-модель успешного функционирования системы Y получают логическим объединением моделей для Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 .

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee Y_3 \vee Y_4, \quad (97)$$

где Y_1, \dots, Y_4 — Л-модели успешного функционирования системы электроснабжения от источников X_1, \dots, X_4 .

Таблица 15

Кратчайшие пути успешного функционирования системы

№ пути	Источник тока	КПУФ	Л-функции с КПУФ
1	КПУФ с X_1	$X_1 L_{14}$	Y_1
2	КПУФ с X_2	$X_2 X_1' P_1 L_1 L_{7-8} L_{14}$	Y_2
3		$X_2 X_1' P_1 P_2 L_2 L_6 L_{7-8} L_{14}$	
4		$X_2 X_1' X_4' P_1 L_1 L_{14} L_{15-16} L_{17-18}$	
5		$X_2 X_1' X_4' P_1 P_2 L_{3-5} L_6 L_{14} L_{15-16} L_{17-18}$	
6		$X_2 P_1 P_4 L_3 L_{9-11}$	
7		$X_2 P_1 P_2 L_2 L_6 L_{9-11}$	
8		$X_2 P_2 P_4 P_6 L_2 L_6 L_{12-13}$	
9		$X_2 P_2 P_3 P_5 L_2 L_{12-13}$	
10		КПУФ с X_3	
11	$X_3 X_1' X_4 P_1 P_2 L_{3-5} L_6 L_{14} L_{15-16} L_{17-18}$		
12	$X_3 P_1 P_2 P_4 L_{3-5} L_6 L_{9-11}$		
13	$X_3 P_2 P_4 P_5 L_2 L_{12-13}$		
14	$X_3 P_2 P_3 P_5 L_{3-5} L_{12-13}$		
15	КПУФ с X_4	$X_4 X_1' L_{14} L_{17-18}$	Y_4

Учитывая ее громоздкость, приведен только ее фрагмент.

Построение вероятностной модели (В-модели) надежности. Л-модель в форме КПУФ системы нельзя непосредственно использовать для расчетов надежности из-за повторных элементов. С помощью программного комплекса *Arbiter* Л-модель приведена к ортогональной форме, в которой вместо Л-переменных подставляют их вероятности и получают В-модель надежности системы.

В-модель надежности содержит 171 слагаемое, каждое из которых есть произведение до 16 сомножителей (табл. 15).

$$\begin{aligned}
 & P(x1') \cdot P(x4') \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot (1-P(l1)) \cdot P(l2) \cdot P(l6) \cdot (1-P(l7-8)) \cdot P(l14) \cdot P(l15-16) \cdot P(l17-18) + (1-P(x1)) \cdot P(x3) \cdot (1-P(x4)) \cdot \\
 & P(x1') \cdot P(x4') \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot (1-P(l7-8)) \cdot P(l14) \cdot \\
 & P(l15-16) \cdot P(l17-18) + (1-P(x1)) \cdot P(x2) \cdot (1-P(x4)) \cdot P(x1') \cdot P(x4') \cdot \\
 & P(p1) \cdot P(l1) \cdot (1-P(l7-8)) \cdot P(l14) \cdot P(l15-16) \cdot P(l17-18) + (1-P(x1)) \cdot \\
 & P(x2) \cdot P(x1') \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot (1-P(l1)) \cdot P(l2) \cdot P(l6) \cdot P(l7-8) \cdot \\
 & P(l14) + (1-P(x1)) \cdot P(x3) \cdot P(x1') \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot \\
 & P(l7-8) \cdot P(l14) + P(x2) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p4) \cdot (1-P(l1)) \cdot P(l2) \cdot \\
 & P(l6) \cdot P(l9-11) + P(x3) \cdot P(p2) \cdot (1-P(p3)) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l3-5) \cdot \\
 & P(l12-13) + P(x2) \cdot P(p2) \cdot (1-P(p3)) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l2) \cdot P(l12-13)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 13) + (1-P(x1)) \cdot P(x2) \cdot P(x1') \cdot P(p1) \cdot P(l1) \cdot P(l7-8) \cdot P(l14) + \\
& + (1-P(x1)) \cdot P(x4) \cdot P(x1') \cdot P(l14) \cdot P(l17-18) + P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot \\
& P(p4) \cdot P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot P(l9-11) + P(x3) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p5) \cdot \\
& P(l3-5) \cdot P(l12-13) + P(x2) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p5) \cdot P(l2) \cdot P(l12-13) + \\
& + P(x2) \cdot P(p1) \cdot P(p4) \cdot P(l1) \cdot P(l9-11) + P(x1) \cdot P(l14) - P(x1) \cdot \\
& P(x2) \cdot P(p1) \cdot P(p4) \cdot P(l1) \cdot P(l9-11) \cdot P(l14) - P(x2) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot \\
& P(p3) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l1) \cdot P(l2) \cdot P(l9-11) \cdot P(l12-13) - P(x1) \cdot \\
& P(x2) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p5) \cdot P(l2) \cdot P(l12-13) \cdot P(l14) + P(x1) \cdot \\
& P(x2) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l1) \cdot P(l2) \cdot P(l9-11) \cdot \\
& P(l12-13) \cdot P(l14) - P(x2) \cdot P(x3) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p5) \cdot P(l2) \cdot \\
& P(l3-5) \cdot P(l12-13) - P(x2) \cdot P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p4) \cdot \\
& P(p5) \cdot P(l1) \cdot P(l3-5) \cdot (1-P(l6)) \cdot P(l9-11) \cdot P(l12-13) - P(x1) \cdot P(x3) \cdot \\
& P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p5) \cdot P(l3-5) \cdot P(l12-13) \cdot P(l14) + P(x1) \cdot P(x2) \cdot \\
& P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l1) \cdot P(l3-5) \cdot (1- \\
& P(l6)) \cdot P(l9-11) \cdot P(l12-13) \cdot P(l14) + P(x2) \cdot P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot \\
& P(p3) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l1) \cdot P(l2) \cdot P(l3-5) \cdot (1-P(l6)) \cdot P(l9-11) \cdot \\
& P(l12-13) + P(x1) \cdot P(x2) \cdot P(x3) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p5) \cdot P(l2) \cdot P(l3- \\
& 5) \cdot P(l12-13) \cdot P(l14) - P(x1) \cdot P(x2) \cdot P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot \\
& P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l1) \cdot P(l2) \cdot P(l3-5) \cdot (1-P(l6)) \cdot P(l9-11) \cdot P(l12-13) \cdot \\
& P(l14) - P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot \\
& P(l9-11) \cdot P(l12-13) - P(x2) \cdot P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p4) \cdot P(l1) \cdot \\
& P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot P(l9-11) - P(x1) \cdot P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p4) \cdot P(l3- \\
& 5) \cdot P(l6) \cdot P(l9-11) \cdot P(l14) + P(x1) \cdot P(x2) \cdot P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot \\
& P(p4) \cdot P(l1) \cdot P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot P(l9-11) \cdot P(l14) + P(x2) \cdot P(x3) \cdot \\
& P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l1) \cdot P(l2) \cdot P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot \\
& P(l9-11) \cdot P(l12-13) - P(x1) \cdot P(x2) \cdot P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot \\
& P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l1) \cdot P(l2) \cdot P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot P(l9-11) \cdot P(l12-13) \cdot \\
& P(l14) + P(x1) \cdot P(x3) \cdot P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p4) \cdot P(p5) \cdot P(l3-5) \cdot \\
& P(l6) \cdot P(l9-11) \cdot P(l12-13) \cdot P(l14) - (1-P(x1)) \cdot P(x3) \cdot P(x4) \cdot P(x1') \cdot \\
& P(p1) \cdot P(p2) \cdot P(p4) \cdot P(l3-5) \cdot P(l6) \cdot (1-P(l7-8)) \cdot P(l9-11) \cdot P(l14) \cdot \\
& P(l17-18) - (1-P(x1)) \cdot P(x3) \cdot P(x4) \cdot P(x1') \cdot P(p2) \cdot P(p3) \cdot P(p5) \cdot \\
& P(l3-5) \cdot P(l12-13) \cdot P(l14) \cdot P(l17-18) - \dots
\end{aligned}$$

Вычисления выполняют на В-модели, подставляя вероятности событий, и оценивают надежность системы. Если элемент исключают из рассмотрения (источник питания, подстанцию или линию электропередачи), то вероятность его успешного функционирования задают 0.

Вероятности отказов элементов системы рассчитывают по числу отказов в год при выбранном законе распределения наработки на отказ. Для воздушных и кабельных линий число отказов заданы по статистическим данным, для источников электро-

энергии и подстанций вероятности отказов были определены экспертным методом.

Вычисления. С помощью обнуления вероятности успешного функционирования для ряда вершин получены следующие результаты для трех схем подключения (табл. 16). Под отказом в данном случае подразумевается полное отключение электроэнергии с последующим разрушением основного технологического оборудования.

Таблица 16

Результаты оценки надежности схем подключения

Схема подключения	Исключенные вершины	Вероятность успешного функционирования	Вероятность отказа
РПС-1, РПС-2, ТЭЦ-2 (как источник и как подстанция)	—	0.99616	0.00384
РПС-1, РПС-2, ТЭЦ-2 (в режиме подстанции)	X_1	0.98012	0.01988
РПС-1, РПС-2	X_1, X_1'	0.95961	0.04039

Кроме расчета надежности всей системы электроснабжения, с использованием В-модели рассчитаны также вклады элементов системы в надежность. Вклад в надежность говорит о том, на сколько уменьшается надежность электроснабжения при отключении источника. Чем он больше, тем источник важнее для системы.

Также для элементов системы были вычислены показатели структурной значимости. Рассчитывается структурная значимость таким же образом, как и вклад в надежность. При этом вероятности успешного функционирования всех элементов системы заданы равными 0.5. Таким образом выделяют наиболее значимые элементы с точки зрения структуры. Увеличение надежности этих элементов дает наибольший прирост надежности для всей системы. Результаты для источников электроснабжения приведены в табл. 17.

Таблица 17

Вклады источников электропитания в надежность

Источник	Л-переменная	Вклад в надежность	Структурная значимость
ТЭЦ-2	X_1	0.03655	0.20762
ГРЭС-1	X_2	0.01633	0.05090
ГРЭС-2	X_3	0.00531	0.04054

Высокая значимость ТЭЦ-2 определяется ее выгодным расположением. Она наиболее близка к потребителю. Кроме того, сведено к минимуму количество промежуточных элементов. Прочие электростанции находятся на значительном отдалении и соединены по средствам протяженных воздушных линий электропередач, которые и являются одним из самых слабых мест в системах электроснабжения.

Выводы. С помощью логико-вероятностного подхода была проанализирована система электроснабжения металлургического комбината. Были построены структурная, логическая и вероятностная модели надежности системы. На основании вероятностной модели рассчитаны вероятности успешного функционирования и вероятности отказа для трех возможных схем электроснабжения. Также получены вклады источников электроснабжения в общую надежность системы.

Наибольшим вкладом в надежность обладает ТЭЦ-2, находящаяся в непосредственной близости от комбината. Также с точки зрения надежности наиболее предпочтительна текущая схема подключения, при которой ТЭЦ-2 сохраняется как источник.

Глава 4

Событийное управление качеством жизни человека

В главе 3 «Управление качеством экономики и государства „сверху“» описаны методики и средства, необходимые и достаточные для успешного массового решения задач управления качеством экономики и государства в цифровой экономике. Однако такой важный объект управления — процессы качества жизни человека — не рассматривался [31, 58].

Управление качеством экономики и государства «снизу» осуществляется общественным мнением через обобщение результатов решения многих задач управления качеством своей жизни разными людьми. Мы рассмотрим следующие аспекты событийного управления качеством жизни человека:

- 1) моделирование, анализ и управление повышением качества жизни самого человека;
- 2) выявление недостатков в управлении качеством жизни человека для управления «снизу» экономикой и государством с целью улучшения их качества;
- 3) описание роли общественного мнения в управлении качеством экономики и государства «снизу» и «сверху»;
- 4) изложение функции цифровой экономики в событийном управлении качеством экономики, государства и жизни человека.

4.1. Событийное управление процессами качества жизни человека

Проблема управления качеством жизни человека является актуальной и рассматривается впервые.

4.1.1. Постановка задачи управления качеством жизни человека

В событийное управление качеством экономики и государства введены новые структурно-сложные объекты: процессы качества жизни человека. К ним относятся лечение, обучение, принятие решений и др. Рассмотрим основы и примеры управления качеством процессов жизни человека и соответствующие им структурные, логические и вероятностные модели [39, 59].

Качество жизни человека зависит от здоровья, успешности обучения, удовлетворенности работой. От качества жизни человека зависит успешность экономики и государства. Эти категории качества жизни человека представим процессами лечения, обучения, принятием решений. Жизнь, лечение, обучение, принятие решений — это процессы. В управлении процессами лечения, обучения и принятия решений принимает участие сам человек. Для построения моделей управления качеством процессов жизни человека строят сценарии событий-высказываний о процессах. События в этих процессах относятся к поведению человека, других лиц и состоянию окружающей инфраструктуры.

В управлении качеством процессов жизни человека можно выделить несколько этапов, на которых были свои цели, задачи, взаимодействия с коллегами, инфраструктура и уровень жизни общества. Все этапы с количественной оценкой качества этапа и вкладов инициирующих событий важны для общества для ответа на вопрос, устранены ли выявленные недостатки в управлении экономикой и государством. Наибольшую ценность представляет моделирование, анализ и управление на последнем этапе процесса.

Строятся сценарии и структурные, логические и вероятностные модели качества процессов лечения больного, обучения студента дисциплине, принятия решений министром, управления качеством жизни ученого, управления качеством жизни предпринимателя. В общем виде получить решения невозможно из-за большого множества людей, болезней, учебных дисциплин, сфер деятельности. Поэтому опишем математический аппарат, программные средства и примеры для реальных людей, которые разрабатывали модели управления качеством процессов своей жизни.

Управление качеством жизни человека представляется управлением процессами его лечения, обучения и принятия решений, в которых события с состоянием человека, других лиц

и инфраструктуры связаны логическими операциями *AND*, *OR*, *NOT*. Процессами качества жизни человека моделирует, анализирует и управляет сам человек.

Одно из достоинств предлагаемого подхода к управлению качеством жизни человека заключается в том, что он позволяет обоснованно мобилизовать усилия самого человека на повышение качества процессов, в которых он принимает участие и важных для него.

Событийный подход к управлению качеством жизни человека однозначно определяет цель и математический аппарат.

В экономике управление производственными и организационными системами и процессами осуществляют, выделяя ресурсы, повышая квалификацию персонала и проводя реформы. В управлении процессами качества жизни человека речь может идти об усилиях и средствах самого человека. Участие человека в управлении качеством своей жизни заключается в построении модели управления процессом жизни по критерию качества при консультации врача, преподавателя или руководителя.

Предлагается новый подход к управлению качеством экономики и государства. Крупицы реального личного опыта в реальных проектах многих людей, изложенные в публикациях и в интернете, могут быть обобщены общественным мнением для нерешенных проблем, которое заставит правительство решать их в интересах повышения качества жизни населения. Предлагаемый подход относится ко всем странам, население которых заинтересовано в повышении уровня жизни и качества управления экономикой. Населению следует рассчитывать не только на умных и порядочных правителей и чиновников. Каждый может изложить свой реальный опыт в решении проблем и обеспечить обратную связь в управлении качеством экономик и государства, т. е. управлении «снизу».

Предлагаемый подход избавляет от множества бесполезных мероприятий и миллиардных вложений средств. Он предоставляет достойную сферу деятельности общественному мнению, которое оценит и обобщит результаты многих личных реальных исследований и закажет исследования по качеству процессов жизни выдающимся представителям науки, культуры и производства. Отметим также, что подход хорошо согласуется с целями и содержанием цифровой экономики.

4.1.2. Управление качеством процесса лечения человека

Рассмотрим проблему управления качеством жизни человека на примере процесса лечения катаракты.

Сценарий управления качеством процесса жизни человека разрабатывается для выделения событий, построения структурной модели риска и экспертной оценки вероятностей событий. Сценарное описание процесса лечения человека выполняется врачами и самим больным. Вначале выполняется подготовка к операции в районной поликлинике: сдаются анализы, приводится в норму давление и уровень сахара в крови.

Далее ведется подготовка к операции в глазном центре операций. Оценивается состояние больного (показатели анализов, возраст, психика). Устанавливается возможность больного купить хрусталик более высокого качества, дорогие лекарства, пройти дополнительную платную экспертизу. Больной получает информацию о квалификации медицинского персонала (хирурга, врача, медицинских сестер), технологии лечения и инфраструктуре больницы (комфортность помещений, число коек в палате, питание, наличие аппаратуры для осмотра глаз и проведения операции).

Затем оценивается послеоперационный период (месяц) в домашних условиях. Учитывается физическое и моральное состояние больного после операции; наличие ухода за больным, включая закапывание капель в глаза (четыре раза в день четырех разных видов капель); инфраструктура проживания (палата, температура и шум в помещении).

И далее оценивается участие государства, которое обязывает оформить бюллетень на следующий день после выписки из больницы. Для этого нужно ехать на место работы и в районную поликлинику, а поездки в транспорте противопоказаны. Государство обещает бесплатно обеспечить глазными каплями, но за месяц средства не получить из-за записи на прием к врачу за две недели и очереди в получении бесплатной помощи.

Структурная модель качества процесса лечения. Построим структурную модель качества процесса лечения, используя приведенный сценарий и программные средства *Arbiter* и *Expa*. Модель содержит события (рис. 20), которым присвоены номера, равные нижним индексам соответствующих Л-переменных (Y):

- 1 — качество процесса лечения как итоговое событие;
- 2 — подготовка к операции в районной поликлинике; 6 — проведение анализов по инструкции глазного центра, 7 — приведение в норму уровня сахара в крови и давления;

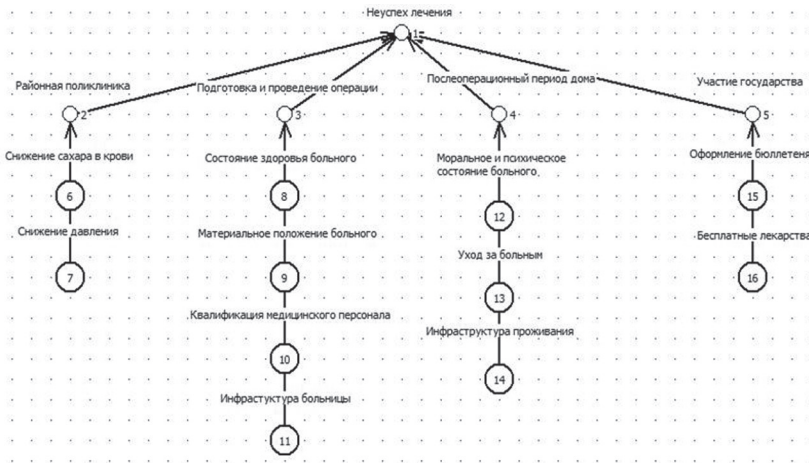


Рис. 20. Структурная модель неуспеха процесса лечения.

3 — подготовка и проведение операции; 8 — состояние здоровья больного; 9 — материальное положение больного; 10 — квалификация медицинского персонала; 11 — инфраструктура больницы;

4 — послеоперационный период в домашних условиях; 12 — моральное и психическое состояние больного; 13 — уход за больным; 14 — инфраструктура проживания;

5 — участие государства: 15 — оформление бюллетеня; 16 — бесплатные лекарства.

Логическая и вероятностная модели качества процесса.

По структурной модели запишем логическую и вероятностную модели неуспеха процесса лечения больного. Введем Л-переменные для событий на рис. 20, подставив вместо номера события переменную Y с нижним индексом номера события. Л-модель качества процесса лечения:

$$Y_1 = Y_2 \vee Y_3 \vee Y_4 \vee Y_5, \quad (98)$$

$$Y_2 = Y_6 \vee Y_7, \quad Y_3 = Y_8 \vee Y_9 \vee Y_{10} \vee Y_{11},$$

$$Y_4 = Y_{12} \vee Y_{13} \vee Y_{14}, \quad Y_5 = Y_{15} \vee Y_{16}. \quad (99)$$

В-модель качества процесса лечения после ортогонализации функций (98—99):

$$P_1 = P_2 + P_3(1 - P_2) + P_4(1 - P_2)(1 - P_3) + P_5(1 - P_4)(1 - P_3)(1 - P_2), \quad (100)$$

$$P_2 = P_6 + P_7(1 - P_6), \quad (101)$$

$$P_3 = P_8 + P_9(1 - P_8) + P_{10}(1 - P_9)(1 - P_8) + P_{11}(1 - P_{10})(1 - P_9)(1 - P_8), \quad (102)$$

$$P_4 = P_{12} + P_{13}(1 - P_{12}) + P_{14}(1 - P_{13})(1 - P_{12});$$

$$P_5 = P_{15} + P_{16}(1 - P_{15}). \quad (103)$$

Вероятности $P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{16}$ оцениваются по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации методом рандомизированных сводных показателей [50].

Анализ и управление качеством процесса лечения. Вероятности инициирующих событий $P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{16}$ приведены в табл. 18 в стб. 2.

Результаты расчета и анализа получены автоматически самим *Arbiter* по рис. 20. Собственно, приведенные выше уравнения (81—86) также построены автоматически самим *Arbiter* и приводятся в автоматически составленном отчете по работе. Вычислена вероятность неуспеха лечения: $P = 0.028287$. В табл. 18 приведены также вклады инициирующих событий 6—16 в риск неуспеха лечения. Вклад события на минус и на плюс вычисляется алгоритмически на В-модели по формулам:

$$-dP_i = P_i /_{pi} - P_i /_{pi=0}; \quad +dP_i = P_i /_{pi=1} - P_i /_{pi}. \quad (104)$$

Таблица 18

**Характеристики инициирующих событий
ЛВ-модели качества лечения**

№ события	Вероятность события, P_i	Вклад события на минус, $-dP_i$
6	0.0003	-0.000292
7	0.0003	-0.000292
8	0.0002	-0.000204
9	0.0090	-0.008825
10	0.0011	-0.001070
11	0.0080	-0.007836
12	0.0019	-0.001849
13	0.0025	-0.002435
14	0.0029	-0.002826
15	0.0021	-0.002045
16	0.0003	-0.000292

Управление лечением заключается в изменении вероятностей наиболее значимых инициирующих событий по их вкладам, путем вложения средств или повышения квалификации персонала.

Модель риска неуспеха процесса лечения логически проста, так как иницирующие события логически связаны с конечным событием только логической операцией *ИЛИ*; в этом случае вклады событий примерно пропорциональны вероятностям самих событий. Однако при другой постановке задачи или других случаях в модели могут быть связи *И*, *ИЛИ*, *НЕТ* и тогда вклады иницирующих событий зависят как от значения их вероятностей, так и места в структурной модели.

Недостатки в процессе лечения: большое число повторных возвратов в центр операций из-за инцидентов в послеоперационный период, некоторый сервис в лечении платный, государство установило неправильные требования к сроку и порядку оформления бюллетеня, а также возможности получения бесплатных лекарств.

4.1.3. Управление качеством процесса обучения студента

Студенты с интересом отнеслись к лабораторным работам по событийному управлению качеством обучения с использованием *Software Arbiter* и *Expa*. В качестве примера выбрана дисциплина «Технологии управления риском».

Сценарий качества процесса обучения студента дисциплине «Технологии управления риском» составляется для выделения событий, построения структурной модели риска, экспертной оценки вероятностей событий. Студент не изучал основы математической логики ни в школе, ни в институте. Не было такой дисциплины, инфраструктуры и специальных *Software*. При изучении дисциплины инфраструктура для обучения дисциплине следующая: компьютерный класс, специальные программные средства, учебное пособие по основам технологии управления риском и методические указания по выполнению лабораторных работ.

Лекции и лабораторные работы по дисциплине проводятся в течение одного семестра. Количество часов на лекции явно недостаточно. Преподаватель может перераспределить часы между лекциями и лабораторными, но это не решает полностью проблему. Студенты в лабораторной работе вводили следующие иницирующие события: низкие стипендии и необходимость подрабатывать, пропуская занятия, недостаток времени на изучение дисциплины. Они отмечали также большую удаленность общежития от института. Возникали также сомнения в целесообразности контрактного обучения.

Структурная модель качества процесса обучения. Построим структурную модель неуспеха обучения, используя приведенный выше сценарий и программные средства *Arbiter* и *Exra*. Модель содержит события (рис. 21), которым присвоены номера нижних индексов, соответствующих Л-переменных:

- 1 — неуспех обучения дисциплине как итоговое событие;
- 2 — подготовка к обучению в школе и на первых курсах института;
- 6 — введение в математическую логику;
- 7 — работа с логико-вероятностными программными средствами;
- 3 — обучение дисциплине «Технология управления риском в экономике»;
- 8 — инфраструктура для занятий: компьютерные классы и специальные программные средства;
- 9 — учебное пособие по технологиям управления риском в экономике;
- 10 — методические указания по выполнению лабораторных работ;
- 11 — количество часов по лекциям и лабораторным работам;
- 12 — низкие стипендии;
- 13 — большое расстояние от института до общежития;
- 4 — работа на предприятии;
- 14 — отсутствие инфраструктуры;
- 15 — новые задачи отсутствуют в проектах;
- 5 — участие государства: 16 — государство в национальном проекте «Цифровая экономика» не предусматривает создание новых знаний и решение новых задач;
- 17 — в реальной экономике на предприятиях и органах государственного управления не знают о новых знаниях и задачах.

Логическая и вероятностная модели качества процесса. По структурной модели запишем логическую и вероятностную модели качества процесса обучения студента. Введем Л-переменные для событий (рис. 21), подставив вместо номера события переменную Y с нижним индексом, равным номеру события. Логическая модель качества процесса обучения студента:

$$Y_1 = Y_2 \vee Y_3 \vee Y_4 \vee Y_5, \quad (105)$$

$$Y_2 = Y_6 \vee Y_7, \quad Y_3 = Y_8 \vee Y_9 \vee Y_{10} \vee Y_{11} \vee Y_{12} \vee Y_{13}, \quad (106)$$

$$Y_4 = Y_{14} \vee Y_{15}, \quad Y_5 = Y_{16} \vee Y_{17}. \quad (107)$$

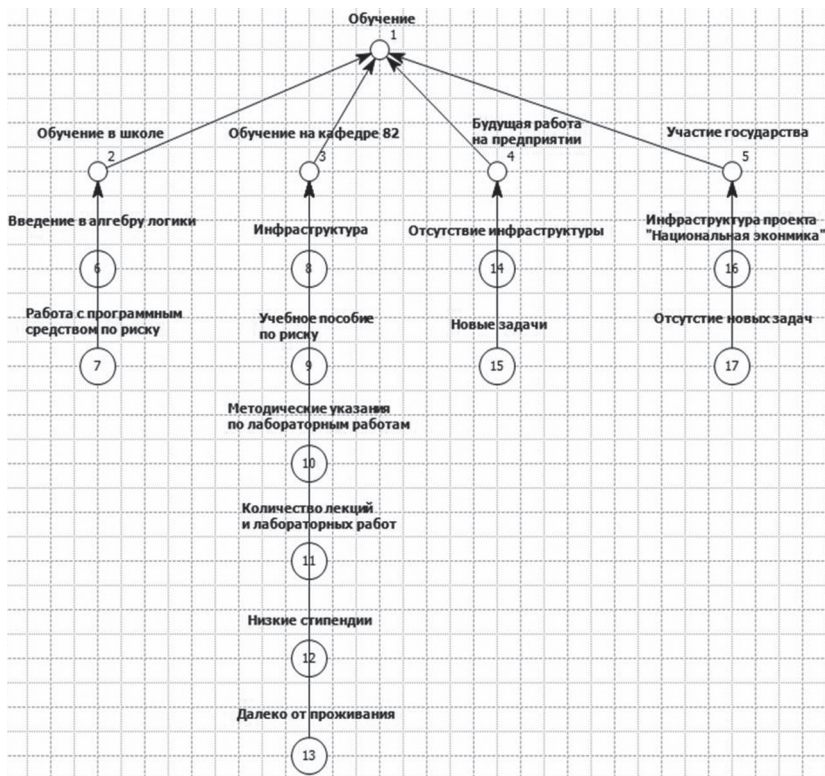


Рис. 21. Структурная модель неуспеха процесса обучения.

Логические функции (88—90) в эквивалентной ортогональной форме:

$$Y_1 = Y_2 \vee Y_3 \overline{Y_2} \vee Y_4 \overline{Y_3} \overline{Y_2} \vee Y_5 \overline{Y_4} \overline{Y_3} \overline{Y_2}, \quad Y_2 = Y_6 \vee Y_7 \overline{Y_6}; \quad (108)$$

$$Y_3 = Y_8 \vee Y_9 \overline{Y_8} \vee Y_{10} \overline{Y_9} \overline{Y_8} \vee Y_{11} \overline{Y_{10}} \overline{Y_9} \overline{Y_8} \vee Y_{12} \overline{Y_{11}} \overline{Y_{10}} \overline{Y_9} \overline{Y_8} \vee Y_{13} \overline{Y_{12}} \overline{Y_{11}} \overline{Y_{10}} \overline{Y_9} \overline{Y_8}; \quad (109)$$

$$Y_4 = Y_{14} \vee Y_{15} \overline{Y_{14}}; \quad Y_5 = Y_{16} \vee Y_{17} \overline{Y_{16}}. \quad (110)$$

Вероятностные модели риска запишутся по функциям (105—107):

$$P_1 = P_2 + P_3(1 - P_2) + P_4(1 - P_2)(1 - P_3) + P_5(1 - P_4)(1 - P_3)(1 - P_2); \quad (111)$$

$$P_2 = P_6 + P_7(1 - P_6), \quad (112)$$

$$\begin{aligned}
P_3 = & P_8 + P_9(1 - P_8) + P_{10}(1 - P_9)(1 - P_8) + \\
& + P_{11}(1 - P_{10})(1 - P_9)(1 - P_8) + P_{12}(1 - P_{11})(1 - P_{10})(1 - P_9)(1 - P_8) + \\
& + P_{13}(1 - P_{12})(1 - P_{11})(1 - P_{10})(1 - P_9)(1 - P_8), \quad (113)
\end{aligned}$$

$$P_4 = P_{14} + P_{15}(1 - P_{14}); \quad P_5 = P_{16} + P_{17}(1 - P_{16}). \quad (114)$$

Анализ и управление качеством процесса обучения. Логические и вероятностные модели и результаты расчета и анализа модели получены автоматически *Arbiter* по структурной модели. Вычисляется вероятность неуспеха обучения по простым формулам и вклады событий в риск неуспеха обучения. Управляют обучением изменением вероятностей наиболее значимых событий по их вкладам, путем вложения средств и повышения квалификации персонала.

Студент, естественно, по аналогии может рассмотреть качество процессов обучения по нескольким или всем дисциплинам, а также построить общую логико-вероятностную модель обучения. Следует помнить, что обучение всем дисциплинам происходит на одной и той же инфраструктуре института и в общей ЛВ-модели появится много повторных событий.

Недостатки в процессе обучения: студент не изучает основы математической логики ни в школе, ни в институте. Количество часов на лекции по дисциплине недостаточно. Низкие стипендии и необходимость подрабатывать, пропуская занятия. Большая удаленность общежития от института. В реальной экономике не знают и не решают новые задачи.

4.1.4. Управление качеством решений министра

Работа человека с высшим образованием связана с управлением (принятием решений). Это может быть инженер или государственный чиновник. Качество жизни «управленца» зависит от его удовлетворенности работой и ее успешности. Рассмотрим, например, работу министра по управлению разработкой и внедрением национального проекта «Цифровая экономика» [14]. Личный успех «управленца» определяет также и успех государства в решении проблемы.

Состояние проблемы. Высокая вероятность неуспеха решения проблемы «Цифровая экономика» определяется недостаточной квалификацией сотрудников государственного аппарата и привлекаемых экспертов.

В мире рост экономики и конкурентоспособность тесно связаны с цифровой экономикой. В продвинутых странах Запада приняты программы «Цифровая экономика» для повышения конкурентоспособности, привлечения клиентов в сферах услуг и торговли. В России также принята национальная программа «Цифровая экономика». Во всех программах не сделан акцент на цифровое управление экономикой и государством, по-видимому, из-за отсутствия соответствующих математических моделей. В управлении по-прежнему используют регулирование и коррекцию, эфемерные концепции и цели, управление осуществляют «по понятиям», путем обещаний и лозунгов, призывов и поручений, мероприятий.

Сбор и обмен информацией через компьютерные сети вряд ли можно назвать цифровым управлением в экономике и государстве, так как не дается ответ, для решения каких новых задач это делается. В России улучшение сервисных услуг по сбору и обмену информацией не повысит эффективность экономики.

Предлагается развитие национального проекта «Цифровая экономика» с введением новых знаний и решением новых задач, направленных на повышение эффективности управления экономикой и государством [37]. В проблеме управления качеством государства и экономики рассматриваются два аспекта: Инфраструктура, Новые задачи.

Цифровая экономика может обеспечить широкое и быстрое внедрение научного направления «Событийное управление качеством экономики и государства» при использовании единого унифицированного комплекса критериев, знаний, моделей, задач и программных средств для моделирования, анализа и управления качеством структурно-сложных систем, объектов и процессов. Национальный проект «Цифровая экономика» плох, как и описанный ранее пример создания компьютерной модели головного мозга. Так было и при реализации государственных программ «Экономика должна быть экономной», «Пятилетка качества», «Ускорение Горбачева». Они не привели к росту экономики. Разработка национального проекта «Цифровая экономика» выполнялась без математических моделей. Главная задача цифровой экономики — повышение эффективности экономики и качества жизни населения — не была сформулирована.

Инфраструктура и мероприятия национального проекта. В национальном проекте «Цифровая экономика» в качестве главной следовало выбрать задачу существенного повышения эффективности экономики и качества жизни населения. Но это-

го не случилось. Исходя из содержания национального проекта его разработка началась с составления обширного списка мероприятий и «распила» (распределения) миллиардных средств, т. е. с построения инфраструктуры «Цифровой экономики» с привлечением многих министерств и институтов (получателей денег).

В мероприятиях по созданию инфраструктуры цифровой экономики планируется: охватить обучением и курсами ускоренного образования несколько миллионов студентов, специалистов и руководителей организаций и органов исполнительной власти; создать десятки центров ускоренной подготовки; выделить многим организациям и учащимся гранты; создать десятки учебно-методических программных комплексов. Руководителями мероприятий являются заместители министров науки и высшего образования, просвещения, экономического развития, цифрового развития, связи и коммуникаций.

Несмотря на впечатляющий перечень планируемых мероприятий с выделением громадных средств, они не вызывают оптимизма и смотрятся как имитация бурной деятельности чиновников и касты ученых-«грантоедов». Они не дают ясности, какие новые задачи будут решаться для управления качеством государства и экономики.

Википедия определяет категорию «мероприятие» как шаг, инициативу, компанию. Это не бизнес-план, не перечень новых задач. Цифровая экономика должна заниматься управлением безопасностью, качеством и эффективностью экономики и государства. Цифровую экономику следует разрабатывать с привлечением ученых и общественного мнения, с введением новых знаний и новых задач. Необоснованная инфраструктура порождает большое число институтов, центров и чиновников.

Новые задачи цифровой экономики. Для постановки новых задач повышения эффективности экономики нужны новые идеи, знания, модели и задачи, способные существенно повысить эффективность экономики и качество жизни населения.

Целью национального проекта может быть только повышение эффективности экономики страны и качества жизни населения. Следует принять единый критерий управления, использовать событийное управление как метод искусственного интеллекта. Создать единый унифицированный комплекс знаний, моделей, задач и программных средств. Нужен также курс дополнительного образования экономистов, менеджеров, студентов и преподавателей по событийному управлению качеством экономики и государства. Нужно определить темы грантов по

развитию теории и приложений. Решить вопросы сертификации моделей и программных средств. Привлечь общественное мнение к контролю работ по реализации цифровой экономики.

Для цифровой экономики сформулированы новые задачи с целью повышения эффективности управления качеством экономики и государства [34]. Теперь можно обоснованно составить перечень мероприятий национального проекта «Цифровая экономика». Поскольку все сделано наоборот, то многие мероприятия национального проекта не нужны или они должны быть изменены. Новыми задачами для проекта являются следующие: моделирование, анализ и управление качеством одной системы; моделирование, анализ и управление качеством объединенной системы из нескольких систем; учет эффекта повторных событий на оценку качества системы; анализ разных исходов подсистем в сложной системе; ЛВ-управление развитием системы; оценка качества систем управления; противодействие взяткам и коррупции; противодействие наркотизации; ЛВ-управление по статистическим данным.

4.1.5. Управление качеством жизни ученого

Изложим сценарий управления качеством процессов жизни одного ученого на последовательности этапов. Не будем приводить структурные, логические и вероятностные модели качества процессов жизни ученого, которые записываются по аналогии с управлением качеством процессов лечения и обучения.

Аспирантура. Путь в большую науку в ИПМаш РАН не был простым. До поступления в аспирантуру ЦНИДИ (Ленинград, 1965 г.) работал инженером-испытателем поршневых двигателей на заводе. Научная среда и инфраструктура в ЦНИДИ были хорошими. Защитил диссертацию в 1967 г. Экспериментом установил причину поломки синхронизирующего механизма свободно-поршневых компрессоров. Оказалось, что поршни совершают не только возвратно-поступательное, но и возвратно-колебательное движение. Компрессоры использовали военные объекты, и их поломки имели большие последствия. Две государственные комиссии с участием академиков не могли установить причину поломок. Для экспериментальных исследований был создан токосъем от тензодатчиков подвижных поршней.

С 1964 г. программировал и работал на первой отечественной промышленной ЭВМ «Урал-2». После аспирантуры оставлен работать начальником Вычислительного центра ЦНИДИ. Из-за

проблем с жильем по приглашению уехал в г. Горький на завод «Двигатель Революции», занял должность начальника вычислительного центра. Работа была непростой. ЭВМ «Минск-22» работала до сбоя менее часа. Обстановка на заводе и инфраструктура были хорошие. Основной задачей был расчет ежедневной заработной платы нескольких тысяч рабочих. Сотрудниками (Ю. Батраков, Ю. Шанин) были защищены две диссертации по двигателям. Первая — по идентификации рабочего процесса двигателя по индикаторной диаграмме и вторая — по моделированию волновых процессов в выпускном коллекторе газового двигателя.

В 1972 г. по приглашению переехал в г. Сумы во Всесоюзный научно-исследовательский институт компрессорного машиностроения работать в должности заведующего отделом Автоматизированных систем управления (АСУ). Занимался инженерными и экономическими задачами. Была разработана не синхронная цифровая запись быстроизменяющихся периодических процессов (диссертация В. Маляренко) с использованием бортового накопителя данных. Это позволило автоматизировать запись процессов в поршневых машинах с высокой точностью.

Построили минимальный типоразмерный ряд поршневых компрессоров отрасли. Создали систему диагностирования энергетического оборудования подводных лодок по заказу военных. Для химических комбинатов (г. Сумгаит, Азербайджан и г. Мозырь, Белоруссия) определили износы цилиндро-поршневых групп компрессоров. Износы определяли идентификацией по индикаторным диаграммам в цилиндрах компрессоров.

В «Пятилетке качества» качество продукции определяли сравнением с аналогом. Нами (диссертация Л. С. Евко) была предложена методика объективной оценки качества по многомерному распределению вероятностей показателей всего класса компрессоров, выпускаемых в мире.

В 1978 г. опубликовал монографию «Кибернетические методы при создании поршневых машин» (М.: Машиностроение), в которой рассматривался интегрированный подход, включающий в себя проектирование, испытания и диагностирование [48].

В 1983 г. защитил докторскую диссертацию в Институте кибернетики (г. Киев) при поддержке академика В. И. Скурихина [22]. Тема диссертации — «Основы построения систем автоматизированной доводки сложных объектов машиностроения». В работе объяснялось, почему крупные институты и предприятия страны не смогли за 15 лет справиться с созданием свободно-поршневых двигателей и компрессоров. В стандартах не

было записано, что ошибки при создании сложных технических и экономических объектов и систем неизбежны и необходимы доводочные испытания с целью их поиска и устранения.

После образования ИПМаш РАН переехал в Ленинград в 1986 г. Поступил в институт с рекомендациями заведующего отделом ЦНИДИ проф. Н. Н. Иванченко и начальника кафедры Военно-морской академии проф. И. А. Рябинина. Моя лаборатория «Интегрированные системы автоматизированного проектирования» (ИСАПР) была создана в 1987 г., в ней занимались автоматизацией проектирования, испытаний, диагностирования и управления безопасностью и качеством.

Моя докторская диссертация привлекла внимание специалистов. В первый же год работы в ИПМаш РАН были заключены договоры с НПО «Энергия» (Воронеж), ВАЗ (Тольятти), КАМАЗ (Набережные Челны), ГАЗ (Горький). Несмотря на успешность договорной работы, процветание скоро закончилось. Случился экономический обвал 1998 г. В стране практически перестали создавать новую технику. Некоторые сотрудники лаборатории уехали за границу. Встал вопрос, как выжить. Дал задание молодым сотрудникам написать сценарий, как разоряется банк, как взрывается атомная электростанция, как тонет подводная лодка и др. Сотрудники несли ересь несусветную, но проглядывались и правильные мысли. Так начались исследования в экономике по оценке кредитных рисков банков на основе алгебры логики, ЛВ-исчисления и ЛВ-моделей риска.

В Санкт-Петербурге проходил Международный банковский конгресс. Мы представили стенд по кредитным рискам. Информационные материалы разошлись по странам. После конгресса получил приглашение от Университета Франкфурт-на-Одере (Германия) посетить их как визит-профессор в течение двух месяцев. В совместной работе удалось сделать не все. Задача кредитного риска оказалась самой трудной из десятка задач, которые были решены позже. Возникли новые задачи для математиков: идентификация модели с сотней коэффициентов, удаление некорректных данных.

ЛВ-модель показала лучшее распознавание хороших и плохих кредитов примерно в 2.5 раза по отношению к другим методиками. Но наши модели стали не нужны в стране. Банки компенсировали свой кредитный риск за счет клиентов. Банки используют непрозрачные худшие методики и программы, купленные Центральным Банком на Западе, которые имеют сертификаты. Нашу модель они не могут взять, так как аудит

Центрального Банка запрещает использовать методики без сертификата. Получение сертификата стоит дорого. Ее должен организовать Центральный Банк.

Последовали приглашения от университетов Японии и Швейцарии. В Японии я работал в Университете Киото по приглашению профессора Хиромицу Кумамото. Совместная работа заключалась в исследовании моделей кредитного риска. Удивило, что ученые университета не бегают за договорами, а к ним стоит очередь заказчиков.

В Швейцарии в Университете Лугано работал по приглашению ректора университета профессора Джованни Барон-Адези. Совместная работа проводилась по банковским рискам. Произвели впечатление организация и проведение международной конференции по экономике и занятия со студентами, которым перед лекцией раздавали ее текст.

Академик К. В. Фролов в 1999 г. принял решение проводить международные научные конференции «Моделирование и анализ безопасности и риска сложных систем» на базе ИПМаш РАН. Руководство технической секцией взял на себя И. А. Рябинин, а мне досталась экономическая секция. Конференции проводились ежегодно с 2000 по 2019 г.

В 2005—2012 гг. по рекомендации академика Н. Ф. Морозова включен в работы по гранту «Безопасность сложных объектов в промышленности», выполняемых под руководством чл.-корр. РАН Н. А. Махутова. Финансовая поддержка позволила создать новые методики и опубликовать две книги на русском и английском языках.

Первый директор института — Булатов Владимир Павлович — производил приятное впечатление. Чувствовалось умение работать с людьми и слышать их. Он инициировал присвоение мне и еще трем сотрудникам звания «Заслуженный деятель науки РФ» в 1999 г.

Лаборатория ИСАПР сотрудничает с ГУАП и СПИИ РАН. В ГУАПе, в Институте технологий предпринимательства, работаю профессором, читаю лекции по технологиям управления риском, провожу лабораторные работы на компьютерах, руководжу дипломными работами. В СПИИ РАН состою членом Ученого совета по защите диссертаций по информационным технологиям. За время работы в ИПМаш РАН опубликовал 8 книг, из которых 3 на английском языке, и около 300 научных статей, из них 20 с индексом *Scopus*. Под моим руководством подготовлено восемь диссертаций.

По направлению «Искусственный интеллект в управлении качеством экономики и государства» были изданы восемь книг на русском и английском языках.

Основное требование к системам — их безопасность и качество. Однако в экономике во всем мире приоритетом стал неограниченный рост экономики и прибыль, а не качество жизни. Для прибыли нет математической модели. Для управления экономикой используются не математические модели, а коррекция, регулирование, «управление по понятиям», «ручное управление» и мероприятия, что приводит к коррупции. Событийное управление в экономике и государстве является методом искусственного интеллекта на основе алгебры логики и ЛВ-исчисления. Введены новые объекты, критерии, знания, модели, задачи и специальные Software.

Одновременно вышли моя книга «Management of Socioeconomic Safety» (Cambridge Scholars Publishing, 2017) и книга доцента Оксфордского университета Кейт Рэйуорт «Doughnut Economics». Кейт считает ошибочной концепцию неограниченного роста экономики и предлагает экономику, в которой главное место занимает качество. Для ее экономики нами построена ЛВ-модель.

Благодаря публикациям приглашен редактором специальных выпусков престижного журнала «Управление и анализ риска» (*IJ RAM*). Уже вышло три специальных выпуска.

Цифровая экономика хорошо сопрягается с управлением экономикой и государством на основе искусственного интеллекта, новых знаний и решения новых задач. Событийное управление отличает комплексность, междисциплинарность, новизна математического аппарата, использование новых знаний, большая арифметическая и логическая вычислительная сложность, использование специальных Software. Результаты отдельных исследований позволяют написать статью, диплом, диссертацию, но массовое использование искусственного интеллекта в событийном управлении экономикой и государством может обеспечить только цифровая экономика с унифицированным комплексом знаний, моделей, задач и Software.

4.1.6. Управление качеством жизни предпринимателя

По данным газеты «Аргументы недели» (статья Дениса Терентьева от 16 сентября 2020 г.), прошло пять лет, с тех пор как власти официально признали, что миллионы россиян — люди-невидимки и заняты чем-то неизвестным. В 2015 г. сотрудни-

ки Высшей школы экономики насчитали 17—18 млн нелегальных иммигрантов. Это почти половина трудоспособного населения страны. Во всем мире половина рабочей силы не платит налоги. Но имеют значение причины теневой экономики, ее структура и особенности. И здесь у России, как всегда, уникальный путь.

Две трети из 2.5 млн российских предприятий малого и среднего бизнеса официально имеют не более двух сотрудников. Неудивительно: налоговая нагрузка на фонд оплаты труда вдвое выше среднемировой. 25 млн россиян получают зарплату наличными в конверте, и договор об условиях является устным.

Возражения государственного деятеля против налогов понятны и предсказуемы. Нужно поддерживать армию и полицию. Бесплезно искать решение проблемы теневой занятости в давлении на совесть фискальных чиновников и налогоплательщиков. Удобнее представить, что ни у того, ни у другого нет совести. В конце концов, производственные отношения далеки от романтики. Основным критерием неформальной занятости является отсутствие регистрации в качестве юридического лица. Тысячи бывших колхозников из-за отсутствия работы живут натуральным хозяйством — огородами. Например, в Вологодской области есть болота с клюквой, которую можно продать. Целые деревни, где на сотню миль нет работы, два месяца не выползают из леса. А остальные десять месяцев живут на заработанные деньги. В других регионах похожая история с черникой или грибами.

В городах тысячи программистов, фотографов, бухгалтеров и журналистов хранят свои трудовые книжки дома. Но большинство тех, кто занят в неформальном секторе, живут в гаражах, где ассортимент продукции, производимой в них, обычно ассоциируется с профилем ближайшего завода.

Государство предлагает грубые меры по вовлечению теневого сектора в правовое поле. Гаражи и частники не получают нормальной правовой защиты и ссуд. Они хотели бы работать на своей земле, а не собирать клюкву в лесу. Но тогда нужно сломать привычную систему кормления чиновников за счет бизнеса. Государство на это не идет. Точно так же нет реальной борьбы с теневым сектором. С падением доходов населения наблюдается бум потребительского кредитования. Люди берут новые ссуды, чтобы погасить старые. Большая доля приходится на проблемные кредиты. В США и странах ЕС процент ипотечных кредитов составляет 3.5—4.0, а в России — 8—9 %. Банки в России чаще всего поддерживаются государством, которое эф-

фактивно уничтожает частных конкурентов с помощью административного ресурса.

Что делать государству, если его экономика не росла 10 лет? Там, где население становится беднее из-за роста цен, предприятия попадают под налоговые маневры и теряют доступ к иностранным рынкам? Есть пример Китая, как развивать потребительский спрос за счет кредитования. В нашей стране доведенные до отчаяния люди потеряли шанс вернуть долги и только мечтают разрушить систему, которая их породила. У половины населения денег хватает только на еду и одежду. Две трети российских семей вообще не имеют сбережений. А средний класс практически исчез. Результаты исследования одного из швейцарских банков таковы: в России всего 4.1 % граждан можно отнести к среднему классу. На Западе, в отличие от России, к среднему классу, все без исключения, относятся пенсионеры.

Параллельно с гневом, выраженным в попытках запретить бесплатную рыбалку, сбор грибов, ягод и хвороста, депутаты проголосовали за право самых богатых людей России вообще не платить налоги, выводя бизнес в офшоры. И ни один из них не предлагает обсуждать законы против расширяющейся пропасти между богатыми и бедными. Средний класс исчезает, бедняки переходят на натуральное хозяйство, и в это же время Россия занимает третье место в мире по количеству миллиардеров.

4.2. Приложения моделирования качества жизни человека

Проблема событийного управления качеством жизни человека является новой и важной для повышения эффективности экономики и государства [45]. Она решается большим числом людей разных профессий по следующим приложениям:

- 1) управление качеством личной жизни;
- 2) управление качеством экономики и государства (города, региона) «снизу»;
- 3) управление развитием и мотивацией персонала компаний и предприятий;
- 4) управление логически объединенным сложным процессом;
- 5) управление выходом процессов жизни человека из стагнации.

Сотни математических моделей процессов их жизни, разработанные, исследованные и опубликованные самими пред-

принимателями, позволили бы общественному мнению дать аргументированную оценку качества управления экономикой и государством.

4.2.1. Управление качеством жизни человека

Управление качеством жизни человека представлено управлением процессами его лечения, обучения и принятия решений. События в этих процессах, связанные с состоянием человека и инфраструктурой, обозначим L -переменными; в L -модели качества жизни человека логические переменные связаны логические операции *AND*, *OR*, *NOT*. Процессами качества жизни человека моделирует, анализирует и управляет сам человек. Разные процессы можно логически объединять и исследовать.

Строятся сценарии и структурные, логические и вероятностные модели качества процессов лечения больного, обучения студента дисциплине, принятия решений министром, управления качеством жизни ученого, управления качеством жизни предпринимателя. В общем виде получить решения невозможно из-за множества людей, болезней, учебных дисциплин, сфер деятельности. Поэтому описаны модели и примеры для реальных людей, которые разрабатывали модели управления качеством процессов своей жизни.

В экономике управление производственными и организационными системами и процессами осуществляют, выделяя ресурсы, повышая квалификацию персонала и проводя реформы. В управлении процессами качества жизни человека речь может идти об усилиях и средствах самого человека. Участие человека в управлении качеством своей жизни заключается в построении модели управления процессом своей жизни по критерию качества при консультации врача, преподавателя или руководителя.

Анализ и управление качеством процесса лечения. Результаты расчета и анализа получают автоматически на *Arbiter* по рис. 20. Собственно, приведенные выше уравнения (98—103, 105—114) также построены автоматически самим *Arbiter* и приводятся в автоматически составленном отчете по работе. Вклад события на минус и на плюс вычисляется алгоритмически на V -модели (104). Управление лечением заключается в изменении вероятностей наиболее значимых инициирующих событий по их вкладам путем вложения средств или повышения квалификации персонала.

Модель риска неуспеха процесса лечения логически проста, так как инициирующие события логически связаны с конечным событием только логической операцией *ИЛИ*; в этом случае вклады событий примерно пропорциональны вероятностям самих событий. Однако при другой постановке задачи и объединении нескольких процессов в один появятся связи *И*, *ИЛИ*, *НЕТ*, повторные элементы, и тогда вклады инициирующих событий зависят как от значения их вероятностей, так и места в структурной модели.

4.2.2. Управление качеством экономики и государства (региона) «снизу»

Таким образом, нами были также построены и исследованы модели событийного управления качеством жизни больного, студента, ученого, министра и предпринимателя [61]. Приведем выявленные недостатки в управлении инфраструктурой, экономикой и государством.

Недостатки процесса лечения по оценке больного. Большое число повторных возвратов в центр операций из-за инцидентов в послеоперационный период, некоторый сервис в лечении платный, государство установило неправильные требования к сроку и порядку оформления бюллетеня, а также возможности получения бесплатных лекарств.

Недостатки процесса обучения дисциплине «Технология управления риском в экономике» по оценке студента. Студент не изучает основы математической логики ни в школе, ни в институте. Количество часов на лекции по дисциплине недостаточно. Низкие стипендии и необходимость подрабатывать, пропуская занятия. Большая удаленность общежития от института. В реальной экономике не знают и не решают новые задачи.

Недостатки процесса управления разработкой министерством цифровой экономики по оценке исследователя. Разработали большой комплекс мероприятий для разных министерств, служб и учебных заведений («распил» средств) и не сформулировали новые задачи для повышения эффективности экономики [35]. Поскольку этого не сделано, то многие мероприятия национального проекта «Цифровая экономика» не нужны или должны быть изменены. Новыми задачами для проекта являются следующие: моделирование, анализ и управление качеством одной системы; моделирование, анализ и управление качеством объединенной системы из нескольких систем; учет

эффекта повторных событий на оценку качества системы; анализ разных исходов подсистем в сложной системе; ЛВ-управление развитием системы; оценка качества систем управления; противодействие коррупции и наркотизации и др.

Недостатки процесса управления наукой Министерством высшего образования и Российской академией наук по оценке ученого. Новые веяния крайне неблагоприятны. Навязывался Болонский процесс подготовки экономистов, в программах которого нет ни слова о коррупции, взятках, мошенничестве, воровстве, офшорах. ФАНО лишило ученых возможности сотрудничества с иностранными учеными, обязав подавать заявку на грант и проводить международную научную конференцию в течение трех месяцев. Иностранному ученому должен заранее, за год, заказать деньги, транспорт, гостиницу. Требование оценивать качество работы ученых по количеству публикаций в журналах с индексом *Scopus* — чисто канцелярское и вредительское. Теперь ученый больше думает не о том, как внедрить в стране свои научные результаты, а как опубликовать их на Западе для западных экономик и производств. Сложные проблемы всегда являются комплексными, на стыке разных наук. Любая проблема сопрягается с экономикой, однако наука измельчала, появились сотни новых институтов, отделений, комитетов и комиссий, главных и генеральных директоров, начальников, помощников, консультантов и замов. Возникла секта «грантоедов». В экономической и социальной науке обнаружилось несколько тысяч плагиатов диссертаций. Теперь эти так называемые ученые заняли должности, стали главными редакторами научных журналов и ведущими советниками, экспертами и менеджерами. Заявки на гранты на стыке наук поддержки не получают.

Недостатки процесса предпринимательства по оценке аналитика. Российская экономика затаилась в «офшорных гаванях». Вывоз прибыли и активов в офшоры и действия мировых спекулянтов есть трагедия развития предпринимательства. Страна находится на четвертом месте в рейтинге стран по доле ВВП в офшорах (46 %). По оценкам аналитиков фондового рынка, на иностранных инвесторов приходится около 70 % акций российских компаний. Офшорная регистрация на подставных лиц решает для незаконного бизнеса несколько проблем: значительное снижение налогообложения, предприятиям в РФ гарантируется международная защита, что позволяет скрыть настоящего собственника, исключает преследование преступ-

ных капиталов. Особого внимания требует решение ключевой проблемы бизнеса — необходимости конкуренции. Конкуренция решает также проблемы инноваций и инвестирования. Если частник выводит деньги из страны, значит, с конкуренцией в ней не очень хорошо. Если по телевизору мы постоянно видим спецназ в офисах политически несознательных бизнесменов — это плохой знак. Государство не ослабляет контроль за бизнесом, а наращивает его. В итоге конкуренция практически ликвидируется. Предприниматель в этих условиях не извлечет ничего положительного из математической модели качества своей жизни.

Таким образом, в каждом исследовании качества жизни самим человеком выявляются некоторые недостатки в управлении экономикой и государством, и это дает информацию для управления качеством экономики и государства «снизу». Его осуществляет общественное мнение, обобщая результаты многих задач управления качеством своей жизни разными людьми. Управление «снизу» является также обратной связью с управлением «сверху».

В управлении качеством процессов жизни человека можно выделить несколько этапов с их целями, задачами, взаимодействием с коллегами, инфраструктурой и уровнем жизни общества. Все этапы с количественной оценкой качества этапа и вкладов иницилирующих событий важны для ответа на вопрос, устранены ли выявленные недостатки в управлении экономикой и государством. Наибольшую ценность представляют моделирование, анализ и управление на последнем этапе процесса.

В новом подходе к управлению экономикой и государством «снизу» крупницы реального личного опыта в реальных проектах многих людей, изложенные в публикациях и в интернете, могут быть использованы общественным мнением для предложений по решению нерешенных проблем. Общественное мнение заставит правительство решать проблемы в интересах повышения качества жизни населения. Предлагаемый подход относится ко всем странам, население которых заинтересовано в повышении уровня жизни и качества управления экономикой. Населению не следует рассчитывать на умных и порядочных правителей и чиновников. Каждый может вложить свой реальный опыт в решение проблем и обеспечить обратную связь в управлении экономикой и государством.

Предлагаемый событийный подход к управлению качеством избавляет от множества бесполезных мероприятий и миллиард-

ных вложений средств со стороны президента и правительства. Создается также достойная сфера деятельности для общественного мнения, которое оценит и обобщит результаты многих личных реальных исследований по качеству процессов жизни и сделает предложения «снизу» для повышения эффективности управления экономикой и государством.

4.2.3. Управление развитием и мотивацией персонала

Актуальность проблемы повышения эффективности обучения персонала на предприятиях представляет большой интерес. Это связано с тем, что ранее конкурентное преимущество одной компании перед другой рассматривалось с технической точки зрения. Понималось обладание эксклюзивной технологией подбора или автоматизированной базой данных кандидатов. На сегодня развитие технологий доступно каждой организации, а на первый план выходят сотрудники и человеческие ресурсы, обладающие высоким уровнем знаний и профессионализма.

Актуальность темы работы: стимулирование и мотивация человеческого ресурса — важнейший элемент системы управления персоналом в организации, от которого зависит не только заинтересованность работников в улучшении результата своего труда; уровень эффективности мотивации напрямую коррелирует с основными результатами финансово-хозяйственной деятельности организации, что определяет актуальность темы исследования.

Поэтому необходима разработка моделей развития и мотивации персонала компании или предприятия для оценки качества его производственной деятельности. Это в большой мере позволило бы выявлять и устранять недостатки как в деятельности персонала, так и в качестве самого предприятия.

4.2.4. Управление логически объединенным сложным процессом

Следует оценивать и анализировать разные исходы (успех, неуспех) подсистем объединенной системы [13, 19]. Запишем возможные исходы Y_c объединения двух процессов жизни человека Y_1 и Y_2 (верхний штрих при логической переменной означает отрицание):

- 1) $Yc = Y_1 \vee Y_2$;
- 2) $Yc = Y_1 \wedge Y_2$;
- 3) $Yc = Y_1' \wedge Y_2$; (115)
- 4) $Yc = Y_1 \wedge Y_2'$;
- 5) $Yc = Y_1' \wedge Y_2'$.

4.2.5. Управление выходом процессов жизни человека из стагнации

По аналогии с изложенной выше методикой выхода экономики страны (региона, города) из стагнации рассматривается управление выходом из стагнации процессов качества жизни человека с получением количественных оценок успеха и вкладов влияющих событий. То же самое относится к таким организациям и учреждениям, как футбольный клуб, театр, институт и т. д. Здесь также строят структурную модель управления процессом выхода из стагнации: ось ординат — значения критерия неуспеха R , $A-B$ — планируемая траектория изменения критерия неуспеха, этапы выхода $j = 1, 2, \dots, n$. Переменные Z, U, W и их компоненты представляются событиями и Л-переменными. Вычисляют критерий R на каждом этапе, анализируют вклады событий-показателей и управлений в неуспех экономики. В управлении процессом выхода из стагнации определяют значения Z на этапах n . Управления U, W требуют затрат усилий самого человека и средств.

4.3. Общественное мнение в управлении экономикой «снизу» и «сверху»

В п. 4.1. и 4.2 гл. 4 «Событийное управление качеством жизни человека» рассмотрены постановка и решение проблемы управления качеством жизни человека на примерах лечения, обучения и принятия решений.

Крупницы реального личного опыта в реальных проектах многих людей, изложенные в публикациях и в интернете, могут быть обобщены общественным мнением для нерешенных проблем, которое заставит правительство решать их в интересах повышения качества жизни населения. Предлагаемый подход относится ко всем странам, население которых заинтересовано

в повышении уровня жизни и качества управления экономикой. Население может надеяться на умных и порядочных чиновников, но каждый может изложить свой реальный опыт в решении проблем и обеспечить обратную связь в управлении экономикой и государством, т. е. управление «снизу».

Лауреат Нобелевской премии Дж. Бьюкенен показал, что правительство при управлении «сверху» склонно сотрудничать с коррупцией и преступностью, так как у него нет ресурсов и кадров для решения всех проблем. Необходимы усилия общественного мнения (в лице оппозиции, демократии, газет и телевидения), чтобы заставить правительство работать в интересах общества. Общественное мнение может выражаться также в виде социологических исследований, депутатских запросов, демонстраций и др.

Управление качеством экономики и государства «снизу» осуществляется общественным мнением на основе обобщения результатов многих исследований отдельных людей качества своей жизни: лечения, обучения и принятия решений. Эти исследования выявляют недостатки управления в государстве и экономике. Обобщить результаты исследований может общественное мнение в лице оппозиции, демократии, телевидения и др. Оно контролирует органы власти и бизнес, чтобы заставить их работать в интересах общества. Государство не может справиться с этим. Каждое исследование по управлению качеством жизни даже одного человека (лечение человека, обучение студента, решения министра, ученого и предпринимателя) позволяет сделать выводы о недостатках системы управления экономикой и государством. Обобщить выводы многих исследований может только общественное мнение.

Выявленные недостатки управления качеством различных процессов жизни человека общественное мнение использует для давления на правительство с целью их исправления. Это и есть управление качеством экономики и государства «снизу».

В гл. 3 «Управление качеством экономики и государства „сверху“» была рассмотрена постановка и решение трудной социально-экономической проблемы с помощью гибридной ЛВ-модели риска на примере системы противодействия коррупции и взяткам. Здесь само общественное мнение выступало как событие-субъект, решающий проблему. В этом и других примерах [31, 58] показано, что без ученых и общественного мнения насущные социально-экономические проблемы не могут быть успешно решены.

Предлагаемый подход избавляет от бесполезных мероприятий и миллиардных вложений средств со стороны президента и правительства. Он предоставляет достойную сферу деятельности общественному мнению, которое оценит и обобщит результаты многих личных реальных исследований и закажет исследования по качеству процессов жизни выдающимся представителям науки, культуры и производства. Отметим также, что подход хорошо согласуется с целями и содержанием цифровой экономики. Следует также использовать принципы китайской науки управления, в которой ценится умение признавать и исправлять ошибки, постоянное внимание к улучшению жизни населения, учет общественного мнения, поддержка движений за социальную справедливость [39].

Настоящая работа, посвященная новому научному направлению в экономике и экономической науке — событийному управлению качеством экономики, государства и жизни человека, не могла детально изложить все аспекты проблемы. Работа кратко и структурированно излагает основные положения нового научного направления в экономике для облегчения их усвоения экономистами. Некоторые аспекты проблемы изложены в публикациях автора и известных ученых [3, 9, 16, 23, 25, 27, 28, 41, 42, 44, 47, 51, 52, 53].

4.4. Цифровая экономика в событийном управлении качеством экономики, государства и жизни человека

Событийное управление отличает комплексность, междисциплинарность, новизна математики, использование новых знаний, большая арифметическая и логическая вычислительная сложность, специальные Software. Естественно, имеются трудности в освоении. Цифровая экономика за счет автоматизации и унификации снимает эти трудности. Она обеспечивает массовое решение новых задач управления качеством экономики и государства [35, 61].

Событийное управление, являясь методом искусственного интеллекта, изменяет технологию разработки и содержание ежегодных и долгосрочных государственных и региональных программ.

Исходя из примеров в технике, оценка при проектировании надежности системы электроснабжения атомной подводной

лодки (правого и левого борта от четырех различных источников турбины, дизели, аккумуляторные батареи с резервированием обеспечения токов разных потребителей и функций) имеет астрономическую логическую и вычислительную сложность. Эта оценка крайне актуальна и обязательно выполняется [17]. Такая же ситуация существует для оценки надежности титановых и магниевых электрометаллургических комбинатов [6], где обесточивание печей в течение 15 минут ведет к полному выходу предприятия из строя.

Необходимость таких вычислений существует также для оценки качества проектов развития и управления экономикой всей страны и группы отраслей. Логическая и арифметическая сложность здесь возникает из-за повторных событий (инфраструктуры, законов и ограничений и др.) во многих системах. Системы управления в экономике и государстве имеют большое число показателей и комбинаций возможных решений. Ортогонализация Л-функции, логические и арифметические вычисления имеют большую вычислительную сложность и для реальных систем возможны только при использовании специальных программных средств. Для решения новых задач в экономике и государстве следует использовать созданные *Software Arbiter* и *Expa* [20, 26, 29, 39], имеющие сертификаты.

Arbiter используется для автоматизированного моделирования качества структурно-сложных технических и экономических систем. Реализует технологию автоматизированного структурно-логического моделирования сложных систем. Разработан в 2003 г., аттестован Ростехнадзором РФ в 2007 г. *Arbiter* используют более 30 организаций, в том числе 12 высших учебных заведений, которым поставляется в сетевой версии на 15 рабочих мест на льготных условиях.

Arbiter поддерживает широкий спектр методов анализа надежности и безопасности сложных технических систем, что позволяет использовать его для решения различных задач: от простых, решаемых в рамках образовательных программ вузов, до сложных задач анализа объектов использования атомной энергии и опасных производственных объектов. Непрерывно совершенствуется, является самым востребованным в РФ программным средством для анализа надежности и безопасности систем и процессов, соответствует требованиям международных и отечественных стандартов.

Зарегистрирован в реестре российского программного обеспечения Минкомсвязи (№ 2970, Приказ Минкомсвязи России

от 09.03.2017 № 103), что позволяет использовать его в государственных и муниципальных учреждениях, которым запрещена закупка иностранного программного обеспечения.

Компания СПИК СЗМА оказывает неограниченную техническую поддержку пользователей, включая решение конкретных практических задач. Организует и проводит обучение специалистов по вопросам использования *Arbiter* в различных областях промышленности, в учебной и научно-исследовательской деятельности.

Эхра используется для автоматизированного синтеза вероятностей событий-высказываний. Вероятности событий-высказываний оценивают по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации методом сводных рандомизированных показателей [57]. Эксперт не может дать точную оценку вероятности одного события-высказывания. Он сделает это точнее и объективнее, если будет оценивать 3—4 альтернативные гипотезы. Методика синтеза вероятности события по экспертной информации подробно изложена в п. 2.3.

Полученные в работе результаты в совокупности с названными специальными программными комплексами можно рассматривать как единый универсальный комплекс знаний, моделей, задач и Software для событийного управления качеством экономики, государства и жизни человека, создания соответствующего курса обучения студентов и использования для разработки программ развития и исследований в экономике и коммерческого распространения.

Глава 5

Обеспечения событийного управления экономикой и государством «сверху» и «снизу»

Описаны информационное и методическое обеспечения событийного управления экономикой и государством: курс дополнительного образования, основы логико-вероятностного исчисления, технология логико-вероятностного моделирования риска, связь событийного управления качеством экономики, государства и цифровой экономики.

5.1. Курс дополнительного образования

Курс дополнительного образования «Событийное управление безопасностью и качеством в экономике государства» разработан для экономистов и преподавателей. Проводятся лабораторные работы на специальных программных средствах. Курс апробирован при обучении студентов экономического факультета ГУАП.

Темы лекций:

1. Управление в экономике и выход из критического состояния.
2. Событийное управление как метод искусственного интеллекта.
3. Сведения из алгебры логики и ЛВ-исчисления.
4. Основы событийного управления в экономике.
5. Новые критерии и объекты управления в экономике.
6. Новые знания в управлении экономикой.
7. Событийное управление качеством развития системы для выхода из стагнации.
8. Новые задачи в управлении экономикой.
9. Управление качеством процессов жизни человека.
10. Управление качеством лечения человека.
11. Управление качеством обучения студента.

12. Управление принятий решений ученым.
13. Управление качеством решений министра.
14. Управление качеством решений предпринимателя.
15. Специальные программные средства для управления качеством экономики и государства.

Темы лабораторных работ по курсу на *Arbiter* и *Exra*:

1. Моделирование одной системы.
2. Моделирование большой системы из нескольких подсистем.
3. Неудача выбора президента.
4. Неудача противодействия коррупции.
5. Неудача противодействия наркомании.
6. Неудача Министерства здравоохранения.
7. Неудача Министерства образования.
8. Неудача предприятия или компании.
9. Управление системой инноваций.
10. Оценка рейтингов автомобилей, компьютеров, университетов и др.
11. Риск падения курса валюты.
12. Риск падения цены на нефть.
13. Неудача получения диплома.
14. Риск политической нестабильности в стране.
15. Риск экономической нестабильности в стране.
16. Синтез вероятности события одним и несколькими экспертами.
17. Событийное управление развитием системы для выхода из стагнации.
18. Управление качеством процесса жизни руководителя.
19. Управление качеством процесса жизни студента.
20. Управление качеством процесса жизни больного.

5.2. Логико-вероятностное исчисление

Изложены основные положения логико-вероятностного исчисления: сведения из алгебры логики, ортогонализация логических функций, логико-вероятностный анализ риска, логическое сложение вероятностей и арифметическое сложение весов.

5.2.1. Сведения из алгебры логики

Для исследования и решения многих вопросов, возникающих в управлении безопасностью и качеством структурно-сложных систем, необходимы знания из алгебры логики. Алгебра логи-

ки — это раздел математической логики, изучающий логические операции над высказываниями [13, 19, 30, 57]. Основоположителем алгебры логики является Джордж Буль, впервые применивший алгебраические методы для решения логических задач.

Логические операции позволяют из нескольких высказываний образовывать новые высказывания. В алгебре логики, где интересуются лишь *истинностным значением* (истинностью или ложностью) высказываний, исследуется вопрос об истинностном значении сложного высказывания в зависимости от истинностных значений составляющих его простых высказываний. В алгебре логики истинностные значения принято обозначать числами 1 (истина) и 0 (ложь).

Истинностное значение высказывания, полученного при помощи логических операций из более простых высказываний, полностью определяется истинностными значениями исходных высказываний. Поэтому каждой логической операции соответствует функция, принимающая значения 1 или 0, аргументы которой также принимают значения 1 или 0. Такие функции называются логическими, или Булевыми, функциями либо функциями алгебры логики (ФАЛ).

Таким логическим операциям, как *конъюнкция* (логическое умножение), *дизъюнкция* (логическое сложение), *отрицание*, соответствуют логические функции, которые обычно обозначаются соответствующими знаками \vee , \wedge , *NOT* и могут быть изображены посредством истинностной табл. 19.

Таблица 19

Истинностная таблица

x	Y	$x \wedge y$	$x \vee y$	\bar{x}
0	0	0	0	1
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	0

С помощью уравнений алгебры логики можно описать качество и безопасность систем, проектов и процессов. Уравнения показывают, из каких инициирующих событий и какими соединениями можно обеспечить выполнение заданного системе назначения.

Конъюнкция. Конъюнкцию высказываний A и B обозначают $A \wedge B$ (читают: A и B). Иногда вместо знака логического умножения используется символ (\cdot) или между перемножаемыми высказываниями знак вообще отсутствует.

$$A \wedge B = A \cdot B = AB.$$

Значение истинности логического произведения $A \wedge B$ определяется в зависимости от значений истинности высказываний A и B следующими соотношениями:

$$0 \wedge 0 = 0; \quad 0 \wedge 1 = 0; \quad 1 \wedge 0 = 0; \quad 1 \wedge 1 = 1. \quad (116)$$

Конъюнкция $A \wedge B$ двух высказываний представляет сложное высказывание, которое истинно тогда и только тогда, когда истинны составляющие его высказывания A и B .

Дизъюнкция. Дизъюнкцию двух высказываний A и B обозначают $A \vee B$ (читают: A или B). В дальнейшем изложении нами принято (с целью упрощения громоздких формул) обозначение их написанными в виде матрицы в разных строках, а именно:

$$A \vee B = \begin{vmatrix} A \\ B \end{vmatrix}.$$

Значение истинности логического сложения $A \vee B$ определяют в зависимости от значений истинности высказываний A и B следующими соотношениями:

$$0 \vee 0 = 0; \quad 0 \vee 1 = 1; \quad 1 \vee 0 = 1; \quad 1 \vee 1 = 1. \quad (117)$$

Дизъюнкция двух высказываний A и B является сложным высказыванием, которое ложно тогда и только тогда, когда оба слагаемых A и B ложны.

Отрицание. Отрицание высказывания A обозначается A' (иногда \bar{A}) (читается: не A). Значение истинности высказывания A определяется следующими соотношениями:

$$1' = 0; \quad 0' = 1.$$

Таким образом, отрицанием высказывания A является сложное высказывание A' , которое ложно, когда A истинно, и истинно, когда A ложно.

Приведенные основные логические операции не являются независимыми и могут выражаться друг через друга. Преобразования логических выражений выполняются по определенным правилам, которые рассматриваются ниже.

Правила для одной переменной:

$$\left(\begin{array}{ll} A \wedge 1 = A; & A \vee 0 = A; \\ A \wedge 0 = 0; & A \vee A = A; \\ A \wedge A = A; & A \vee A' = 1; \\ A \wedge A' = 0; & A'' = A; \\ A \vee 1 = 1; & A''' = A'. \end{array} \right) \quad (118)$$

Правила (118) доказываются простой подстановкой вместо A единицы и нуля. Как следствие из правил имеем *закон тавтологии*:

$$\left. \begin{array}{l} A \wedge A \wedge \dots A = A; \\ A \vee A \vee \dots A = A. \end{array} \right\} \quad (119)$$

В отличие от обычной алгебры в алгебре логики умножение переменной самой на себя или приведение подобных членов осуществляется согласно перечисленным тождествам без появления показателей степени или коэффициентов.

Правила для двух и трех переменных. Функции конъюнкции и дизъюнкции обладают свойствами, аналогичными свойствам операций умножения и сложения. Для этих функций имеет место сочетательный (ассоциативный) закон:

$$\left(\begin{array}{l} A \wedge (B \wedge C) = (A \wedge B) \wedge C = A \wedge B \wedge C; \\ A \vee (B \vee C) = (A \vee B) \vee C = A \vee B \vee C, \end{array} \right) \quad (120)$$

а также *переместительный* (или *коммутативный*) закон:

$$\left(\begin{array}{l} A \wedge B = B \wedge A; \\ A \vee B = B \vee A. \end{array} \right) \quad (121)$$

Правила (120—121) определяют конъюнкцию и дизъюнкцию в отдельности.

В силу справедливости для логического умножения и логического сложения сочетательного и переместительного законов выражения, в которые входят конъюнкции и дизъюнкции, можно писать без скобок. При этом считают связь при помощи знака \wedge более тесной, чем с помощью знака \vee . Тем самым в алгебре логики устанавливается правило записи выражений, аналогичное принятому в обычной алгебре (в процессе вычислений «старшие» действия выполняются раньше «младших»). Это позволяет вместо $(A \wedge B) \vee C$ писать просто $A \wedge B \vee C$.

Рассмотрим правила, выражающие связь между операциями логического умножения и сложения, взятыми совместно. Для этих функций имеет место *распределительный* (или *дистрибутивный*) закон конъюнкции относительно дизъюнкции:

$$A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C) \quad (122)$$

и распределительный закон дизъюнкции относительно конъюнкции:

$$A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C), \quad (123)$$

который в обычной алгебре не имеет места. Действительно,

$$a + bc \neq (a + b)(a + c).$$

Заметим, что все три названных закона обладают «симметрией» в том смысле, что из любого закона для дизъюнкции (конъюнкции) можно получить путем замены знаков дизъюнкции на знаки конъюнкции, и наоборот, соответствующий закон для конъюнкции (дизъюнкции). Действительно, заменяя знаки, получим

$$A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C). \quad (124)$$

Следующий закон, известный как *закон двойственности* или *закон инверсий*, позволяет заменять отрицание конъюнкции дизъюнкцией отрицаний и отрицание дизъюнкции — конъюнкцией отрицаний:

$$\begin{aligned} (A \wedge B)' &= A' \vee B'; \\ (A \vee B)' &= A' \wedge B'. \end{aligned} \quad (125)$$

Если к выражениям (125) применить полученные ранее правила, то получим

$$\begin{aligned} A \wedge B &= (A' \vee B')^\diamond; \\ A \vee B &= (A' \wedge B')^\diamond. \end{aligned} \quad (126)$$

Правила (125—126), названные в честь одного из основоположников математической логики *формулами де Моргана*, позволяют логическое умножение выразить через отрицание логической суммы из инверсных высказываний, а логическую сумму — через отрицание логического произведения из инверсных высказываний. Формулы (126) легко обобщаются на произвольное число логических переменных.

Используя перечисленные четыре основных закона, можно установить ряд других полезных соотношений, позволяющих существенно упростить сложные логические выражения. На основании распределительного закона дизъюнкции относительно конъюнкции имеем:

$$A \vee (A' \wedge B) = (A \vee A') \wedge (A \vee B).$$

По правилу $A \vee A' = 1$, следовательно,

$$A \vee (A' \wedge B) = 1 \wedge (A \vee B).$$

Используя ранее приведенные правила, окончательно получаем

$$A \wedge (A' \wedge B) = A \wedge B. \quad (127)$$

Выражение вида

$$K_1 \vee K_2 \vee \dots \vee K_s, \quad (128)$$

где K_j — элементарные конъюнкции различных рангов, называется *дизъюнктивной нормальной формой* (ДНФ). Например, функция

$$f(x_1, \dots, x_4) = x_1 x_2 \vee x_1 x_2 x'_3 \vee x'_1 x_3 x_4$$

записана в ДНФ, так как все три слагаемых являются конъюнкциями.

Две элементарные конъюнкции называются *ортогональными*, если их произведение равно нулю. Например, произведение элементарных конъюнкций $x_1 x'_2$ и $x_1 x_2 x_3 x_4$ равно нулю, так как одна из них содержит x'_2 , а другая — x_2 , и следовательно, они ортогональны.

ДНФ называется *ортогональной дизъюнктивной нормальной формой* (ОДНФ), если все ее члены попарно ортогональны.

В соответствии с этим определением СДНФ является ОДНФ, так как все ее члены попарно ортогональны. Но СДНФ является самой неэкономной из всех ОДНФ, так как она содержит максимальное количество букв.

Тесная связь между теорией вероятностей событий и математической логикой отмечена уже давно. В настоящее время математическая логика и теория вероятностей объединяются на новой основе *логико-вероятностного исчисления*.

Теория вероятностей количественно оценивает надежность или безопасность систем, структура которых описывается средствами математической логики.

Основной трудностью в практическом применении логико-вероятностных методов исследования надежности и безопасности структурно-сложных систем является преобразование произвольных ФАЛ в формы перехода к полному замещению (ФППЗ).

Чтобы сделать это преобразование направленным (стандартным) и математически строгим, необходимо было построить своеобразный «мостик» между алгеброй логики и теорией вероятностей. История становления ЛВМ и вклад отдельных ученых в их создание и развитие дана в работе [20]. Опуская строгие доказательства специальных теорем, свойств и алгоритмов, которые и составляют математическую основу ЛВМ, сформулируем здесь только их суть для последующего практического применения.

5.2.2. Ортогонализация логических функций

Прямая ортогонализация. Для сложной структуры, описываемой ФАЛ произвольной формы, переход от логической функции риска (неуспеха) к вероятностной функции (полиному) риска непрост. Он связан с ортогонализацией Л-функции риска, записанной в ДНФ. Только для ортогональной ДНФ вместо переменных Z_j и Z_j можно подставлять их вероятности p_j и q_j , заменяя знак дизъюнкции \vee на знак операции сложения, а знак конъюнкции \wedge — на знак умножения. Опишем один из методов.

Метод прямой ортогонализации. Запишем ДНФ в форме:

$$Y(Z) = \begin{array}{|l|} \hline z_1 \wedge z_3 \wedge z_5 \\ \hline z_2 \wedge z_4 \wedge z_6 \\ \hline z_1 \wedge z_3 \wedge z_4 \wedge z_6 \wedge z_8 \\ \hline \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{array} \right|,$$

где конъюнкции стоят в строках, а знак дизъюнкции между строками. Процедуру прямой ортогонализации выполняют по схеме:

$$Y(Z) = \begin{array}{|l|} \hline k_1 \\ \hline \overline{k_1} \wedge k_2 \\ \hline \overline{k_1} \wedge \overline{k_2} \wedge k_3 \\ \hline \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} z_1 \\ \overline{z_1} \\ z_1 \wedge \overline{z_3} \\ z_1 \wedge z_3 \wedge z_5 \end{array} \right|;$$

Размерность функции $Y(Z)$, как видно, может существенно возрасти в результате ортогонализации. Поэтому разработаны другие методы ортогонализации логических функций, которые приспособлены к вычислениям на компьютере и требуют наименьших ресурсов памяти. Здесь мы должны назвать алгебру кортежей и алгебру смешанных форм и рекуррентных последовательностей.

5.3. Построение ЛВ-моделей риска

Последовательность построения ЛВ-моделей риска систем следующая [30, 55]: разработка сценария риска, запись Л-модели по сценарию, ортогонализация Л-модели, переход к В-модели риска.

Требования к моделям в науке определил швейцарский математик Рудольф Калман. Он писал, что для некоторых математиков может оказаться сюрпризом, что проблема «данные \rightarrow модель, объясняющая данные» должна рассматриваться как основная для любой отрасли науки.

Это требование к математической модели обеспечивает возможность прозрачного анализа модели риска и возможность управления. Этому требованию не отвечают ни скоринговые методики, ни нейронные сети. Принцип единственности делает упор на тот бесспорный факт, что научные результаты должны быть получены из объективного рассмотрения данных, а не игры с моделями. ЛВ-модели риска отвечают правилу Калмана.

Формальные методы построения. В экономике полное множество состояний системы можно всегда записать в виде совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ) с учетом двух состояний каждого события-параметра или с учетом градаций каждого события-параметра. Число разных событий-состояний системы может быть астрономически большим.

Ортогональность состояний. Л-модель риска для N -состояний системы:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee \dots \vee Y_k \vee \dots \vee Y_N, \quad (129)$$

где состояние определяется Л-функцией со всеми Л-переменными:

$$Y_k = Z_1 \wedge Z_2 \wedge \dots \wedge Z_j \wedge \dots \wedge Z_n, \quad k = 1, 2, \dots, N. \quad (130)$$

Каждая j -переменная имеет n градаций. Л-функции

$$Y_k = Z_1 \wedge Z_2 \wedge \dots \wedge Z_{j_r} \wedge \dots \wedge Z_n$$

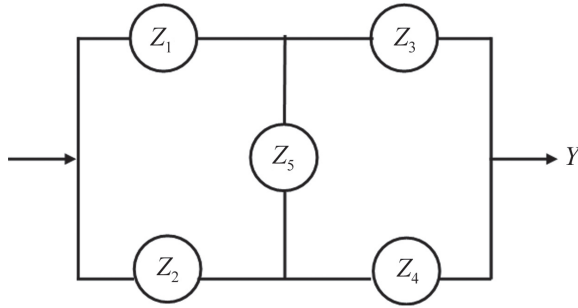


Рис. 22. Структурная модель «мостика».

$$Y_{k+1} = Z_1 \wedge Z_2 \wedge \dots \wedge Z_{jk+1} \wedge \dots \wedge Z_n$$

ортогональны, ибо Z_{j_r} и Z_{j_r+1} принадлежат группе несовместных событий: $Z_{j_r} \wedge Z_{j_r+1} = 0$.

Кратчайшие пути успешного функционирования. Построение ЛВ-модели риска на кратчайших путях успешного функционирования (КПУФ) распространено в технике, когда имеется электрическая, водяная, газовая или другая схема функционирования системы, прибора и т. д. ЛВ-модель риска неуспеха состояния системы строится по сценарию риска или граф-модели риска, которые связывают переменные Z_1, \dots, Z_n .

Л-функцию риска записывают в виде кратчайших путей успешного функционирования [19]. Необходима ортогонализация Л-функции, чтобы получить В-функцию риска; для этого используют специальные Software.

Например, электрическую схему питания типа «мостик» (рис. 22) записывают в дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ) как логическую сумму кратчайших путей успешного функционирования:

$$Y = Z_1 Z_3 \vee Z_2 Z_4 \vee Z_1 Z_5 Z_4 \vee Z_2 Z_4 Z_3. \quad (131)$$

После ортогонализации (131) получим В-модель риска:

$$P = p_2 p_4 + p_1 p_3 + q_1 p_2 p_3 q_4 p_5 + p_1 q_2 q_3 p_4 p_5 - p_1 p_2 p_3 p_4. \quad (132)$$

Минимальные сечения отказов. В принципе все равно, записывать ли Л-функцию для успеха или неуспеха, так как вероятность неуспеха $q = 1 - p$, где p — вероятность успеха. Чаще важен анализ риска неуспеха. Тогда удобнее записать вместо

(131) Л-функцию неуспеха системы в виде минимальных сечений отказов (МСО) элементов [19]:

$$\bar{Y} = \overline{Z_1 Z_2} \vee \overline{Z_3 Z_4} \vee \overline{Z_1 Z_3 Z_5} \vee \overline{Z_2 Z_5 Z_4}. \quad (133)$$

Далее нужно выполнить ортогонализацию этой функции и записать В-полином риска.

Ассоциативные ЛВ-модели риска. Сценарий неуспеха состояния системы может быть ассоциативным. Например, неуспех вызывает какое-либо одно, какие-либо два или все события из Z_1, Z_2, \dots, Z_n . Здесь также необходима ортогонализация Л-функции, чтобы получить В-функцию риска.

Например, Л-функция риска неуспеха ассоциативной модели:

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \vee \dots \vee Z_j \vee \dots \vee Z_n, \quad (134)$$

где Z_1, \dots, Z_n — логические переменные для параметров состояния.

Логическая ортогональная функция неуспеха ассоциативной модели:

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \bar{Z}_1 \vee Z_3 \bar{Z}_2 \bar{Z}_1 \vee \dots \quad (135)$$

Исходя из (135) В-функция риска неуспеха ассоциативной модели:

$$P(Y) = P_1 + P_2(1 - P_1) + P_3(1 - P_1)(1 - P_2) + \dots, \quad (136)$$

где P_j — вероятность, с которой событие Z_j вызывает неуспех Y .

Табличное задание ЛВ-моделей риска. Построение ЛВ-модели риска в табличном виде [13, 50] изложим на примере «мостика». Имеется четыре пути успешного функционирования: S_1, S_2, S_3, S_4 . При этом:

- S_1 задают события Z_1, Z_3 ;
- S_2 задают события Z_2, Z_4 ;
- S_3 задают события Z_1, Z_4, Z_5 ;
- S_4 задают события Z_2, Z_3, Z_5 .

Представим связи событий S_1, S_2, S_3, S_4 и инициирующих событий Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 в виде таблицы связей (табл. 20) (1 — наличие, 0 — отсутствие связи) и выпишем Л-функции для производных событий S_1, S_2, S_3, S_4 :

$$\begin{cases} S_1 = Z_1 Z_3; \\ S_2 = Z_2 Z_4; \\ S_3 = Z_1 Z_4 Z_5; \\ S_4 = Z_2 Z_3 Z_5. \end{cases} \quad (137)$$

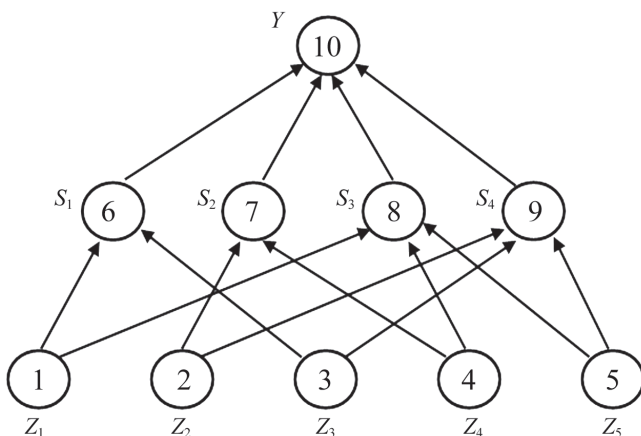


Рис. 23. Схема функциональной целостности «мостика».

Модель успешного функционирования «мостика» может быть представлена также в виде схемы функциональной целостности (рис. 23).

Дизъюнктивная нормальная форма логической функции успешного функционирования мостика записывается следующим образом:

$$Y = S_1 \vee S_2 \vee S_3 \vee S_4. \quad (138)$$

Таблица 20

Табличное задание логической модели «мостика»

Состояние	Иницирующие события				
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
S_1	1	0	2	0	0
S_2	0	1	0	1	0
S_3	1	0	0	1	1
S_4	0	1	1	0	1

В результате получают ту же самую Л-функцию успешного функционирования системы. Некоторые Л-переменные входят повторно (по несколько раз) в производные Л-события. Например, Z_1 входит в S_1 и S_3 , а Z_5 входит в S_3 и S_4 и т. д. Это приводит к тому, что Л-функция для итогового события Y является Л-функцией с повторными элементами.

Чтобы перейти от Л-функции риска к В-функции риска, необходимо преобразовать Y к логической неповторной ортогональной форме.

Построение сложных ЛВ-моделей риска. Сложной будем называть ЛВ-модель с повторными событиями. Построение таких моделей рассматривается в работах [6, 50]. Структурно-сложные системы включают в себя несколько подсистем, которые могут иметь несколько общих или повторных событий. В сложной ЛВ-модели риска объединяют отдельные сценарии и ЛВ-модели операциями *OR*, *AND*, *NOT*. Особый интерес представляют ЛВ-модели риска с повторными событиями, ибо экономические процессы взаимосвязаны.

ЛВ-модель риска может быть настолько сложной, что Л- и В-функции риска не помещаются в оперативной памяти компьютера или слагаемые в В-функции содержат большое число сомножителей и оценка риска теряет точность. В этом случае следует применять декомпозицию модели и свертку инициирующих событий в узлах *OR* и *AND*.

В разных сценариях для одних и тех же событий могут быть использованы разные термины, и найти повторные элементы среди десятков и сотен событий непросто. Полезны следующие правила построения сложных ЛВ-моделей риска:

- 1) выделение в сценариях риска внешних и внутренних ИС;
- 2) сворачивание ИС, если возникает проблема размещения Л-модели риска в оперативной памяти компьютера;
- 3) декомпозиция сложной ЛВ-модели риска на ряд простых, если слагаемые В-модели имеют число сомножителей больше 20 и теряется точность вычислений;
- 4) объединение результатов простых моделей в соответствии с их Л-связями.

Если подсистемы системы не имеют общих событий, то успех каждой можно рассматривать отдельно, а неуспех всей системы получать объединением событий для подсистем Л-операциями *OR*, *AND*, *NOT*. Примеры внешних ИС:

- 1) для компании: события экономики страны и мировой экономики;
- 2) для цеха завода: события в дирекции, отделах плановом, снабжения и др.;
- 3) для города: стихийные бедствия, эпидемии гриппа.

В сложной ЛВ-модели риска логическая и вероятностные модели риска могут не помещаться в оперативную память компьютера. В программном комплексе *Arbiter* эти модели должны иметь не более 600 слагаемых; тогда для построения логической и вероятностной моделей риска неуспеха необходимы упрощения в ее записи. Для этого предлагается свертывать ИС в узлах *OR* и *AND*.

ЛВ-модель риска и эффективности при нескольких целях. Построение ЛВ-модели риска системы осуществляют в такой последовательности: формулируют сценарий, строят структурную модель, записывают Л-модель, выполняют ортогонализацию Л-модели и получают В-модель (полином) риска.

ЛВ-модель риска может быть составлена для произвольного сценария риска. Разработку сценария начинают сверху вниз: вначале определяют итоговое событие, а далее события, его вызывающие, и т. д. К каждому узлу (производному событию) подходят не менее двух ребер. Из каждого узла выходит только одно ребро с Л-связью *OR*, *AND*, *NOT*. На самом нижнем уровне события называют иницилирующими и их вероятности задают. Остальные события — производные и их вероятности — вычисляют.

Разные сценарии риска можно логически объединить в одну В-модель, используя операции *OR*, *AND*. Если разные модели или цели имеют параметры эффективности E_1, E_2, \dots, E_m одинаковой сущности и размерности, то эффективность комплексной модели вычисляют из выражения

$$E = P_1E_1 + P_2E_2 + \dots + P_mE_m, \quad (139)$$

где P_1, P_2, \dots, P_m — вероятности неуспеха отдельных моделей. Если разные модели имеют параметры эффективности E_1, \dots, E_m разной сущности и размерности, то эффективность комплексной модели рассматривается как вектор $E = (E_1, E_2, \dots, E_m)$.

Построение невалидной ЛВ-модели риска. Оценка качества систем, процессов и продукции является обязательным требованием ВТО. Имеются большие трудности в построении невалидных ЛВ-моделей для оценки качества функционирования систем.

Для ЛВ-модели невалидности системы рассматривают аспекты [30, 57]:

1) инженерно-экономический: выделение состояний, приводящих к невалидности, и иницилирующих параметров, вызывающих невалидность;

2) методологический: определение понятия невалидности как события по аналогии с событиями «отказ» и «неуспех функционирования»;

3) логический: определение невалидности событий, Л-переменных и кратчайших путей валидности (КПВС) и невалидности (КПНС);

4) вычислительный: переход от Л-модели к В-модели риска невалидности, часто имеющий громадную вычислительную сложность.

Разработка сценария невалидности является творческим процессом. Специалист, знающий функционирование системы, может сформулировать полное число невалидных состояний. ЛВ-модели невалидности систем могут иметь повторные события.

Повторные события приводят к большому числу комбинаций состояний системы. Впервые сложную ЛВ-модель с повторными событиями рассмотрел И. А. Рябинин для надежности электроснабжения атомной подводной лодки [19].

Построение ЛВ-модели риска невалидности системы начинают сверху вниз. Верхняя часть структурной модели системы есть событие невалидности системы как дизъюнкция производных событий Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 . Л-модель риска невалидности системы Y есть логическое объединение Л-моделей:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee Y_3 \vee Y_4. \quad (140)$$

Л-модель невалидности приводят к ортогональной форме и получают В-модель, которую используют для вычисления риска невалидности и вкладов ИС в риск невалидности системы Y . Параллельно строят и исследуют Л- и В-модели для Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 .

В ЛВ-моделях риска невалидности используют кратчайшие пути успешного функционирования (валидности) или кратчайшие пути возникновения невалидности. При описании невалидности рассматривают невалидность инициирующих событий.

5.4. Логическое сложение вероятностей и арифметическое сложение весов

Логическое сложение событий неуспеха Z_1, Z_2, \dots, Z_n

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \vee \dots \vee Z_j \vee \dots \vee Z_{11}. \quad (141)$$

формулируется так: неуспех происходит, если происходит какое-либо одно, какие-либо два или все события. После ортогонализации Л-модели записывают В-модель:

$$P = p_1 + p_2q_1 + p_3q_1q_2 + \dots, \quad (142)$$

где p_1, p_2, \dots — вероятности событий-параметров Z_1, Z_2, \dots ; $q_i = 1 - p_i$.

Арифметическое сложение весов событий:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n, \quad (143)$$

где $P_1, P_2, \dots, P_j, \dots, P_n$ — веса событий $Z_1, Z_2, \dots, Z_j, \dots, Z_n$.

ЛВ-модель обеспечивает значение P в интервале $\{0, 1\}$ при любых значениях вероятностей событий $0 < P_j < 1; j = 1, 2, \dots, n$. Вероятность итогового события P при двух и более иницирующих событий S -образно зависит от вероятностей событий. Крутизна S -зависимости увеличивается с ростом числа событий. Вероятность итогового события и ее насыщение при Л-сложении зависит от числа событий и их вероятностей.

Вес итогового события P при арифметическом сложении весов исходных событий также зависит от их числа и вероятностей. При больших значениях весов $P_j, j = 1, 2, \dots, n$ событий и большом их числе вес итогового события становится абсурдно большим ($P > 1$).

Арифметическая и логическая суммы близки между собой только при малых значениях вероятностей событий и малом их числе. Поэтому методики на основе арифметического сложения весов, а только оно используется в экономике, обладают удовлетворительной точностью [30, 57] только при малом числе параметров $n = 3—5$ и при малых их весах $P_j = 0.01—0.001, j = 1, 2, \dots, n$.

5.5. Переход от базы данных к базе знаний

Любая табличная база данных системы может быть переведена в табличную базу знаний и систему логических уравнений. Это позволяет построить ЛВ-модель риска и решать задачи анализа, прогнозирования и управления риском системы.

5.5.1. Структура данных и база статистических данных

Для моделирования риска и эффективности в СЭС используется структурное представление данных [30, 57, 62]:

- 1) подсистемы системы;
- 2) множество состояний подсистемы;
- 3) состояние из множества состояний подсистемы;
- 4) параметры, описывающие состояние;
- 5) градации параметров состояния и параметра эффективности.

Структурная модель системы может быть расширена «вниз» и «вверх». В последнем случае система становится подсистемой большой охватывающей системы. В этой большой системе встречаются повторные ИС и события, зависящие от сигнальных событий в экономике, политике, праве и законах, инновациях, бедствиях и войнах. Рассматривают следующие характеристики системы:

N — число состояний системы в статистических данных;

N_j — число показателей, влияющих на параметр эффективности;

N_j — число градаций для значений показателей;

N_y — число градаций для параметра эффективности.

В задачах риска будем использовать следующие обозначения случайных событий и соответствующих Л-переменных:

Y — параметр эффективности;

$Y_r, r = 1, 2, \dots, N_y$ — события-градации параметра эффективности;

$Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_n$ — события-показатели;

Z_{jr} — события-градации, $j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, N_j$.

В сценарии риска события-показатели связаны Л-связями *OR*, *AND*, *NOT*. События-градации для каждого показателя образуют группу несовместных событий (ГНС).

Наибольшее число разных состояний системы равно:

$$N_{\max} = N_1 \cdot N_2 \cdot \dots \cdot N_j \cdot \dots \cdot N_n, \quad (144)$$

где $N_1, \dots, N_j, \dots, N_n$ — числа градаций в показателях.

База данных табличного типа (табл. 21) содержит статистическую информацию об однородных объектах или состояниях системы в разные моменты времени. В таблице количество столбцов может достигать нескольких десятков, а строк — сотен. Значения показателей могут быть количественными и качественными, дискретными и непрерывными. Показатели базы данных могут иметь бесконечное множество значений.

В ячейках таблицы — значения показателей состояния. Для их измерения используются шкалы: количественная, качественная и др. Последний столбец таблицы — параметр эффективности. Показатели обозначим $A_1, \dots, A_j, \dots, A_n$, а параметр эффективности — $E_i, i = 1, \dots, N$. В клетках — показатели A_{ij} , для последнего столбца — параметр E_i .

Изменим представление БД, заменив значения показателей их градациями (нумерованными интервалами), и обозначим переменные. Параметр эффективности E принимает значения из

Таблица 21

Состояния системы и значения показателей

Состояние	Показатель, A_1	...	Показатель, A_j	...	Показатель, A_n	Параметр эффективности, E_i
1	A_{11}	...	A_{1j}	...	A_{1n}	E_1
...
I	A_{i1}	...	A_{ij}	...	A_{in}	E_i
...
N	A_{N1}	...	A_{Nj}	...	A_{Nn}	E_N

множества $\{E_1, \dots, E_r, \dots, E_m\}$. Переменная E зависит от $A_1, \dots, A_j, \dots, A_n$. Переменная A_j принимает значения (градации) из множества $\{A_{j1}, \dots, A_{jr}, \dots, A_{jN_j}\}$.

Статистические данные представлены в таблице, i -строка которой имеет вид

$$A_{r1}^i, \dots, A_{r2}^i, \dots, A_{rn}^i, E_r^i,$$

где $i \in \{1, 2, \dots, N\}$; $r \in \{1, 2, \dots, N_i\}$; $r_1 \in \{1, 2, \dots, N_1\}$;

$$r_2 \in \{1, 2, \dots, N_2\}; \quad r_j \in \{1, 2, \dots, N_j\}; \quad r_n \in \{1, 2, \dots, N_n\}.$$

Введем случайные события. Событие Z_{jr} состоит в том, что переменная A_j принимает для произвольной i -строки значение $A_{jr} = Z_{jr}$; $A_j = A_{jr}$. Вероятность этого события: $P(Z_{jr}) = P(A_j = A_{jr})$.

Событие Y_r состоит в том, что переменная E принимает для произвольной i -строки значение $E = E_r$. Вероятность события: $P(Y_r) = P(E = E_r)$.

Событиям $Z_{jr}, j = 1, \dots, n; r = 1, \dots, N_j$ и $Y_r, r = 1, \dots, N_y$ поставим в соответствие Л-переменные с теми же самыми идентификаторами.

Введем события $Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_n$ и Y , каждое из которых включает в себя группу несовместных событий:

$$Z_j = Z_{j1}, \dots, Z_{jr}, \dots, Z_{jN_j}, j = 1, 2, \dots, n; \quad Y = Y_1, \dots, Y_r, \dots, Y_{N_y}. \quad (145)$$

Таким образом, каждое событие-показатель имеет множество конечного числа событий-градаций (табл. 22).

Статистика знает все, и она есть само знание, если уметь ставить вопросы и избавиться от «проклятия» бесконечно большого числа значений, которое плохо воспринимается и мало пригодно для вычислений. Изменим представление БД [62].

Заменяем показатели на значения градаций (нумерованных интервалов) и введем обозначения переменных. Теперь в каждой клетке таблицы находится событие-градация Z_{jr} , $j = 1, 2, \dots, n$; $r = 1, 2, \dots, N_j$. В клетке столбца для параметра эффективности — событие-градация Y_r , $r = 1, 2, \dots, N_y$. Для каждого события-градации просто подсчитывается частота появления в статистических данных.

Таблица 22

Состояния, события и Л-переменные

Состояние	Событие, Z_1	...	Событие, Z_j	...	Событие, Z_n	Событие, Y_r
1	Z_{1r1}^1		$Z_{j r j}^1$		$Z_{n r n}^1$	$Y_{r y}^1$
...
I	Z_{1r1}^i		$Z_{j r j}^i$		$Z_{n r n}^i$	$Y_{r y}^i$
...
N	Z_{1r1}^N		$Z_{j r j}^N$		$Z_{n r n}^N$	$Y_{r y}^N$

В статистической табличной базе знаний будем рассматривать два разных события для состояний системы:

- 1) событие появление состояния — Y_2 ;
- 2) событие неуспеха состояния — Y .

Л-функции появления состояния Y_2 в статистических данных:

$$Y_2 = Z_1 \wedge Z_2 \wedge \dots \wedge Z_j \wedge \dots \wedge Z_n, \tag{146}$$

где Z_1, Z_2, \dots, Z_n — Л-переменные параметров состояния. Нижний индекс Y означает появление события и передает параметрам Z_1, Z_2, \dots, Z_n смысл влияния на появление события.

Логическая переменная Y_2 имеет значение 1 для появления состояния. Логическая переменная Y имеет значение 0 для события непоявления состояния. Исходя из (147) запишем В-функцию появления состояния в статистике:

$$P(Y_2 = 1) = P_2^1 \cdot P_2^2 \cdot \dots \cdot P_2^j \cdot \dots \cdot P_2^n, \tag{147}$$

где P_2^j — вероятность появления событий Z_j .

Л-функция риска неуспеха состояния Y в статистических данных запишется так:

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \vee \dots \vee Z_j \vee \dots \vee Z_n, \tag{148}$$

где Z_1, Z_2, \dots, Z_n — Л-переменные показателей состояния. Логическая функция Y означает неуспех события и передает показателям Z_1, Z_2, \dots, Z_n смысл влияния на неуспех события Y .

Л-функция неуспеха состояний системы Y может быть любой Л-сложности и иметь связи *OR*, *AND*, *NOT* и циклы. Л-функция неуспеха состояния (148) в ортогональной форме:

$$Y = Z_1 \vee Z_2 \overline{Z_1} \vee Z_3 \overline{Z_2} \overline{Z_1} \vee \dots \quad (149)$$

Ортогональность означает: произведение любых двух Л-слагаемых в (149) равно нулю. Это позволяет перейти от логики к арифметике и записать В-функцию неуспеха состояния:

$$P(Y = 0) = P_1 + P_2(I - P_1) + P_3(I - P_2)(I - P_1) + \dots, \quad (150)$$

где $P_j = P\{Z_j\}$ — вероятность, с которой независимые события Z_j приводят к неуспеху Y .

Критерии качества моделей риска, носящие такие экзотические названия, как критерии «очарования», «странности», Джини и т. д., строятся по графикам в координатах «вероятность появления состояния — риск неуспеха состояния».

Система Л-уравнений по статистическим данным (табл. 22) для неуспеха состояний системы запишется так:

$$\begin{cases} Z_{1r1}^1 \vee \dots \vee Z_{jri}^1 \vee \dots \vee Z_{nm}^1 = Y_{ry}^1; \\ \dots \dots \dots \\ Z_{1r1}^i \vee \dots \vee Z_{jri}^i \vee \dots \vee Z_{nm}^i = Y_{ry}^i; \\ \dots \dots \dots \\ Z_{1r1}^N \vee \dots \vee Z_{jri}^N \vee \dots \vee Z_{nm}^N = Y_{ry}^N. \end{cases} \quad (151)$$

Систему (151) будем называть базой знаний (БЗ), рассматривать как систему Л-высказываний и использовать для получения новых знаний. Для (151) запишем систему В-уравнений для неуспеха состояний системы:

$$\begin{cases} P_{1r1}^1 + P_{2r2}^1(1 - P_{1r1}^1) + P_{3r3}^1(1 - P_{1r1}^1)(1 - P_{2r2}^1) + \dots = P(Y^1 = 0); \\ \dots \dots \dots \\ P_{1r1}^i + P_{2r2}^i(1 - P_{1r1}^i) + P_{3r3}^i(1 - P_{1r1}^i)(1 - P_{2r2}^i) + \dots = P(Y^i = 0); \\ \dots \dots \dots \\ P_{1r1}^N + P_{2r2}^N(1 - P_{1r1}^N) + P_{3r3}^N(1 - P_{1r1}^N)(1 - P_{2r2}^N) + \dots = P(Y^N = 0). \end{cases} \quad (152)$$

5.5.2. Логика и вероятности в группе несовместных событий

Группы несовместных событий (ГНС) вводятся для градаций параметров СЭС в ЛВ-моделях риска классов «ЛВ-классификация» (оценка кредитного риска) и «ЛВ-эффективность» (прогнозирование риска портфеля ценных бумаг и эффективности предприятия). Состояние системы описывается параметрами $Z_1, Z_2, \dots, Z_j, \dots, Z_r$. Каждый j -параметр (признак) имеет несколько событий-градаций или группу несовместных событий (рис. 24).

Логика и вероятности в ГНС. Для ГНС справедливы следующие логические тождества для событий-градаций [30, 55]:

$$\begin{aligned} z_{jr} \wedge z_{jk} &= 0; \\ \overline{z_{jr}} \vee \overline{z_{jk}} &= 1; \\ \overline{z_{jr} \wedge z_{jk}} &= \overline{z_{jk}}; \\ z_{jr} \vee \overline{z_{jk}} &= \overline{z_{jk}}. \end{aligned} \tag{153}$$

В ГНС справедливы правила замещения несовместных событий-градаций их вероятностями:

$$\begin{cases} P(z_{jr} \wedge z_{jk}) = 0; \\ P(\overline{z_{jr}} \vee \overline{z_{jk}}) = 1; \\ P(z_{jr} \vee z_{jk}) = P(z_{jr}) + P(z_{jk}) = P2_{jr} + P2_{jk}; \\ P(\overline{z_{jr}} \wedge \overline{z_{jk}}) = 1 - (P(z_{jr}) + P(z_{jk})) = 1 - (P2_{jr} + P2_{jk}). \end{cases} \tag{154}$$

Логика и вероятности в ГНС для неуспеха состояний. Для каждой ГНС рассматриваются следующие три вероятности событий-градаций Z_{jr} : $P2_{jr}$ — частота появления в состояниях статистических данных; $P1_{jr}$ — вероятность в ГНС; P_{jr} — вероятность, с которой событие-градация Z_{jr} приводит к риску системы Y . Вероятности для ГНС определены следующим образом [30, 55]:

$$\begin{aligned} P2_{jr} &= P(z_{jr}); \quad \sum P2_{jr} = 1, \quad r = 1, 2, \dots, N_j; \\ P_{jr} &= P(z_{jr}) |_{Y=0}, \quad r = 1, 2, \dots, N_j; \\ P1_{jr} &= P_{jr} / \sum P_{jr}; \quad \sum P1_{jr} = 1, \quad r = 1, 2, \dots, N_j. \end{aligned} \tag{155}$$

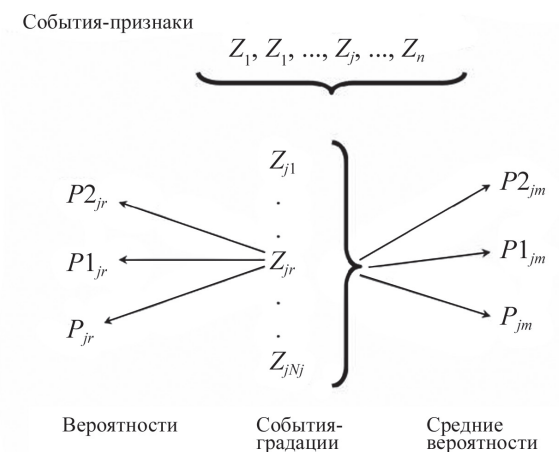


Рис. 24. Вероятности в группе несовместных событий.

Средние вероятности $P2_{jm}$, $P1_{jm}$ и P_{jm} для градаций в ГНС равны:

$$\begin{cases} P2_{jm} = 1 / N_j; \\ P_{jm} = \sum_{r=1}^{N_j} P_{jr} P2_{jr}; \\ P1_{jm} = \sum_{r=1}^{N_j} P1_{jr} P2_{jr}. \end{cases} \quad (156)$$

В логическую функцию риска i -состояния системы вместо Л-переменных $Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_n$ нужно подставить Л-переменные Z_{jr} , $j = 1, 2, \dots, n$; $r = 1, 2, \dots, N_j$ для событий-градаций именно этого состояния i . Вероятность события-параметра Z_j равна вероятности одного из событий Z_{jr} из ГНС, т. е. $P(Z_{jr} | y = 0) = P_{jr}$.

Формула Байеса в ГНС. Вероятности P_{jr} оценивают при алгоритмическом итеративном обучении В-модели риска по статистическим данным. Вначале нужно определить вероятности $P1_{jr}$, удовлетворяющие (156), и перейти от $P1_{jr}$ к вероятностям P_{jr} . Число независимых вероятностей P_{jr} равно

$$N_{ind} = \left(\sum_{j=1}^n N_j \right) - n. \quad (157)$$

Вероятности P_{jr} , $P1_{jr}$, $P2_{jr}$, P_{jm} , $P1_{jm}$ и $P2_{jm}$ связаны формулой Байеса. Эту связь используют при обучении ЛВ-модели риска

по статистическим данным. Решают задачу идентификации (оптимизации) итеративным методом. Здесь нельзя говорить об априорной и апостериорной вероятностях в реальном смысле. Формулу Байеса формально можно записать относительно $P1_{jr}$ в функции P_{jr} или, наоборот, относительно P_{jr} в функции $P1_{jr}$. Для итеративной оптимизации (обучения) В-модели риска формулу Байеса запишем так:

$$P_{jr} = P1 \frac{P_{jm}}{P2_{jr}}, \quad r = 1, 2, \dots, N_j, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (158)$$

Это позволяет генерировать число независимых вероятностей $P1_{jr}$ в ГНС на единицу меньше, чем при генерировании вероятностей P_{jr} . Упрощается также оценка точности вероятностей $P1_{jr}$ в ГНС, так как их сумма в ГНС равна 1.

Возникают трудности в использовании формулы Байеса, так как знаменателем может в (158) быть нуль или он может быть очень маленьким из-за ограниченного количества статистических данных. Поэтому связь вероятностей P_{jr} и $P1_{jr}$ предложено задавать следующей модификацией формулы Байеса, используя средние значения вероятности $P2_{jr}$ [30, 55]:

$$P_{jr} = P1 \frac{P_{jm}}{P2_{jm}}, \quad r = 1, 2, \dots, N_j, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (159)$$

5.6. Технология логико-вероятного моделирования риска

Технология логико-вероятностного моделирования риска включает в себя следующие процедуры: построение ЛВ-модели риска системы, анализ риска системы, прогнозирование риска и управления риском системы [27, 28, 55, 56].

В информационном и методическом обеспечении событийного управления качеством экономики и государства важное место занимает технология, которая включает в себя построение ЛВ-моделей риска, анализ риска, прогнозирование и управление. Технология подробно описана в работах [28, 55].

О большом интересе западных ученых к технологии информационного и методического обеспечения событийного управления качеством экономики и государства свидетельствует годовой отчет издательства Springer об эффективности книги «Технологии управления рисками с логическими и вероятност-

ными моделями», в котором приведено количество загрузок (покупок) книги и глав (табл. 23).

С момента публикации книги в интернете 28 апреля 2012 г. на SpringerLink было загружено в общей сложности 37 871 книг и глав электронной книги. Книга входила в число 50 % самых загружаемых электронных книг даже в 2019 г. Сообщалось, что учреждения по всему миру и исследователи имеют доступ к электронной книге на сайте SpringerLink.

Эта книга на год позднее с немного измененным названием была опубликована на русском языке [28] в количестве 200 экземпляров как учебное пособие для студентов Государственного университета аэрокосмического приборостроения.

Таблица 23

Количество покупок книги [55] по годам

Год покупки	Количество покупок
01/2020—06/2020	1348
2019	2629
2018	4073
2017	4026
2016	4892
2015	5865
2014	9138
2013	4656

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сделаны следующие выводы.

1. Выполнен анализ существующего управления качеством экономики и государства и предложен выход из критического состояния на основе новых знаний, решения новых задач и создания системы событийного управления качеством экономики, государства и жизни человека (вместо эфемерного управления).

2. Сформулировано новое научное направление — событийное управление качеством экономики, государства и жизни человека на основе алгебры логики, Булевых событий-высказываний, логико-вероятностного исчисления и искусственного интеллекта с целью повышения уровня жизни населения.

3. Разработаны основные положения событийного управления качеством экономики, государства и жизни человека:

- представление событийного управления в виде кортежа знаний, объектов, моделей, задач и специальных Software;
- отличие событийного управления качеством экономики от логико-вероятностного управления надежностью в технике;
- приведена история фундаментального понятия «событие»;
- приведены методы оценки вероятностей событий в экономике;
- определена мера невалидности как вероятности;
- изложена методика синтеза вероятности события по экспертной информации;
- рассмотрены особенности и характеристики событийного управления качеством экономики, государства и жизни человека;

4. Событийное управление качеством экономики и государства «сверху» включает:

- новые структурно-сложные объекты: органы государственной власти, социально-экономические системы, предприятия, безопасное пространство проживания, процессы жизни человека;

- новые знания: методологические и методические основы управления в экономике, Булевы события-высказывания, модели риска и задачи;

- новые задачи, направленные на повышение эффективности экономики и уровня жизни населения и создание цифровой экономики;

- логико-вероятностные модели риска для управления экономикой и государством, включая управление выходом экономики страны из стагнации;

- участие общественного мнения для решения трудных проблем.

5. Изложена проблема событийного управления качеством жизни человека (лечения, обучения и принятия решений) и ее связь с проблемой управления качеством экономики и государства «снизу», которая включает в себя:

- постановку проблемы управления качеством жизни человека в виде управления качеством процессов его жизни с участием самого человека;

- управление «снизу» является также обратной связью с управлением «сверху»;

- управление качеством жизни человека мобилизует усилия самого человека на повышение качества его жизни и позволяет сделать выводы о недостатках системы управления качеством экономики и государства;

- разработанные сценарии, структурные, логические и вероятностные модели управления качеством процессов лечения, обучения и принятия решений;

- управление качеством экономики и государства «снизу» использует крупницы реального личного опыта в реальных проектах многих людей, изложенных в публикациях и интернете;

- управление «снизу» осуществляет общественное мнение, выполняя обобщения для нерешенных проблем и заставляя правительство решать их в интересах повышения качества жизни населения;

- управление «снизу» избавляет страну от множества бесполезных мероприятий и миллиардных вложений средств и дает достойную сферу деятельности общественному мнению;

- разработаны сценарии, структурные, логические и вероятностные модели управления качеством процессов жизни человека: лечения, обучения студента, принятия решений министром, ученым и предпринимателем.

6. Проблема событийного управления качеством жизни человека является важной для повышения эффективности экономики и государства. Она решается многими людьми разных профессий по следующим приложениям: управление качеством личной жизни, управление качеством экономики и государства (города, региона) «снизу», управление развитием и мотивацией персонала компаний и предприятий, управление сложными логическими процессами, управление выходом процессов жизни человека из стагнации.

7. Обеспечения событийного управления:

- специальные сертифицированные *Software Arbiter* и *Expa*;
- функции общественного мнения при управлении «сверху» и «снизу»;
- курс дополнительного образования;
- логико-вероятностное исчисление;
- технология логико-вероятного моделирования риска;
- преобразование баз данных в базы знаний;
- принципы китайской науки управления, в которой ценится умение признавать и исправлять ошибки, уделяется внимание улучшению жизни населения, общественному мнению и социальной справедливости.

8. Основные достоинства событийного управления экономикой и государством:

- позволяет моделировать, оценивать и сравнивать разные теории и подходы к развитию экономики страны, так как они могут быть представлены в виде Булевых событий-высказываний;
- вводит алгоритм получения точного результата; после вычисления критерия на ЛВ-модели выполняется количественный анализ вкладов иницирующих событий и структуры в критерий; проводится корректировка ЛВ-модели;
- позволяет разработать математические модели развития и мотивации персонала предприятия (компании) на основе оценки качества жизни нескольких работников и качества деятельности компании;
- позволяет количественно оценивать, анализировать и управлять качеством экономики, государства и жизни человека;
- повысить уровень жизни населения.

Рекомендации для внедрения событийного управления:

- включить исследования по новому научному направлению «Событийное управление качеством экономики и государства» в национальные проекты «Цифровая экономика» и «Искусственный интеллект»;

- обеспечить использование единого универсального комплекса знаний, моделей, задач и Software для событийного управления качеством экономики, государства и жизни человека, создания курса обучения, разработки программ развития экономики и коммерческого распространения в цифровой экономике.

Предложенное научное направление «Событийное управление качеством экономики, государства и жизни человека» вызывает развитие следующих новых научных направлений: управление развитием и мотивацией персонала, управление выходом из стагнации жизни человека, управление в общественном мнении, управление в цифровой экономике, управление в психологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аганбегян А. Г.* Кризис: Беда и шанс для России. М.: АСТ; Астрель; Харвест, 2009.
2. *Бодрунов С. Д.* (ред.). Какая у нас промышленность. Избранные мнения экономистов России // Беседы по экономике. М.: Вольное экономическое общество России, 2008. Т. III. С. 27—43.
3. *Васильев В. Д., Соложенцев Е. Д.* Кибернетические методы при создании поршневых машин. М.: Машиностроение, 1978. 120 с.
4. *Винер Н.* Кибернетика и общество. М.: Изд-во иностранной литературы, 1958. 200 с.
5. *Глушков В. М.* Введение в кибернетику. Киев: АН УРСР, 1964.
6. *Друкер П. Ф.* Практика менеджмента. М.: Вильямс, 2003. 398 с.
7. *Карасева Е. И.* Технологии управления риском. Методические указания к выполнению лабораторных работ. СПб.: ГУАП, 2016. 85 с.
8. *Коломогоров А. Н., Драгалин А. Г.* Математическая логика. Изд. 3-е. М.: КомКнига, 2006. 240 с.
9. *Макаров В. Л.* Горизонты инновационной экономика в России: право, институты, модели. М.: ЛЕНАНД, 2010.
10. *Маслов А.* Китай. Наука управления. М.: Рипол Классик, 2018. 278 с.
11. *Махутов Н. А., Соложенцев Е. Д.* Управление риском при испытаниях сложных машин, систем и технологий // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2008.
12. *Можжаев А. С.* АРБИТР. Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности АСУ на стадии проектирования, базовая версия 1.0 / Правообладатель: ОАО «СПИК СЗМА». Свидетельство № 2003611101. 12 мая 2003 г. Роспатент РФ, Москва.
13. *Можжаев А. С., Громов В. Н.* Теоретические основы общего логико-вероятностного метода автоматизированного моделирования систем. СПб.: ВИТУ, 2000. 143 с.
14. Национальные проекты: целевые показатели и результаты. На основе паспортов национальных проектов, утвержденных президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г. Москва, 2019. URL: <http://static.government.ru/media/>
15. *Нейман Дж.* Вероятностная логика и синтез надежных организмов из ненадежных компонент // Автоматы: сб. ст. / под ред. К. Э. Шеннона, Дж. Маккарти. М.: ИЛ, 1956.
16. *Одинец В. П.* Зарисовки по истории компьютерных наук. Сыктывкар: КГПИ, 2013. 421 с.
17. *Порецкий П. С.* Решение общей задачи теории вероятности при помощи математической логики // Тр. Казан. ун-та. 1987. Сер. 1. Т. 5. С. 83—116.
18. *Робинс С. П., Коултер М.* Менеджмент. Изд. 6-е. М.: Вильямс, 2002. 880 с.
19. *Рябинин И. А.* Надежность и безопасность структурно-сложных систем. Изд. 2-е. СПб.: СПбГУ. 2007. 276 с.
20. *Рябинин И. А.* Логико-вероятностный анализ и его история // Проблемы анализа риска. 2014. Т. 11. № 3. С. 6—13.
21. *Скурихин В. И., Морозов А. А.* Комплексные автоматизированные системы управления. Особенности построения и направления развития // Управляющие системы и машины. 1976. № 2. С. 5—11.

22. *Соложенцев Е. Д.* Основы построения систем автоматизированной доводки сложных объектов машиностроения. Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Киев, 1982.
23. *Соложенцев Е. Д.* Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике. Изд. 2-е. СПб.: Бизнес-пресса, 2006. 560 с.
24. *Соложенцев Е. Д.* Сценарные логико-вероятностные модели риска взятка // *Финансы и бизнес.* 2007. № 1. С. 125—138.
25. *Соложенцев Е. Д.* Управление риском и эффективностью в экономике. Логико-вероятностный подход. СПб.: СПбГУ. 2009. 259 с.
26. *Соложенцев Е. Д.* ВТО и логико-вероятностные модели невалидности сложных систем и процессов // *Журнал экономической теории.* 2011. № 4. С. 136—147.
27. *Соложенцев Е. Д.* И³-технологии для экономики. СПб.: Наука, 2011. 386 с.
28. *Соложенцев Е. Д.* Технологии управления риском в структурно-сложных системах: Учебное пособие. СПб.: ГУАП, 2013. 435 с.
29. *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.
30. *Соложенцев Е. Д.* Топ-экономика. Управление экономической безопасностью. СПб.: ГУАП, 2015. 250 с.
31. *Соложенцев Е. Д.* Эфемерное и цифровое управление безопасностью и качеством в экономике // *Проблемы анализа риска.* 2018. Т. 15. № 5. С. 58—77.
32. *Соложенцев Е. Д.* Цифровая топ-экономика: новые принципы, объекты, знания и задачи // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Материалы XV международной научной конференции MASR-2019. СПб.: ГУАП, 2019. С. 9—16.
33. *Соложенцев Е. Д.* Искусственный интеллект в событийном управлении экономикой и государством. СПб.: ГУАП, 2020.
34. *Соложенцев Е. Д.* Новые проблемы событийного цифрового управления экономикой и государством // *Проблемы анализа рисков.* 2020. Т. 12. № 2.
35. *Соложенцев Е. Д.* Событийное цифровое управление безопасностью и качеством в экономике. Форсайт «Россия». Будущее технологий, экономики и человека // *Сб. докладов Санкт-Петербургского международного экономического конгресса СПЭК-2019 / под общ. ред. С. Д. Бодрунова.* 2020. Т. 3. С. 723—738.
36. *Соложенцев Е. Д., Алексеев В. В., Карасева Е. И.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, № 2018612197. Экспертная система *Ехра.* 13.02.2018.
37. *Соложенцев Е. Д., Карасев В. В.* И³-технологии для противодействия взяткам и коррупции // *Проблемы анализа риска.* 2010. Т. 7. № 2. Р. 54—65.
38. *Соложенцев Е. Д., Карасев В. В., Соложенцев В. Е.* Логико-вероятностные модели риска в банках, бизнесе и качестве. СПб.: Наука, 1999. 120 с.
39. *Соложенцев Е. Д., Карасева Е. И., Распутин А. А., Яковлев М. Б.* Управление качеством жизни человека в цифровой экономике // *Актуальные проблемы экономики и управления.* 2020. № 1.
40. *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—39.
41. *Соложенцев Е. Д., Степанова Н. В., Карасев В. В.* Прозрачность оценки кредитных рисков и рейтингов. СПб.: СПбГУ, 2005. 197 с.
42. *Ужга-Ревров О. И.* Выбор решений. Резекне, 2016. 504 с.
43. *Фундаментальные, инженерные науки и бизнес: специальное издание про ученого, экономиста и бизнесмена Эмануэля Людвиговича Нобеля.* М.: АСМО-пресс, 2009. 62 с.
44. *Хименко В. И.* Случайные данные: структура и анализ. М.: Техносфера, 2017. 425 с.
45. *Юсупов Р. М.* Наука и национальная безопасность. Изд. 2-е, перераб. и доп. СПб.: Наука, 2011. 360 с.

46. *Alexeev V.* Logical and probabilistic analysis of the reliability of the metallurgical complex electric supply // *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2018. Vol. 21. N 1/2. P. 42—49.
47. *Barone-Adesi G.* Simulating Security Returns: A Filtered Historical Simulating Approach. 2014.
48. *Buchanan J.* Selected Works (Death of the West). Moscow: Alfa Press, 1997.
49. *Heckman J., Leamer E.* Handbook of Econometrics. North Holland, 2002. Vol. 5.
50. *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. N 3. P. 857—863.
51. *Karasev V.* Monitoring and crediting process control with use of logical and probabilistic risk model // *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2015. Vol. 18. N 3/4. P. 222—236.
52. *Karasev V., Solozhentsev E.* Hibrid logical and probabilistic models for management of socio-economic safety // *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2018. Vol. 21. N 1/2. P. 89—110.
53. *Kumamoto H.* Satisfying Safety Goals by Probabilistic Risk Assessment. Springer Verlag London Limited, 2007. 253 p.
54. *Raworth K.* Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist. Chelsen: Green Publishing, 2017. 320 p.
55. *Solozhentsev E. D.* Risk Management Technologies with Logic and Probabilistic Models. Dordrecht; Heidelberg; New York; London: Springer, 2012. 328 p.
56. *Solozhentsev E. D.* Technologies of logic and probabilistic management of risk of social-economical systems // *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2014. Vol. 17. N 3. P. 171—187.
57. *Solozhentsev E.* The Management of Socioeconomic Safety. Cambridge Scholars Publishing, 2017. 255 p.
58. *Solozhentsev E. D.* The Basics of Event-Related Management of Safety and Quality in Economics // *Environment. Technology. Resources: Proc. of 12th Intern. Scientific and Practical Confer.* Vol. 1. Rezekne Academy of Technologies, 2019. P. 146—153.
59. *Solozhentsev E. D.* Management of quality of economics and state “from above” and “from bellow” // *Economics and Management*. GUAP. 2020. N 3. P. 43—58.
60. *Solozhentsev E. D., Karasev V. V.* Risk logic and probabilistic models in business and identification of risk models // *Informatika*. 2001. N 25. P. 49—55.
61. *Solozhentsev E., Karasev V.* The digital management of structural complex system in economics // *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2011. Vol. 23. N 1. P. 54—79.
62. *Solozhentsev E., Karaseva E.* Data structure, logical-probabilistic models, and digital management of the safety and quality of systems in the economic // *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2020. Vol. 23. N 1. P. 27—53.

ПРЕДМЕТНЫЕ ИНДЕКСЫ

В книгах по экономике предметные индексы обычно отсутствуют. Это свидетельствует о небольшом количестве новых понятий и результатов и непонимании значения индексов для усвоения и структуризации знаний по предмету исследования. Многие западные издательства не принимают к печати книги без списка индексов.

Список предметных индексов включает 20 разделов, в которых приведены 130 предметных индексов. Ниже приведен список разделов предметного индекса с указанием в скобках числа индексов в каждом разделе:

1. Булевы события-высказывания (8),
2. Искусственный интеллект в управлении качеством экономики и государства,
3. Кортеж системы управления качеством экономики и государства,
4. Критерии управления (3),
5. Курс дополнительного образования (20),
6. Модели управления качеством процессов жизни человека (3),
7. Национальный проект «цифровая экономика» (4),
8. Новые задачи событийного управления качеством в экономике и государстве (20),
9. Новые знания в управлении качеством экономики и государства (10),
10. Новые логико-вероятностные модели (12),
11. Новые объекты управления (6),
12. Общественное мнение
13. Событийное управление качеством экономики и государства «сверху» (5),
14. Событийное управление качеством экономики и государства «снизу» (7),
15. Событийное управление качеством процессом жизни человека (7),
16. События в системе и инфраструктуре (3),
17. Состояние управления экономикой,
18. Специальные программные средства *Arbiter* и *Expa* (4),
19. Сценарии неуспеха (6),
20. Унифицированный комплекс инструментов для управления (5),
21. Цифровая экономика и управление качеством экономики и государства.

Булевы события-высказывания:

- группы несовместимых событий 162
- концептуальные события 51
- неуспех объектов 103
- неуспех субъектов 103
- общественное мнение 137
- повторные события 36, 66
- сигнальные события 30, 47
- события невалидности 30

Критерии управления и кортеж системы управления:

- безопасность 11
- качество 11
- кортеж 21
- стагнация 23
- эффективность 11

- Лабораторные работы на *Arbiter* и *Expa*:
 - моделирование одной системы 142
 - моделирование систем из нескольких подсистем 58
 - неуспех предприятий и компаний 143
 - неуспех противодействия коррупции 93, 99
 - неуспех противодействия наркомании 51
 - неуспех управления системой для выхода ее из стагнации 23
 - риск падения цен на нефть 142
 - риск политической нестабильности в стране 142
 - риск экономической нестабильности в стране 143
 - синтез вероятностей событий несколькими экспертами 38
 - управление качеством жизни министра 122
 - управление качеством жизни студента 119
 - управление качеством жизни пациента 116
 - управление системой инноваций 54, 56
- Модели управления процессами качества жизни:
 - лечение 116
 - образование 119
 - принятие решений 122, 125
 - принятие решения предпринимателем 129
- Национальный проект «Цифровая экономика»:
 - инфраструктура проекта 122
 - курс повышения квалификации 142
 - лабораторные работы по событийному управлению на *Arbiter* и *Expa* 142
- Новые задачи событийного управления в цифровой экономике:
 - Моделирование, анализ и управление (МAM) одной системы 58
 - МAM сложной системы из нескольких логически связанных систем 58
 - МAM эффекта повторных событий на качество сложной системы 66
 - МAM различных исходов подсистем в общей системе 69
 - мониторинг и управление процедурой предоставления кредитов банками 72
 - ортогонализация — переход от логических моделей риска к вероятностным 149
 - оценка качества систем управления 87
 - противодействие коррупции 88
 - противодействие наркомании 51
 - синтез вероятностей событий несколькими экспертами 38
 - управление банковскими рисками по «Базель III» 50, 72
 - управление безопасным пространством проживания 43, 100
 - управление большими системами 71, 72
 - управление качеством систем и продукции по ВТО 12, 51
 - управление развитием сложной системы для выхода из стагнации 23
 - управление системой по статистическим данным 35, 72
- Новые знания в управлении безопасностью и качеством:
 - Булевы события-высказывания 47
 - курс повышения квалификации 142
 - логико-вероятностные модели риска 56, 150
 - методические основы менеджмента качества и безопасности 46
 - методологические основы управления экономикой и государством 43, 44
 - модель невалидности 51
 - примеры решения задач 104
 - субъективное и объективное в безопасности, качестве и невалидности 31
 - сценарии неуспеха системы 49
- Новые логико-вероятностные модели:
 - вероятностные модели риска 56
 - гибридные модели неуспеха 103
 - динамичность моделей 30
 - зависимость моделей 30

- индикативные модели опасности 54
- качество систем управления 87
- концептуальные модели неуспеха 51
- логические модели риска 58, 104
- невалидные модели неуспеха 51
- структурные модели риска 58, 104
- управление развитием системы для выхода из стагнации 23
- Новые объекты управления:
 - безопасное пространство проживания 43, 100
 - органы государственной власти 41
 - предприятия и компании 42, 103
 - процессы управления качеством жизни 40, 43
 - социально-экономические системы 41
 - структурно сложные системы и процессы 58
- Особенности событийного управления:
 - искусственный интеллект 11, 24, 28, 29
 - логическая сложность моделей безопасности и качества 58, 104
 - процессы и инфраструктура 113
 - событие в объектах, системах, процессах 21
 - сценарии неуспеха сложных задач 103
 - управление процессами качества жизни 125, 129
- Процедуры событийного управления:
 - анализ моделей неуспеха системы 29, 58, 118
 - построение ЛВ-моделей риска систем 150
 - принятие решений 11, 34, 35
- События в системе и инфраструктуре:
 - валидность/неваидность, опасность/безопасность, успех/неуспех 11, 32
- Сценарии неуспеха систем:
 - логическая связь инициирующих событий 29
 - логическая связь инициирующих событий и событий неуспеха системы 29, 46
 - события-высказывания 32
- Специальное программное обеспечение:
 - Arbiter* — структурно-логическое моделирование 46, 140
 - Exra* — синтез вероятностей событий-высказываний 46, 141
- Унифицированный набор инструментов управления:
 - задачи 57
 - знания 43
 - критерии 43
 - модели 50
 - объекты 41
 - программное обеспечение 140, 141
- Управление в экономике и государстве:
 - искусственный интеллект и событийное управление 21
 - по понятиям 18
 - регулирование 19
 - ручное управление 17
- Управление процессами качества жизни:
 - лечение 116
 - обучение 119
 - принятие решений 122, 125, 129
- Участники процесса событийного управления качеством жизни:
 - государство 41
 - инфраструктура 113
 - общественное мнение 137
 - пациент 116
 - студент 119
 - ученый 125

Научное издание

Евгений Дмитриевич СОЛОЖЕНЦЕВ
**Основы событийного управления качеством
экономики, государства и жизни человека**

*Утверждено к печати
решением Ученого совета Института технологий
предпринимательства ГУАП, протокол № 6 от 21.01.2021 г.*

*Художник П. Палей
Редактор Т. Л. Ломакина
Компьютерная верстка Л. Н. Напольской*

Подписано к печати 05.04.2021. Формат 60×90 ¹/₁₆.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11.0. Уч.-изд. л. 11.0.
Тираж 300 экз. Тип. зак. №

ФГУП «Издательство «Наука»
117997 г. Москва, ул. Профсоюзная, 90
тел.: +7(495)276-77-35, e-mail: info@naukaran.com<https://naukapublishers.ru>
<https://naukabooks.ru>

Санкт-Петербургский филиал ФГУП «Издательство «Наука»
199034 г. Санкт-Петербург, 9-я линия В. О., 12/28
тел.: +7(812)655-65-01, e-mail: secretspb@naukaran.com

ISBN 978-5-02-040314-7



9785020403147