

# CHAPTER 1. PLENARY SESSION

## ГЛАВА 1. ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

### ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ И ЕГО СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Игорь Алексеевич Рябинин  
[Ryabinin@mail.wplus.net](mailto:Ryabinin@mail.wplus.net)

#### АННОТАЦИЯ

Статья имеет сугубо информационный характер. Во введении сообщаются сведения о логико-вероятностном анализе (ЛВА) как аппарате исследования надежности, живучести и безопасности структурно-сложных систем (ССС) любой природы.

Интерес чистых математиков к ЛВА продемонстрирован серией работ [9-17], в которых в прямой постановке или косвенно используются логико-вероятностные методы.

Современные возможности ЛВА показаны на примерах его использования в задачах оценки систем физической защиты (СФЗ) объектов [18-20]; оценки структурной значимости сложных систем (Safety) [21] и оперативного контура управления Российскими сегментами МКС [22]; для моделирования характеристик информационной безопасности [25] и др. Интерес к ЛВА в информационных технологиях показан работами [26-28]. Развитие ЛВА предоставлено работами [13, 24, 30, 40, 41].

**Ключевые слова:** анализ, подход, валидность, направленные логические производные, ассоциативные системы, СФЦ.

#### ВВЕДЕНИЕ

Логико-вероятностный анализ (метод) в период с 1962 по 2002 год в моих публикациях назывался вероятностной логикой. И только в работах [1, 2] было четко сказано, что логико-вероятностное исчисление (ЛВИ) – это не вероятностная логика (ВЛ).

Предметом логики вероятностей является вычисление вероятности истинности высказываний, принимающих только два значения: «**истинно**» (1), «**ложно**» (0).

Предметом вероятностной логики является оценка истинности высказываний (гипотез), принимающих множество значений в промежутке ( $0 \leq x \leq 1$ ).

Иначе говоря, в первом случае имеют дело в двузначной логикой, во втором – с многозначной логикой.

С феноменом ЛВИ удобнее всего познакомиться на сайте в сети Internet [3], а с особенностями его применения в случае немонотонных, повторных и правильных функций алгебры логики на сайте [4].

Наиболее авторитетные (с научной точки зрения) изложение ЛВИ, как аппарата исследования надежности и безопасности ССС, содержится в статье [5] и монографии [6], которая до сих пор не известна читателям (судя по отсутствию ссылок на нее в сети Internet).

ЛВА проблем надежности, живучести и безопасности (НЖБ) в период с 1970 по 2008 год изложен в монографии [7] и брошюре [8].

В книге [7] изложены все основные понятия и определения теории НЖБ ССС в их историческом становлении и развитии на протяжении 38 лет. Книга, насыщенная большим числом примеров, правил и формул, является своеобразным самоучителем по ЛВИ.



## ОЖИВЛЕНИЕ ИНТЕРЕСА МАТЕМАТИКОВ К ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНОМУ АНАЛИЗУ

Долгое время не удавалось вызвать интерес к ЛВИ у чистых математиков, хотя такие попытки и делались. В монографии [6] на стр.44-48 доктор физ.-мат. наук Н.В.Хованов дал общее чисто теоретико-вероятностное решение задачи о вероятности состояния сложного вентиля, собранного по «мостиковой схеме» из пяти простых вентилях.

На основании «формулы полной вероятности» Николай Васильевич получил многопараметрическую формулу (3.8) (нумерация ведется в соответствии с источником [6]), из которой следует вывод об абсолютной правильности и точности решения этой задачи с помощью логико-вероятностных методов (ЛВМ) более простым и удобным для ЭВМ и инженеров способом.

Классический способ решения таких задач предполагает, что вычислитель **умеет** проводить преобразования формул событий, используя дистрибутивности операций объединения и пересечения множеств. А также **знает** формулы сложения и умножения вероятностей и **понимает**, что такое «независимость событий в совокупности» и что такое «условная вероятность».

Предположение о том, что современный пользователь умеет, знает, понимает и пр., по нашему мнению, несколько завышено.

Если же говорить о чистых математиках, то следует отметить несколько диссертационных работ, защищенных по физико-математическим наукам, в которых в прямой постановке ставится вопрос об использовании логико-вероятностных методов:

- Витяев Е.Е. «Логико-вероятностные методы извлечения знаний из данных и компьютерное познание» [9].
- Ступина Т.А. «Построение логико-вероятностной модели прогнозирования систем разнотипных переменных» [10].
- Демин А.В. «Логико-вероятностный метод извлечения знаний и его применение в задачах прогнозирования и управления» [11].

В диссертационной работе Кулика Б.А. «Логический анализ систем на основе алгебраического подхода» [12] следует отметить новый подход к моделированию и анализу систем с многими состояниями, позволяющий производить расчеты вероятностных характеристик этих систем без нарушения законов булевой алгебры и классических законов теории вероятностей за счет синтеза алгебры множеств и теории многоместных отношений.

Теоретические исследования Б.А.Кулика, направленные на увеличение эффективности и результативности логического анализа систем, обогатили дискретную математику за счет расширения алгебры множеств.

Академик Л.Д.Фаддеев, в статье «миллион за сложность» [14], говоря о математической логике, сказал:

*«Казалось бы, формальная наука. С другой стороны, она – основа теории алгоритмов, которая находит самое широкое применение в вычислительных машинах. В этой области возникает так называемая проблема сложности, когда обратно в математическую логику возвращаются задачи, связанные с оценкой сложности алгоритмов. Это направление сейчас активно развивается. Слава богу, эта задача вызывает интерес у молодежи, поскольку она связана с компьютерной наукой».*

Здесь уместно выделить работу молодой участницы международной научной школы (МНШ) МАБР Анастасии Горопашной [13], которая развила теорию ЛВМ в области немонотонных структур. Первым, кто обратил внимание в начале 80-х годов на важности и актуальности НЖБ, когда сценарий развития аварии должны описываться немонотонными ФАЛ, был Александр Сергеевич Можяев. В отличие от ЛВМ, использующих только две логические операции, он ввел и отрицание, назвав этот метод общим логико-вероятностным методом (ОЛВМ) [15]. Развивая эту новую методологию моделирования, ему удалось создать уникальный программный комплекс (ПК) АРБИТР (21.02.2007), но «не хватило времени» заниматься теорией, т.е. теоремами и формулами. Это досталось А.В.Горопашной, которая рассмотрела два вида немонотонных ФАЛ:



- первого типа, когда в дизъюнктивно-нормальной форме (ДНФ) для любого номера аргумента  $i$  входит только отрицание аргумента ( $\bar{x}_i$ ), а сам аргумент  $x_i$  в функцию не входит;
- второго типа, когда в ДНФ хотя бы для одного номера  $i$  входят как утверждение  $x_i$ , так и отрицание  $\bar{x}_i$ .

Немонотонные логические функции первого типа можно привести к монотонным путем замены переменных [4]. Немонотонные логические функции второго типа нельзя привести к монотонным. Предложенные в работе [13] методы позволяют оценивать важность аргументов ФАЛ для любых немонотонных функций.

Кроме математических диссертаций с использованием ЛВМ интересно отметить работы В.П.Голикова [16, 17], в которых он использовал ЛВМ для определения количества простых чисел в натуральном ряду, которые не превосходят данное  $n$  (формула решета Эратосфена).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛВМ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Здесь в первую очередь нужно упомянуть о публикациях независимого эксперта Олега Анатольевича Панина, который в работах [18-20] достаточно подробно и на количественных примерах высказался о ЛВМ, как:

- о «мощном механизме анализа структурно-сложных систем» и его пригодности для анализа безопасности интегрированных систем защиты (ИСЗ) [18];
- о необходимости внедрения ЛВМ в практику проектирования систем физической защиты (СФЗ) потенциально-опасных и критически-важных объектов [19];
- о возможности структурирования ассоциативной (бесструктурной) СФЗ с помощью ЛВМ и измерения их эффективности. «Применение ЛВМ для оценки эффективности СФЗ таит в себе большие потенциальные возможности и должно найти себе достойное место в практике реального проектирования» сказано в выводах [20].

В докладе ООО «ПСФ ИСТОК» [21] сообщается о том, что «... Изначально модуль *Safety* разрабатывался исключительно для оценки структурной надёжности топологических структур, порождаемых моделями сетей жизнеобеспечения, и был встроен в ряд программ для расчёта инженерных сетей. После знакомства с работами И.А.Рябинина выяснилось, что круг задач, которые могут решаться методами анализа структурно-сложных систем, гораздо шире. В частности, особый интерес представляет оценка безопасности проектируемых или уже эксплуатируемых систем».

В статье Матюшина М.М. [22]: «Использование логико-вероятностной модели оценки значимости структурных элементов оперативного контура управления российским сегментом Международной космической станции» отмечается, что одной из актуальнейших на сегодняшний момент задач, связанных с улучшением работы системы управления полетами российского сегмента (РС) Международной космической станции (МКС) является снижение риска совершения ошибок, в том числе, наземным контуром управления. Рассматриваются вопросы получения количественной оценки безошибочности работы оперативного контура управления (ОКУП) РС МКС, а также влияния безошибочности работы структурных элементов ОКУП на безошибочность его функционирования в целом. Описывается процесс построения логико-вероятностной модели оперативного контура управления, применяющейся для решения этих задач.

В работе Шарова В.Д. [23]: «Синтез априорного оценивания безопасности предстоящих полётов по группе факторов “Среда”» предлагается методика разработки синтезированной функции оценивания влияния внешней среды на безопасность предстоящих полетов, основанная на применении известного ЛВМ.

Особо следует выделить работу Зайцевой Е.Н., Поттосин Ю.В. «Оценка вероятности анализа невосстанавливаемых систем с использованием методов алгебры логики» [24] из



Словакии, в которой Е.Н.Зайцева для анализа надежности систем с несколькими уровнями работоспособности предложила использовать так названные ей **направленные логические производные**, которые позволяют определить наборы переменных при заданных изменениях  $i$ -й переменной и для заданного изменения функции. Для структурной функции

$$\Phi(x_1, \dots, x_n) = \Phi(X) : \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\} \quad (1)$$

логическая направленная производная по  $i$ -й переменной определяется как

$$\frac{\partial \Phi(j \rightarrow \bar{j})}{\partial x_i(a \rightarrow \bar{a})} = \{\Phi(a_i, x) \sim j\} \wedge \{\Phi(\bar{a}_i, x) \sim \bar{j}\},$$

где  $\Phi(a_i, x) = \Phi(x_1, \dots, x_{i-1}, a, x_{i+1}, \dots, x_n)$ ,  $a \in \{0,1\}$ , а символ  $\sim$  обозначает операцию эквивалентности. Всего для булевой функции могут быть определены четыре типа направленных логических производных по  $i$ -й переменной:

$$\partial \Phi(0 \rightarrow 1) / \partial x_i(0 \rightarrow 1), \partial \Phi(0 \rightarrow 1) / \partial x_i(1 \rightarrow 0), \partial \Phi(1 \rightarrow 0) / \partial x_i(0 \rightarrow 1), \partial \Phi(1 \rightarrow 0) / \partial x_i(1 \rightarrow 0).$$

Для монотонной булевой функции, которой является структурная функция (1), имеют смысл два типа производных:  $\partial \Phi(0 \rightarrow 1) / \partial x_i(0 \rightarrow 1)$ ,  $\partial \Phi(1 \rightarrow 0) / \partial x_i(1 \rightarrow 0)$ . Добавим от себя, что для немонотонной булевой функции будут иметь смысл все четыре типа производных. Статья прекрасно проиллюстрирована простым, но весьма наглядным примером, определениями и вычислениями.

Небольшая работа Матвеева Е.В., Смирновой М.А. «Моделирование характеристик информационной безопасности объекта с помощью **логико-вероятностного подхода**» [25] претендует на первое применение ЛВМ в области защиты информации. Авторы считают, что на примере данной работы можно убедиться, что

*«... логико-вероятностный метод может применяться не только для проектирования опасных производственных объектов или систем управления технологическими (промышленными) процессами, но и в области защиты информации для определения надежности этой защиты».*

Диссертационные работы:

- Тарасовой Т.Е. «Методика определения значимости элементов учебных программ на основе **логико-вероятностных методов**» [26];
- Галиева Р.Ф. «Совершенствование систем управления строительных организаций с использованием механизма **логико-вероятностного моделирования** процессов управления» [27];
- Черткова Р.А. «Анализ структурной надёжности при проектировании смежных систем передачи информации с применением **логико-вероятностных методов**» [28];
- Мосягина А.А. «Мониторинг потенциально опасных объектов на основе **логико-вероятностного моделирования**» [29]; свидетельствуют, что ЛВМ помогают молодым ученым из разных городов России становиться кандидатами педагогических, экономических, технических наук. Были обнаружены диссертации с использованием ЛВМ по юридическим и даже медицинским наукам (в области диагностики). А докторские диссертации Антонова Г.Н. и Викторовой В.С. [30] подтверждают их высокий уровень и практическую направленность.

То же самое можно было бы сказать и о монографии С.В.Богословского под названием «**Логико-вероятностные методы** в экономике» [31], которая предназначена для потенциальных заказчиков-менеджеров крупного бизнеса в различных областях экономики.



*«Чтобы новые подходы к ЛВИ совершили такой же революционный прорыв на финансовом рынке, какой в середине XIX века совершил Джордж Буль в развитии индуктивной логики, а в середине XX века Г.Марковиц в выборе оптимального портфеля с помощью аналитического аппарата теории вероятностей, потребуется некоторое время и приложение многих творческих усилий в вопросах формализации сценариев управления риском в бизнесе»,* – писал я в [6, с.72] с надеждой на счастливую судьбу ЛВА в XXI веке.

Составление сценария успеха (неуспеха) какой-либо организационной системы является творческим процессом, присущим людям, глубоко знающим функционирование такой системы, то есть предметникам (назовем их для краткости из-за знания предмета исследования). Только специалист предметник может на естественном языке сформулировать полное число гипотез, которые приводят систему к успеху (или неуспеху).

Механический перенос знаний и результатов ЛВИ из области технических систем, в которых они были первоначально созданы, в область экономики (с учетом ее специфики) не может существенно обогатить знаниями эти новые предметные области.

В работе [31], к сожалению, отсутствует раздел формализации экономических задач. Все примеры взяты из техники (рис. 1.2, 3.6, 3.9, 4.2, примеры 3.7, 3.9, 3.11 и др., нумерация в соответствии с источником).

Определенной новизной обладает термин **валидность (невалидность)**, под которым понимается полное соответствие качества продукции требованиям стандартов (ГОСТ Р ИСО 9001:2001, ГОСТ Р 40.002-96). Под невалидностью (в отличие надежности) понимается не только отказ, но и любой дефект, не лишаящий изделие работоспособности. Всякое несоответствие требованиям стандартов в двоичной логике объявляется «ложью» (0). Поэтому в монографии [31] исследуется не надежность, а именно валидность экономических систем. Несмотря на близость этих понятий, следует признать, что надежность является частным случаем валидности.

Метод группового исчисления логических ситуаций путем их разложения по подфункциям [31, стр.59-78] позволяет сводить модели сложных логических структур к совокупности несовместных последовательно-параллельных структур. Иначе говоря – это обобщение известного разложения логической функции по некоторому набору ее аргументов. В работе [6, §5.6] он изложен под названием схемно-логического метода.

Возвращаясь к вопросу формализации ССС любой природы, следует знать:

- составление функции работоспособности системы (ФРС) (или неработоспособности) с помощью кратчайших путей успешного функционирования (КПУФ), или минимальных сечений отказов (МСО) является **весьма трудным делом**;
- применение графов и матриц связности **значительно упрощает процесс** нахождения ФРС ССС [32];
- не зная ФРС ССС, но, умея на языке алгебры логики сформулировать полную группу несовместных гипотез функционирования ССС, **позволяет решать** эти задачи [33, 31];
- применение графического аппарата схем функциональной целостности (СФЦ) и программного комплекса АРБИТР [34] **позволяет решать** задачи автоматизированного структурно-логического моделирования разных свойств устойчивости, эффективности и риска функционирования различных видов и классов систем большой размерности и высокой структурной сложности.

О современных возможностях ЛВА можно судить по докладам [35-40] на Международной Научной Школе МАБР-2009.

О технологии автоматизированного структурно-логического моделирования надежности, живучести, безопасности, эффективности и риска функционирования систем лучше всего судить по статье А.С.Можаева [34]. Однако из-за малого тиража (150 экземпляров) эта информация труднодоступна для читателей. В этой работе А.С.Можаев, идя на помощь пользователям ПК Relex и Risk Spectrum, способных решать задачи только для простых структур типа дерево отказов за счёт существенного усложнения технологии СФЦ (увеличения числа реальных элементов с 15 до 48 и введения 88 фиктивных элементов), сумел придать ей свойства «квази



дерева отказов СФЦ» и решить, таким образом, структурно-сложную задачу (**Задачу**, известную по номерам 35 [33]). Если ему удастся разработать алгоритм построения таких «квази деревьев» для любых ССС, то это будет существенная помощь Западу.

В большой статье четырех авторов [41], рассматривается новая и перспективная информационная технология автоматизированного моделирования, носящая название «общий логико-вероятностный метод», реализованная в программном комплексе автоматизированного структурного моделирования (ПК АСМ) и обеспечивающая оценивание надежности, живучести, безопасности, эффективности и риска функционирования разнородных систем различной физической природы и назначения, обладающих высокой структурной сложностью.

О практическом применении комплекса «АРБИТР» можно много полезного узнать из доклада А.С.Можаева на 17-ом научном семинаре НТЦ ПБ 23 ноября 2009 года [42].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. *«Работы и исследования в области логико-вероятностного анализа, не только важный этап в теории и практике расчетов надежности и безопасности структурно-сложных систем, но и значимое теоретическое открытие в области логики и методологии науки»* [8, с.34; 37, с.116].
2. Большинство реальных систем относятся именно к классу ССС, но из-за математических трудностей они пока изучаются, в основном, описательным путем. Кроме трудностей математического характера, следует обратить внимание на трудности творческого характера, связанные с необходимостью структурирования таких задач. Составление сценария успеха (валидности) требует глубоких знаний об особенностях функционирования таких систем.
3. В случае «структурно-простых систем», когда ФАЛ системы является бесповторной, нецелесообразно такие исследования называть анализом, методом или исчислением. Точнее будет термин **подход**, которым пользовались авторы [18, 25, 35, 36].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ryabinin I.A. Probabilistic logic and logical-probabilistic calculus. //International scientific school «Modelling and analysis of safety and risk in complex systems». MASR-2002, p.19-23.
2. Рябинин И.А. Вероятностная логика и логико-вероятностное исчисление. //Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2002, с.23-27.
3. Рябинин И.А. Феномен логико-вероятностного исчисления. // [www.szma.com/obzor3.pdf](http://www.szma.com/obzor3.pdf).
4. Рябинин И.А. Математическое понятие логико-вероятностного исчисления и особенности его применения в случае немонотонных, повторных и правильных функций алгебры логики. //Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2009, с.17-25. (<http://logic-cor.narod.ru/Ryabinin.pdf>).
5. Рябинин И.А. Логико-вероятностное исчисление как аппарат исследования надежности и безопасности структурно-сложных систем. // Автоматика и телемеханика, №7, 2003, с.178–186.
6. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. 2-е издание, переработанное и дополненное. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007, – 276с.
7. Рябинин И.А. Логико-вероятностный анализ проблем надежности, живучести и безопасности. Новочеркасск: Южно-Российский государственный университет (Новочеркасский политехнический институт), Лик, 2009. – 600с.



8. Смысл логико-вероятностного анализа проблем надежности, живучести и безопасности. Осмысление специалистами содержания книги И.А.Рябинина «Надежность, живучесть, безопасность. Очерк разных лет». Новочеркасск: Лик, 2009. –56с.
9. Витяев Е.Е. Логико-вероятностные методы извлечения знаний из данных и компьютерное познание. //Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук по специальности 05.13.01, г. Омск, 2006г.
10. Ступина Т.А. Построение логико-вероятностной модели прогнозирования систем разнотипных переменных. //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 05.13.18, г. Новосибирск, 2006г.
11. Демин А.В. Логико-вероятностный метод извлечения знаний и его применение в задачах прогнозирования и управление. //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 05.13.11, г. Новосибирск, 2008г.
12. Кулик Б.А. Логический анализ на основе алгебраического подхода. // Диссертация на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук по специальности 05.13.01, СПб, 2008г.
13. Горопашная А.В. Методы анализа безопасности сложных технических систем. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 05.13.01, СПб, 2009г.
14. Фаддеев Л.Д. Миллион за сложность. // Известия, 09.08.2002.
15. Можаяев А.С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности структурно-сложных систем. Уч. пособие, Л.:ВМА, 1988.
16. Голиков В.П. Некоторые аналитические свойства решета эратосвена. // Двойные технологии, №3, 2002, с.25-33.
17. Голиков В.П. Рациональный алгоритм вычисления значений функции распределения простых чисел. // Двойные технологии, №4, 2003, с.53-58.
18. Панин О.А. Анализ безопасности интегрированных систем защиты: логико-вероятностный подход. //Специальная техника, <http://st.ess.ru/publications/5-2004/panin.pdf>, с.1-10.
19. Панин О.А. Проблемы оценки эффективности функционирования систем физической защиты объектов. //БДИ – безопасность, достоверность, информация, №3[72], 2007, с.23-27.
20. Панин О.А. Как измерить эффективность? Логико-вероятностное моделирование в задачах оценки систем физической защиты. //БДИ – безопасность, достоверность, информация, №2[77], 2008, с.20-24.
21. ПСФ ИСТОК. Оценка структурной значимости элементов сложных систем. //PSF ИСТОК, 2006-2009, [www.istok-soft.ru](http://www.istok-soft.ru). Модуль оценки структурной значимости элементов систем Safety.
22. Матюшин М.М. Использование логико-вероятностной модели оценки значимости структурных элементов оперативного контура управления российским сегментом Международной космической станции. //Космонавтика и ракетостроение, ЦНИИМАШ, №1, 2007, с.144-152.
23. Шаров В.Д. Синтез функции априорного оценивания безопасности предстоящих полетов по группе факторов «Среда». // Проблемы безопасности полетов, №11, 2007.
24. Зайцева Е.Н., Поттосин Ю.В. Оценка вероятности отказа невозстанавливаемой системы с использованием методов алгебры логики. // Информатика, №2, 2007, с.77-85.
25. Матвеев Е.В., Смирнова М.А. Моделирование характеристик информационной безопасности объекта с помощью логико-вероятностного подхода, <http://ksi.avo.ru/seminar/22.pdf>.



26. Тарасова Т.Е. Методика определения значимости элементов учебных программ на основе логико-вероятностных методов. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук, г. Тольятти, 2000г.
27. Галиев Р.Ф. Совершенствование систем управления строительных организаций с использованием механизма логико-вероятностного моделирования процессов управления. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.0.05, г. Москва, 2007г.
28. Чертков Р.А. Анализ структурной надежности при проектировании сложных систем передачи информации с применением логико-вероятностных методов. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12, г. Воронеж, 2004г.
29. Мосягин А.А. Мониторинг потенциально опасных объектов на основе логико-вероятностного моделирования. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.10, г. Москва, 2009 г.
30. Викторова В.С. Агрегирование моделей анализа надежности и безопасности технических систем сложной структуры. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01, г. Москва, 2009 г.
31. Богословский С.В. Логико-вероятностные методы в экономике. Монография, Санкт-Петербургская академия межотраслевых наук (АМОН), 2007. – 196 с.
32. Смирнов А.С., Гайдамович Д.А. Применение графа и матрицы связности для нахождения функции работоспособности электроэнергетических систем. // Электричество, №5, 2000, с.21-25.
33. Рябинин И.А. Основы теории и расчета надежности судовых электроэнергетических систем. 2-е издание, переработанное и дополненное. Л.: Изд-во «Судостроение», 1971.-456с.
34. Можаяев А.С. Технология автоматизированного структурно-логического моделирования надежности, живучести, безопасности, эффективности и риска функционирования систем. // Фундаментальные проблемы безопасности. М.: Вузовская книга. 2008, с.174-201.
35. Карасев В.В., Карасева Е.И., Соложенцев Е.Д. Развитие логико-вероятностного подхода к управлению риском и эффективностью в экономике. // Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2009, с.187-197.
36. Долинский Л.Б. Моделирование дефолтов по облигационным займам на основе логико-вероятностного подхода. // Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2009, с.198-200.
37. Кулик Б.А. Феномен логико-вероятностного исчисления. // Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2009, с.111-116.
38. Лисейчиков Н.И., Тумар В.А., Пегов Д. Обоснование алгоритма анализа взрывопожаробезопасности объектов хранения взрывчатых материалов логико-вероятностными методами. // Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2009, с.440-442.
39. Римов А.А., Можаяев А.С. Методические основы оценки надежности и риска электрических систем и сетей. // Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2009, с.445-452.
40. Сукач Е.И., Рыбалтовская Д.В., Кулага В.Н. Расширение метода логико-вероятностного моделирования сложных систем. // Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» МАБР-2009, с.471-476.



41. Рябинин И.А., Можаяев А.С., Свирин С.К., Поленин В.И. технология автоматизированного моделирования структурно-сложных систем. // Морская радиоэлектроника, №3(21), 2007, с.58-63; №4(22), 2007, с.54-59; №1(23), 2008, с.60-63; №2(24), 2008, с.52-55.
42. Можаяев А.С. Теоретические основы, опыт применения и направления развития общего логико-вероятностного метода и программного комплекса «АРБИТР» моделирования надёжности, живучести, безопасности и риска систем. // Microsoft Power Point – Mozhaev 17 РВ. Ррт [Режим совместимости], Выступление на 17-ом научном семинаре НТЦ ПБ 23 ноября 2009 г. г.Москва.

УДК 330.101.5

## О СОЗДАНИИ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ «И<sup>3</sup> – ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ»

Е. Д. Соложенцев

Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург, [esokar@gmail.ru](mailto:esokar@gmail.ru)

**Аннотация.** Обоснована актуальность и изложена суть проблемы, изложены основные положения И<sup>3</sup> - технологий, сформулированы цели и задачи научного направления, рассмотрены классы логико-вероятностных моделей риска и процедуры И<sup>3</sup>-технологий, приведены примеры применения И<sup>3</sup> -технологий для управления риском в разных областях экономики, сделан вывод о целесообразности создания Научных Центров “И<sup>3</sup> -технологии в экономике”.

**Ключевые слова:** научный центр, информационный, инновационный, интеллектуальный, технология, экономика, система, состояния, логика, вероятность, модель, риск, знания

### 1. Актуальность проблемы

**Трудные экономические проблемы.** Решение многих экономических проблем встречает большие трудности. К таким проблемам относятся противодействие взяткам и коррупции, управление кредитными и операционными рисками, развитие малого и среднего бизнеса и др. Необходимы методики и технологии для решения трудных и повседневных проблем с адекватным математическим аппаратом.

Анализ экономических проблем и методик их решения в условиях глобализации мирового рынка, кризиса и реформ приведен в работах крупных ученых. Так Е. В. Балацкий [1] отмечает, что наука подошла к своему естественному рубежу, за которым ничего конструктивного нет. Академик В. М. Полтерович [2] предлагает планы выхода России из экономического кризиса и ее развития в виде постепенных консервативных реформ. Академик А. И. Татаркин и чл.-корр. РАН Р. С. Гринберг [3] дают оценку социально-экономических последствий присоединения России к Всемирной торговой организации (ВТО) и излагают методики диагностирования экономической безопасности регионов России в случае присоединения. Лауреат Нобелевской премии Патрик Дж. Бьюкенен [4] рассматривает модели устойчивого развития на основе теории игр двух партнеров. Академик В. Л. Макаров и д. т. н. А. Р. Бахтизин [5] рассматривают новый инструмент в общественных науках – агент-ориентированные модели (АОМ) для получения знаний об обществе и моделирования социальных систем. Однако этот инструмент не применим для оперативного анализа и управления риском и эффективностью деятельности банков и предприятий.

Выполненный анализ показывает, что в экономической науке отсутствуют эффективные модели для оценки, анализа и управления риском и эффективностью по статистическим данным.