Правовая информатика

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
№ 4, 2020 г.
Выходит 4 раза в год

Зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство № 015372 от 01.11.1996 г.

Журнал входит в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и международную систему идентификации научных публикаций CrossRef (DOI).

Учредитель и издатель:
Федеральное бюджетное учреждение «Научный центр правовой информации при Министерстве юстиции Российской Федерации»

Отпечатано в РИО НЦПИ при Минюсте России.
Печать цветная цифровая.
Подписано в печать 25.12.2020 г.
Общий тираж 100 экз. Цена свободная.

Адрес редакции:
125437, Москва, Михалковская ул.,
65, стр.1
Телефон: +7 (495) 539-25-29
E-mail: inform360@yandex.com

Требования, предъявляемые к рукописям, размещены на сайте
http://uzulo.su/prav-inf

СОДЕРЖАНИЕ

Подписка на журнал осуществляется в почтовых отделениях по каталогу «Пресса России». Подписной индекс: 34077

LEGAL INFORMATICS

RESEARCH AND PRACTICE JOURNAL
2020, No. 4
The journal is published quarterly.

Registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications
Registration Certificate No. 015372
of the 1st of November 1996.

The journal is registered in the Russian Science Citation Index (RINTs) and CrossRef, the official Registration Agency of the International Digital Object Identifier (DOI) Foundation

Founder and publisher:
Federal State-Funded Institution "Scientific Centre for Legal Information under the Ministry of Justice of the Russian Federation"

Printed by the Printing and Publication Division of the Scientific Centre for Legal Information under the Ministry of Justice of the Russian Federation.
Printed in digital colour. Approved for print on the 25th of December, 2020.
Number of items printed: 100. Free price.

Postal address:
Mikhalkovskaya str., bld. 65/1,
125 438, Moscow, Russia
Telephone: +7 (495) 539-23-14
E-mail: inform360@yandex.com
Guidelines for preparing manuscripts for publication can be found on the website
http://uzulo.su/prav-inf

CONTENTS

The journal can be subscribed to at post offices through the Press of Russia (Pressa Rossii) Catalogue. Publication index: 34077

АРХИТЕКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ И ЗНАНИЙ ПОДСИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И КООРДИНАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ЭРГАСИСТЕМЕ

Ловцов Д.А.*

Ключевые слова: *иерархическая эргасистема, база данных и знаний, информационно-математическая модель, информационные процессы, технологические процессы переработки информации, ситуационное планирование и координация, автоматизированная подсистема планирования и координации, фреймовая модель, фрейм-прототип, фрейм-образец, фрейм-сценарий, информационно-функциональная структура, принципы, требования.*

Аннотация.

Цель работы: *совершенствование научно-методической базы теории правовой информатики.*

Метод: *системный анализ, концептуально-логическое и логико-лингвистическое моделирование базы данных и знаний (БДЗ) и информационного процесса ситуационного планирования и координации технологических процессов переработки информации в иерархической эргасистеме.*

Результаты: *определены методологические принципы новой информационной технологии автоматизации управления на основе совокупности функциональных БДЗ, а также методологическая диаграмма их разработки; определены требования к формализованному представлению знаний в функциональной БДЗ; обоснованы стратегия ситуационного планирования и координации информационных процессов в иерархической эргасистеме и информационно-функциональная структура БДЗ автоматизированной подсистемы планирования и координации; разработана соответствующая фреймовая модель информационного процесса ситуационного планирования и координации технологических процессов переработки информации.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-04-19

Введение

Повышение эффективности существующих эргасистем связано главным образом с внедрением новой (нетрадиционной) информационной технологии (НИТ) автоматизации на основе создания и развития проблемно-ориентированной внутримашинной информационной базы [9].

Сущность НИТ автоматизации управления сложным динамическим объектом (СДО) заключается в следующем. Любая (традиционная или новаторская — «новая») технология автоматизации управления СДО связана с двумя типами информационных массивов: «данными» и «программами», причём традиционно в последних определяется порядок использования данных, а задачи разделения информационных массивов (ИМ) на данные и программы решают системные аналитики и прикладные (профессиональные) программисты. В итоге, кстати, значительное развитие получили методы упрощения манипулирования данными, что выразилось в концепции системы управления базами данных (СУБД)[1].

Такая односторонность приводит к необходимости создания эргасистем для управления конкретными СДО, так как данные (фактография), описывающие каждый СДО, естественно, различны. При этом для разработки частных эргасистем (в частности, АСУ как управляющего объекта-подсистемы) требуются свои системные аналитики и прикладные программисты, которые после разработки комплекса прикладных программ вынуждены сопровождать их длительное время. В результате в области применения *комплексов средств автоматизации* (КСА) возникла кризисная ситуация, связанная со значительной потребностью в прикладных программистах и «долгостроем» в раз-

[1] Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. М.: Мир, 1980. 662 с.

* ***Ловцов Дмитрий Анатольевич,*** *доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заместитель по научной работе директора Института точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева Российской академии наук, заведующий кафедрой информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: dal-1206@mail.ru

работке специального *информационно-программного обеспечения* (ИПО) для автоматизации функций эргасистем. Разрешение кризиса возможно путём перехода к НИТ, сущность которой заключается в привлечении парапрограммистов (операторов эргасистемы, не являющихся профессиональными программистами) к процессам алгоритмизации функций (задач) эргасистем, сопровождения ИПО и даже разработки ИПО на основе использования языков программирования сверхвысокого уровня, специальных языков запросов к информационной базе и языков формирования спецификаций[2].

Проблемно-ориентированная внутримашинная информационная база эргасистемы — это взаимосвязанный комплекс специализированных баз данных и знаний (БДЗ) функциональных подсистем эргасистемы, обеспечивающий решение целевых и функциональных задач эргасистемы [1, 3—5, 9].

Специализированная (функциональная) БДЗ — это информационно-математическая модель предметной области, основанная на знаниях (о предметной области) и содержащая в качестве базисной логико-лингвистическую модель представления знаний (тезаурус функциональной подсистемы), предназначенная для создания прикладной интеллектуальной человеко-машинной системы (вопросно-ответной, расчётно-логической, экспертной, поддержки принятия решений и пр.) [7, 9].

Методологические принципы НИТ

Основными методологическими принципами НИТ, необходимыми при исследовании, разработке и применении информационной базы эргасистемы, являются следующие:

1. *Принцип проблемной ориентации* ИПО: эргасистема рассматривается как система конечного числа взаимосвязанных автоматизированных информационных процессов или *технологических процессов переработки информации* (ТППИ) — предметных областей, видов деятельности по переработке информации, представленных системой понятий (начальных, промежуточных, целевых) и функций перехода между ними, отражающих сущность переработки информации в данном виде деятельности [14]. Следовательно, структуры данных должны описывать систему понятий ТППИ, а программировать нужно функции перехода, т. е. создавать программы-функции.

2. *Принцип кооперации разработчиков* ИПО: разработку специального ИПО видов деятельности (программ-функций) и обеспечение их эффективности целесообразно осуществлять системным аналитикам и прикладным программистам, а сопровождение — операторам-парапрограммистам, так как сопровождение при НИТ сводится к совершенствованию и пополнению системы понятий и функций предметной области по результатам анализа потребностей операторов эргасистемы, что предполагает наличие у них качеств системных аналитиков. При этом, поскольку понятия, формализованные в структурах данных (фреймах и др. [2, 9]) эксплицированы из предметных областей, то операторы эргасистемы получают возможность, заполняя (модифицируя, удаляя) данные, изменять взаимосвязанную работу программ-функций (по сути, создавать новые программы), т. е. «автоформализовать» свои профессиональные знания [13].

3. *Принцип унификации* ИПО: прикладные программы (т. е. ТППИ) в эргасистеме при НИТ определяются соответствующими перерабатываемыми данными. Таким образом, осуществляется переход от баз данных к БДЗ, отличающимся наличием специального процедурного компонента — *комплекса программ-функций*, представляющего собой знания о том, как использовать имеющиеся данные для достижения целей предметной области. Следовательно, ИПО необходимо разрабатывать не для частных эргасистем (АСУ СДО), а для предметных областей (функциональных подсистем) эргасистемы. При этом настройка созданных функциональных проблемно-ориентированных БДЗ для конкретных типов СДО заключается в заполнении структур данных соответствующей фактографией.

Данная НИТ позволяет решить проблему морального старения («долгостроя») ИПО эргасистемы в процессе его разработки (когда сроки создания ИПО по традиционной технологии превышают сроки эксплуатации СДО). Преимущества НИТ автоматизации основываются на том, что постановка задачи вида деятельности в эргасистеме, выраженная в соответствующей системе понятий предметной области, рассматривается в НИТ одновременно и как система понятий формальной модели, используемая для автоматизации, тогда как в традиционной информационной технологии системы понятий предметной области и формальной модели, как правило, не совпадают. Это различие и является *основной причиной* затруднений, возникающих при взаимодействии оператора с КСА (ЭВМ) в процессе решения функциональных задач эргасистемы.

Требования к формализованному представлению знаний в функциональной БДЗ

Способ формализованного представления знаний о предметной области (информационном процессе) в эргасистеме (АСУ СДО) отражает определённый способ преобразования знаний для достижения целей информационного процесса (ТППИ), который определяется выбранными математическими методами решения соответствующих задач и моделью функционирования управляемого СДО.

Управление СДО представляет собой организацию множества физических процессов функционирования, протекающих в бортовых (встроенных) подсистемах (БПС) управляемых СДО, и изменения пространственно-временного положения объекта.

[2] Представление и использование знаний / Под ред. Х. Уэно. М. Исидзука. М.: Мир, 1989. 220 с.

При этом организация процессов обеспечивается отработкой БПС алгоритмов $A_{\text{у}}(T)$ управления в виде временно́й (на интервале) последовательности управляющих воздействий (УВ), формируемых устройством управления (УУ) СДО. Тогда любой *алгоритм функционирования* БПС можно представить реализацией соответствующего $A_{\text{у}}(T)$ и совокупностью процессов функционирования СДО, порождаемых данным $A_{\text{у}}(T)$. Совокупность алгоритмов функционирования для всех БПС СДО от момента его выхода из некоторого начального (дежурного) состояния до заданного момента достижения целей управления представляет временну́ю программу управления (ВПУ) СДО. Причём изменение пространственно-временного положения СДО может влиять на некоторые процессы, протекающие в его БПС[3].

Поэтому формализованное представление знаний Φ_Q о процессах функционирования СДО [10] должно ***интегрировать*** массивы контрольно-измерительной информации (КИИ) о текущих алгоритмах управления $M[A_{\text{у}}(T)]$ и значениях навигационных параметров $M[H(T)]$ на интервале T наблюдения функционирования СДО, т. е.:

$$\Phi_Q : \left\{M\left[A_{\text{у}}(T)\right], M[H(T)]\right\} \rightarrow \rightarrow \{Q[Y_{\text{п}}(T)], Q[Y_D(T)]\}, \quad (1)$$

где $Q[Y_{\text{п}}(T)$ — знания, позволяющие проверить по КИИ соответствие наблюдаемых процессов $Y_{\text{н}}(T)$ процессам $Y_{\text{п}}(T)$ правильного функционирования СДО; $Q[Y_D(T)]$ — знания, позволяющие получить оценку проявляющегося дестабилизирующего фактора (ДФ) $\delta \in D(T)$, нарушающего соответствие процессов $Y_{\text{н}}(T)$ и $Y_{\text{п}}(T)$.

Традиционно для каждого конкретного СДО разрабатывается свое Φ_Q и свое ИМО (ИПО) функциональных подсистем эргасистемы (например, подсистем координации и планирования, диагностирования, навигационных определений[4]), за исключением функций сбора и преобразования измерительной информации. Это требует больших экономических и временны́х затрат. Поэтому возникает необходимость разработки инвариантного Φ_Q к различным СДО, так как именно инвариантное представление знаний о предметной области является основой для разработки инвариантных алгоритмов, применяющих эти знания, т. е. предполагается выполнение следующего условия:

$$A_i\left(\Phi_{Qi}\right) = A_j\left(\Phi_{Qj}\right) \mid i, j = \overline{1, m};\ i \neq j, \quad (2)$$

где m — количество различных СДО, обслуживаемых Φ_Q; A_i, A_j — множества алгоритмов применения знаний для выполнения специальной задачи управления i-м и j-м СДО, соответственно.

Особенностью автоматизации процессов контроля состояния СДО является принципиальная неполнота и неточность знаний $Q(Y_{\text{П}})$ и $Q(Y_D)$, так как в процессе стендовых и производственных испытаний образца СДО во многих случаях невозможно создать реальные условия применения БПС СДО и их функций, предусмотреть все возможные проявления ДФ, которые появятся в процессе применения СДО. Поэтому возникает необходимость, чтобы Φ_Q обеспечивалось интеллектуальным интерфейсом, который позволял бы операторам-парапрограммистам пополнять и уточнять $Q(Y_{\text{П}})$ и $Q(Y_D)$ на различных этапах «жизненного цикла» СДО: наземные комплексные испытания $(T_{\text{н}})$, лётные испытания $(T_{\text{л}})$, штатная эксплуатация $(T_{\text{ш}})$ и др., т. е.:

$$E\left(\Phi_Q\right): \left\{\widetilde{\widetilde{Q}}\,[Y_{\text{п}}(T)],\ \widetilde{\widetilde{Q}}\,[Y_D(T)]\right\} \rightarrow \left\{\widetilde{Q}\,[Y_{\text{п}}(T)],\ \widetilde{Q}\,[Y_D(T)]\right\} \mid T\{T_{\text{н}}, T_{\text{л}}, T_{\text{ш}}\}, \quad (3)$$

где $E\left(\Phi_Q\right)$ — интеллектуальный интерфейс, позволяющий оператору осуществлять отображение неполных и неточных знаний (две волнистые линии) в более полные и точные (одна волнистая линия).

Использование известных предложений по формализованному представлению знаний (исчисление предикатов первого порядка, реляционное исчисление, формальные грамматики и др.) предполагает наличие у разработчика функциональной БДЗ серьёзных навыков и логической культуры мышления. По некоторым оценкам[5], количество специалистов в мире, способных к эффективному конструированию *базы знаний* в среде формально-логических исчислений, составляет несколько сот человек. Поэтому в качестве средства формализации знаний для эргасистем часто используется нотация какого-либо языка программирования, а в результате не выполняются требования (2), (3).

В определённой мере адекватность условиям (1) — (3) формально-логический подход к представлению знаний получил в современных инструментальных средствах *продукционных экспертных систем* (ЭС). Простота, наглядность и удобство модификации продукционных правил обеспечиваются в традиционных ЭС фрагментарностью представления знаний (в виде отдельных правил «если ... то ...») и коэффициентом доверия. Однако использование традиционных продукционных ЭС в предметной области управления СДО находит существенные ограничения по следующим причинам [13]:

– представляет значительную сложность создание системы правил для базы знаний функциональных подсистем по эксплуатационной документации на конкретный СДО и по результатам анкетирования операторов;

– не обеспечивается требуемая оперативность манипулирования тем количеством правил, которое необходимо для управления СДО на каждом цикле сбора

[3] См.: *Калашников Ю.В.* Представление и использование знаний для автоматизированного контроля функционирования сложных динамических объектов в реальном времени // Зарубежная радиоэлектроника, 1992. № 7. С. 3—23.

[4] См.: *Ловцов Д.А.* Введение в информационную теорию АСУ : монография. М. : ВА им. Петра Великого, 1996. 434 с.

[5] Фурсин Г. И. Теория и практика создания банков данных. К.: Вища школа, 1987. 192 с.

КИИ из-за примитивных, не учитывающих специфику предметной области стратегий перебора при выработке результатов контроля;

– отсутствует возможность представления знаний, связанных со временем, сложных математических зависимостей значений атрибутов, входящих в правила, использования информации о времени в процессе логического вывода результатов ситуационного контроля состояния СДО;

– не учитывается значительная частота запросов на логический вывод результатов контроля состояния СДО, которую создают поступающие на вход ЭС результаты измерений параметров процессов функционирования СДО и др.

Таким образом, для БДЗ функциональных подсистем необходимо разрабатывать *специальное* формализованное представление знаний, отвечающее требованиям (1) — (3), выполнение которых возможно только при переходе от субъективного восприятия (включающего предметные концепты, которые непосредственно связаны с практикой управления конкретными СДО) к восприятию на основе модели функционирования СДО, воспроизводящей сущность процессов функционирования объекта безотносительно к их фактографии у конкретных СДО. Данный подход к формализации представления знаний в настоящее время развивается в рамках НИТ, выделяющей в качестве основных элементов знания не суждения, а *понятия* предметной области и *структуру* их совокупности (системы).

В качестве базисного средства представления знаний о понятиях согласно всем обоснованным требованиям наиболее приемлем для информационной базы эргасистемы аппарат *теории фреймов* [2, 6, 12]. Кроме того, фреймовое представление знаний позволяет эффективно применять для ведения БДЗ пакеты программ (типа *dBASE*[6] для ПЭВМ), поддерживающие реляционную модель данных (в виде совокупности таблиц). Пакет *dBASE*, в частности, ориентирован на парапрограммиста и имеет собственные диалоговые средства взаимодействия с ним, которые поддерживают меню-ориентированный режим для начинающих операторов и командный режим для опытного оператора с развитыми средствами подсказок на каждом уровне диалога. К преимуществам пакета относится возможность корректировать структурные недостатки фреймовой модели в процессе применения БДЗ, подготовленных средствами *dBASE*. Пакет *dBASE* имеет достаточные средства как для описания структур фреймов, так и по созданию требуемого количества экземпляров фреймов для функциональных БДЗ. Таким образом, обеспечивается интеллектуальный интерфейс $E\left(\Phi_Q\right)$ в соответствии с требованием (3).

Преимущества фреймового представления знаний о процессах функционирования СДО основываются на том, что эксплицируется структура системы понятий процессов функционирования СДО, которая рассматривается одновременно и как формализованное представление знаний для автоматизации управления СДО, тогда как в традиционной технологии переработки данных структура системы понятий предметной области и формально-логического исчисления, положенного в основу формализации знаний, не совпадали, а задаче экспликации структуры системы понятий предметной области не придавалось особого значения.

В результате применения методологической диаграммы (рис. 1) последовательности разработки функциональной БДЗ эргасистемы (ЭС) с учетом современной технологии Data science [15] будет сформирована и реализована в программном виде БДЗ как информационно-математическая модель ФПС [7, 8], качество которой будет зависеть в первую очередь от того, насколько хорошо реализована первоначальная стадия составления концептуальной модели. При формировании концептуальной модели ФПС и приложении перечисленных методов выявления фактов первоочередными вопросами, как показала практика[7], являются:

– анализ и декомпозиция архитектуры ФПС; анализ топологической структуры, технических и программных возможностей КСА ФПС, наличие и математическая основа алгоритмов функционирования ФПС;

– конкретизация уровней, целей, этапов и форм процесса переработки информации в ФПС;

– представление обобщённого ТППИ от СДО в виде информационно-связанной частично упорядоченной совокупности (композиции) частных задач переработки информации (ЗПИ) отдельных фаз процесса переработки;

– определение непересекающихся множеств ЗПИ, реализуемых строго на определённых уровнях иерархии эргасистемы, и выявление множества ЗПИ, которые могут быть реализованы на различных уровнях;

– изображение композиции ЗПИ в виде *операграммы* (графика процесса переработки), используя условные обозначения соответствующих ЗПИ операций (условные обозначения целесообразно дополнять лаконичными пояснениями на поле операграммы);

– преобразование полученной операграммы в структурную информационно-временную схему путём введения временной оси по горизонтали и N зон, соответствующих N уровням иерархии эргасистемы, — по вертикали;

– определение количественных характеристик информационных потоков;

– определение рациональных (возможных) показателей и критериев эффективности функционирования ФПС;

[6] Берещанский Д. Г. Практическое программирование на *dBASE*. М. : Финансы и статистика, 1989. 192 с.

[7] Ловцов Д. А., Семеряко И. И. Имитационное моделирование выработки решений в АСУ. М. : ВА им. Петра Великого, 1989. 235 с.; Мамиконов А. Г., Цвиркун А. Д., Кульба В. В. Автоматизация проектирования АСУ. М. : Энергоиздат, 1981. 328 с.

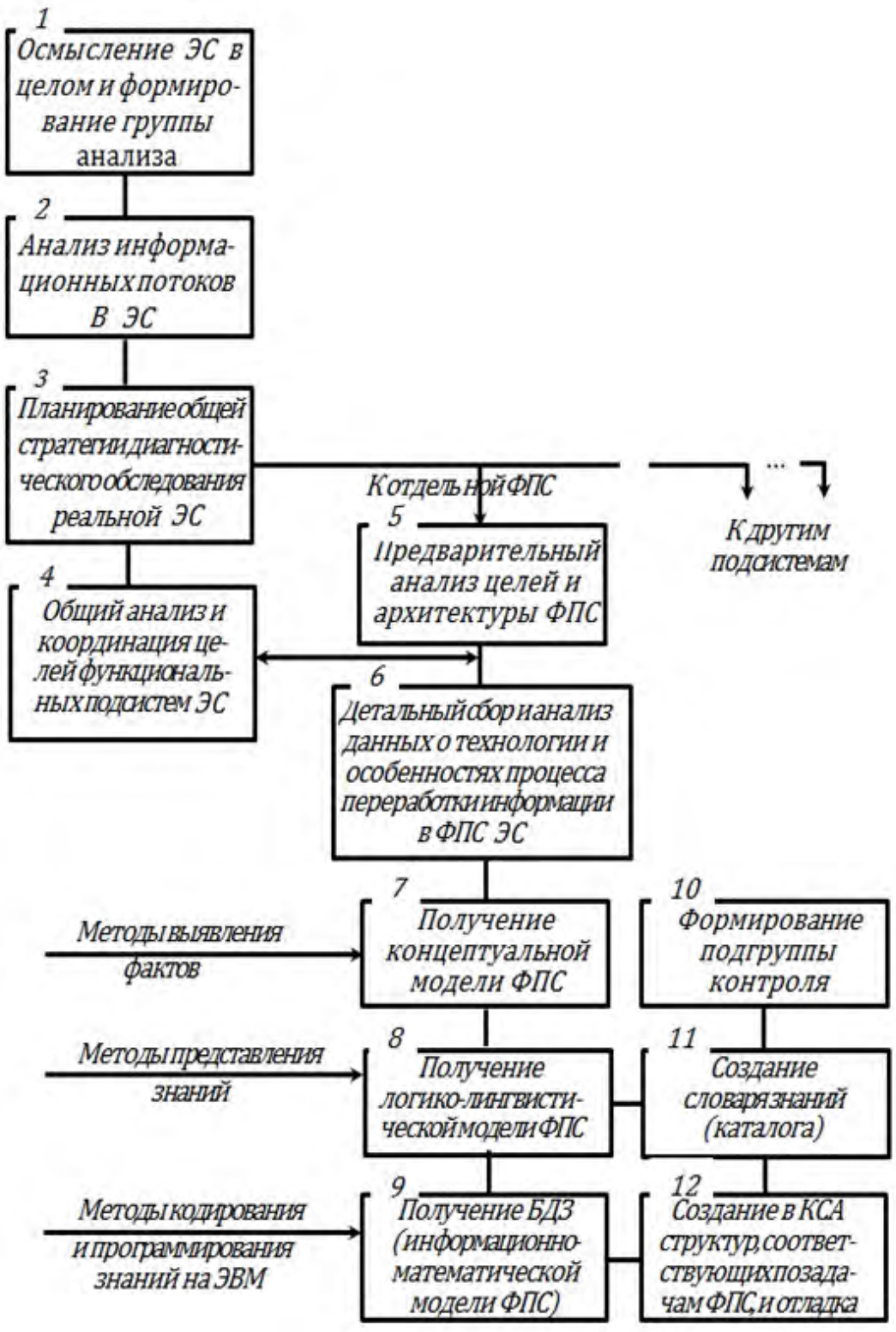


Рис. 1. Методологическая диаграмма последовательности разработки БДЗ функциональной подсистемы

– оценка степени важности для практики разработки автоматизированной ФПС (методом экспертных оценок, например), т. е. оптимизация процесса функционирования ФПС;

– оценка реализуемости автоматизированной ФПС и её информационно-математической модели, т. е. БДЗ, в информационной базе эргасистемы (АСУ СДО) с экономической и оперативной (эксплуатационной) точек зрения.

Стратегия ситуационного планирования и координации информационных процессов

В реальных эргасистемах *оперативность* решения задач ситуационного планирования и координации (СПК) множества ТППИ от группировок СДО остается низкой, что обусловлено большими объёмами перерабатываемой контрольно-измерительной информации и частичной автоматизацией процесса СПК. В основном автоматизированы операции долгосрочного планирования и планового диспетчирования ЗПИ. Ситуационное планирование и координация ТППИ часто осуществляются вручную на основе так называемой «бумажной технологии». Это значительно снижает оперативность (своевременность), *достоверность* и временну́ю *устойчивость* переработки информации в эргасистеме. Поэтому актуальной и перспективной является *комплексная автоматизация* процесса СПК ТППИ на основе новой информационной технологии, реализованной с применением специализированной базы данных и знаний, что позволит обеспечить оперативное параллельное выполнение множества ТППИ от группировок СДО в иерархической сети эргасистемы. Основу такой автоматизации составляют формализованные знания о процессе СПК — информационно-математическая модель предметной области СПК ТППИ от группировок СДО.

Последовательность применения в эргасистеме алгоритмов оптимизации ситуационного планирования и координации (СПК) ТППИ определяется главным образом технологией ситуационного планирования ТППИ, но, кроме того, зависит от структурно-функциональных особенностей реальных эргасистем и ТППИ, а также наличия данных об опыте решения задач СПК (а именно: базовых оптимальных значений $F_x^*, x = \overline{1,n}$ локальных целевых функций (ЛЦФ) и пропорций σ_x или других данных, позволяющих сформулировать правила предпочтений ЛЦФ и закон их изменения) [11].

Поскольку выработка рационального решения $< W^{o*}, W^* >$ по СПК ТППИ в эргасистеме разнесена в пространстве, т. е. производится итерационно в периферийных и центральном элементах (ПЭ, ЦЭ), решающих различные функциональные подзадачи автоматизированной подсистемы координации и планирования (АПКП), центральный и периферийные элементы реализуют свои специфические диалоговые алгоритмы оптимизации СПК в информационно-распределительной сети (ИРС) эргасистемы. Так, согласно математической модели [11] ситуации принятия организационно-технических решений по планированию ТППИ в иерархической сети эргасистемы, элементы *второго* эшелона иерархии, т. е. периферийные элементы, полномочны принимать основные решения по выбору рациональных комбинаторных альтернатив $W_x \in \Delta_{x\alpha\beta}(\omega_x), x = \overline{1,n}$ (вариантов, планов-расписаний выполнения ЗПИ) и в своем выборе независимы по отношению друг к другу; элемент *третьего* эшелона иерархии, т. е. ЦЭ, выполняет функции распределения экзогенного сетевого ресурса $W^o \in \Delta^{o*}(\omega_0)$ на основе формирования соответствующего кортежа координирующих сигналов $< W_x^o, x = \overline{1,n} >$.

Отсюда, в качестве стратегии W^* многоэшелонного многоэтапного оперативного СПК ТППИ целесообразно использовать стратегию, рациональность которой состоит в способности вырабатывать наиболее оперативные сетевые (n-канальные) расписания выполнения ТППИ (информационно-связанной частично упорядоченной совокупности G ЗПИ от СДО p-го приоритета) в условиях реально возникающих ситуаций, характеризуемых возмущающими факторами $\omega_0, \omega_x \in \Omega, x = \overline{1,n}$, и соответствующими рациональными (приемлемыми) решениями W^{o*} и $W^*, x = \overline{1,n}$, с учётом структурно-функциональных ограничений (S,R,C,Φ) [11] сети эргасистемы, определяющих множество Δ допустимых планов W.

Математическое выражение стратегии имеет вид:

$$W^* := F_0 \left\{ \begin{array}{c} \Theta =< E =< S, R >, C, \Phi, G >, \\ W^{o*}, W_x^*, \omega_0, \omega_x, \lambda_p, \lambda_x;\ x = \overline{1,n};\ p = \\ = \overline{1,m} \end{array} \right\} = \min_{W \in \Delta} \quad (4)$$

где λ_x, λ_p — весовые коэффициенты.

Рациональность такой стратегии обеспечивается правилами предпочтений ЛЦФ, реализованных в алгоритмах координации решений ПЭ, продукционными правилами выбора (построения) рациональных глобальных целевых функций (ГЦФ) и численного метода поиска оптимальных решений, критериями выбора оптимальных решений в алгоритмах оптимизации упорядочения ЗПИ.

Фреймовая модель информационного процесса ситуационного планирования и координации ТППИ

Способ формализованного представления знаний о предметной области ситуационного планирования и координации ТППИ отражает определённый способ преобразования знаний для достижения целей процесса планирования, который в данном случае определяется разработанным методом оптимизации ситуационного планирования и выбранными граф-моделями ТППИ. Для реализации диалоговых процедур переработки качественной (представленной в лингвистической форме) информации о возникающих в реальной обстановке ситуациях и подготовки ситуационных исходных данных для решения задач СПК на КСА (ЭВМ) требуется наличие фреймовой *логико-лингвистической модели* диалогового процесса оперативной математической формулировки задач СПК.

Формализация любого процесса с использованием фреймовых описаний распадается на *два основных этапа*: выделение того минимально необходимого, без чего не может быть организован процесс; представление обобщённой информации о процессе в виде сети

(графа). Формализованное представление процесса с использованием фреймовых описаний составляет его фреймовую логико-лингвистическую модель.

С учётом стратегии оперативного ситуационного планирования и координации ТППИ, а также структурно-функциональных особенностей реальных ИРС эргасистем разработана фреймовая информационная модель (тезаурус) АПКП, включающая структурированную совокупность следующих фреймов (рис. 2):

Φ_1 — состав типовых обобщённых ТППИ; Φ_2 — фрейм-сценарий (типовая структура действий, состоящих из операций) формирования базовых множеств задачи (ЦЭ) координации взаимодействий ПЭ; Φ_3 — технико-топологическая структура АПКП; Φ_4 — состав математических зависимостей информационных условий наблюдаемости и управляемости СДО; Φ_5 — временны́е циклограммы взаимодействия ПЭ с различными приоритетными СДО; Φ_6 — фрейм-сценарий формирования базовых множеств задачи (ПЭ) упорядочения и разбиения ЗПИ и выбора ЛЦФ; $\Phi_{8,j} = \{e_{ik}\}, i = 1{,}5;\ k = \overline{1,n};\ j = 1,2,\ldots$ — комплекс терминальных (готовых) фреймов-образцов конкретных ГЦФ; Φ_9 — внешнее представление (результаты интегрируемых данных о ТППИ на интервале T; $\Phi_{10,j} = \{e_i\}, i = \overline{1,7}; j = 1,2,\ldots$ — комплекс терминальных фреймов-образцов численных методов оптимизации;

Φ_7 — многоуровневый концептуальный (настраиваемый) фрейм-прототип «Вид Главной целевой функции» в виде графа, фиксирующего общее продукционное правило «И/ИЛИ/И, ИЛИ/И», с присоединенной диалоговой процедурой выбора рациональной ГЦФ (свёртки ЛЦФ);

Φ_{11} — концептуальный фрейм-прототип «Метод поиска экстремума» в виде графа, фиксирующего продукционное правило «И/ИЛИ», с присоединённой диалоговой процедурой выбора рационального метода.

Фрейм-прототип Φ_7 «Вид Главной целевой функции» имеет следующую математическую структуру и соответствующую присоединённую процедуру (рис. 3):

$$
\Phi_7 := \left\{
\begin{array}{c}
\{[(n) \vee ((i < n) \wedge (i \in [1,n])) \vee 0] \wedge [\overline{\vartheta} \vee (\vartheta \wedge \vartheta_x) \vee 0] \wedge \left[\overline{\lambda} \vee (\lambda \wedge \lambda_x) \vee 0\right] \\
\wedge \left[r \vee \left(r \wedge \overline{N}\left(\overline{N} \wedge (j \in [1,z])\right)\right) \vee 0\right] \wedge [s \vee (\overline{s} \wedge [(i \in [1,n]) \wedge (x \in [1,n])] \vee 0], \\
i, x = \overline{1,n}; i \neq x, j = \overline{1,z}\}, \\
< 11 \text{ слот (сколько ЛЦФ учитывается?)} >:=< 111(n) > \vee < 112(i < n \\
[< 21 \text{ слот (какие номера?)} >:=< 211(\text{первый}) > \wedge \ldots \\
< 21i(i - \text{й} > \wedge \ldots < 21n(n - \text{й}) >]) > \vee < 113(\text{ЗО}) >; \\
< 12 \text{ слот}(\vartheta_x \text{ назначены?}) >:=< 121(\text{нет}) > \vee < 122(\text{да}[< 22 \text{ слот} \\
(\text{какие значения?}) >:=< 221(\vartheta_1) > \wedge \ldots < 22x(\vartheta_x) > \wedge \ldots \\
< 22n(\vartheta_n) >]) > \vee < 123(\text{ЗО}) >; \\
< 13 \text{ слот (ЛЦФ однородны?)} >:=< 131(\text{да}) > \vee < 132(\text{нет}\{< 23 \text{ слот} \\
(\text{требуется нормализация?}) >:=< 231(\text{нет}) > \vee < 232\ (\text{да} \\
[< 33 \text{ слот (способ нормализации?)} >:=< 331\ (\text{первый}) > \\
\vee < 332(\text{второй}) > \vee \ldots < 33z(z - \text{й}) >]) > \vee < 233(\text{ЗО}) >\}) > \\
\vee < 133(\text{ЗО}) >; \\
< 14 \text{ слот } (\lambda_x \text{ назначены?}) >:=< 141(\text{нет}) > \vee < 142(\text{да}[< 24 \text{ слот} \\
(\text{какие значения?}) >:=< 241(\lambda_1) > \cdots < 24x(\lambda_x) > \wedge \ldots \\
< 24n(\lambda_n) >]) > \vee < 143(\text{ЗО}) >; \\
< 15 \text{ слот (ЛЦФ независимы?)} >:=< 151(\text{да}) > \vee < 152(\text{нет}\ [< 25 \text{ слот} \\
(\text{какие ЛЦФ зависят от каждой?}) >:=< 251(i, n, \ldots) > \\
\wedge \ldots < 25i(1, n, \ldots) > \wedge \ldots < 25n(1, i, \ldots) >]) > \vee < 153(\text{ЗО}) >,
\end{array}
\right. \qquad (5)
$$

где в круглых скобках приведены вопросы-ответы; цифрами обозначены номера: *первая* цифра — номер уровня иерархии фрейма; *вторая* — номер слота (от англ. *slot* — щель); *третья* — номер задания (ответа); $\vee$ ($\wedge$) — логические операции «ИЛИ» («И»); ЗО — «задание-отсутствие» — ответ оператора-исследователя в случае недостатка информации для однозначного заполнения задания.

В результате активизации концептуального фрейма «Вид Главной целевой функции» с учётом особенностей решаемой задачи ситуационного планирования и координации будет получена соответствующая терминальная структура (фрейм) конкретной ГЦФ (рис. 4), узлы которой заполнены ответами — заданиями оператора-исследователя.

Выбор ГЦФ зависит от опыта их применения, свойств и взаимосвязи ЛЦФ, ситуационных задач (целей) функционирования эргасистемы.

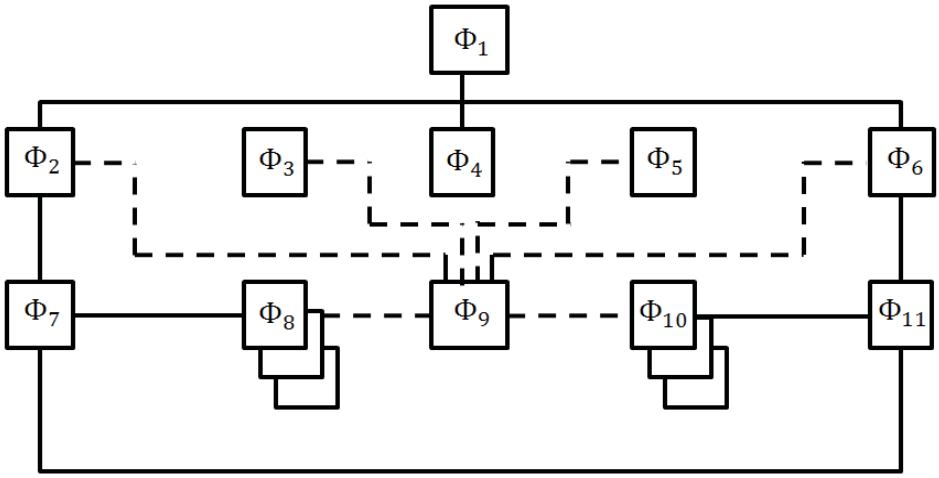


Рис. 2. Информационно-алгоритмическая структура фреймовой модели (тезауруса) информационного процесса СПК ТППИ

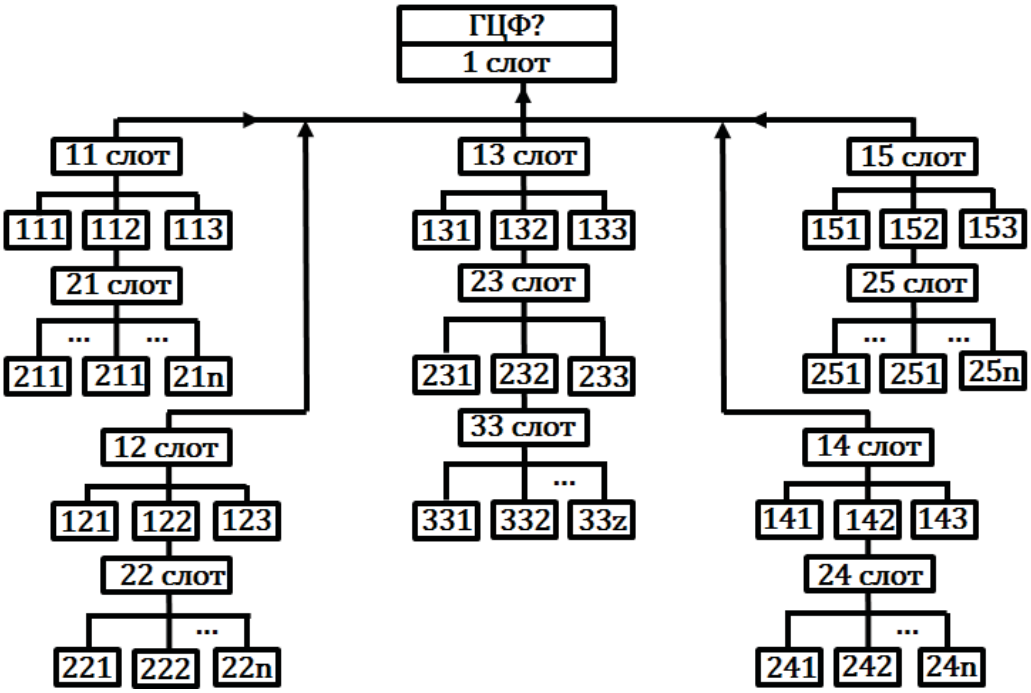
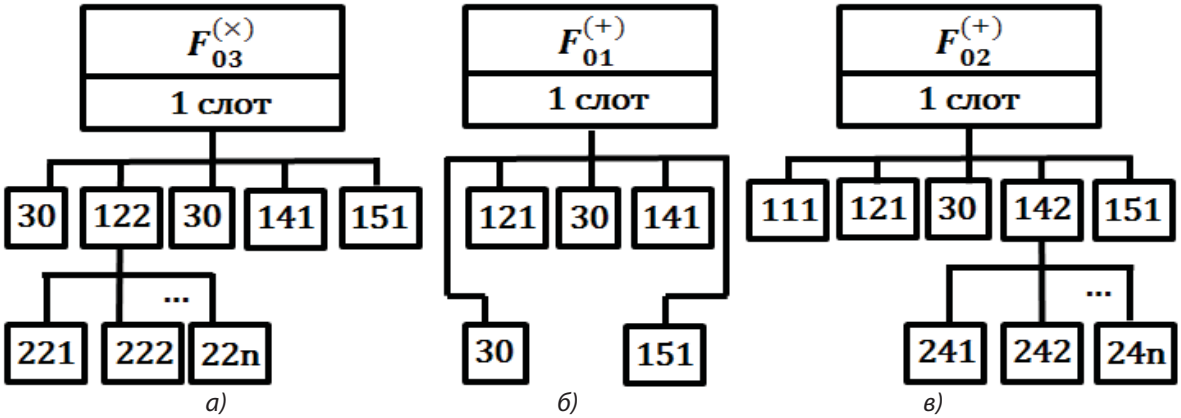


Рис. 3. Структура концептуального фрейма-прототипа «Вид Главной целевой функции»



а) б) в)

Рис. 4. Терминальные фреймы-образцы различных ГЦФ

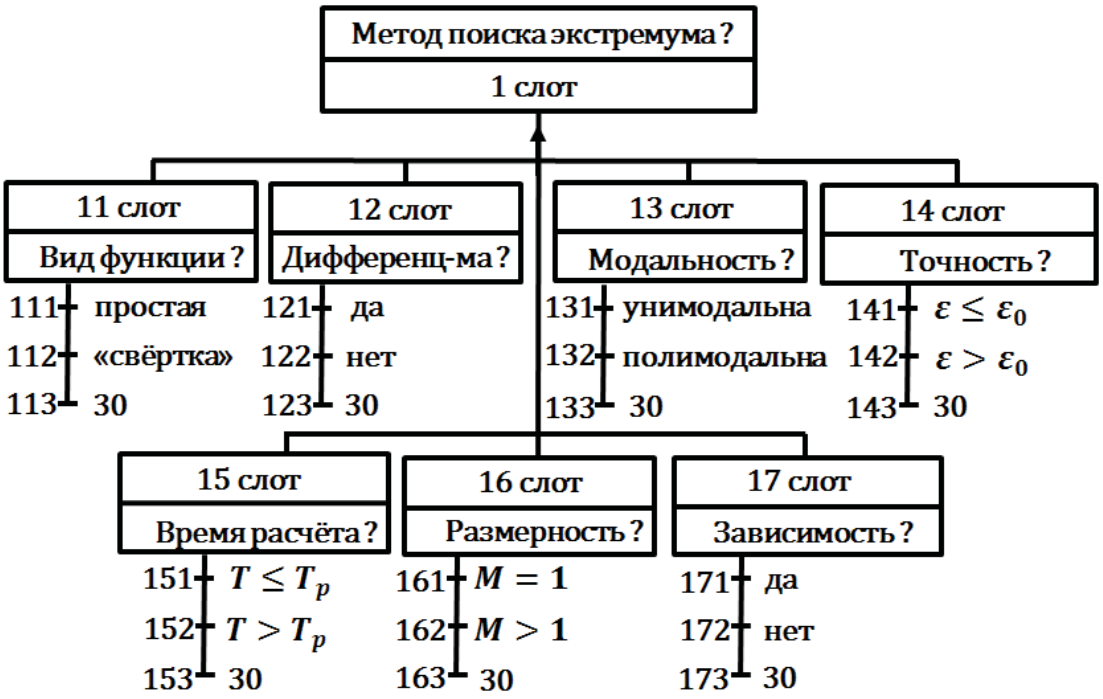


Рис. 5. Структура концептуального фрейма-прототипа «Метод поиска экстремума» целевой функции

Фрейм-прототип Φ_{11} «Метод поиска экстремума» имеет следующие математическую структуру и соответствующую присоединённую процедуру (рис. 5 [10]):

$$\Phi_{11} := \left\{ \begin{array}{c} (f_i \vee F_{0k} \vee 0) \wedge \left(d \vee \overline{d} \vee 0\right) \wedge [(n=1) \vee (n>1) \vee 0] \wedge [(\varepsilon \le \varepsilon_0) \vee (\varepsilon > \varepsilon_0) \vee 0] \\ \wedge [(T \ll T_p) \vee (T \ge T_p) \vee 0] \wedge [(I(W^o \vee W) = 1) \vee (I(W^o \vee W) > 1) \vee 0] \wedge \\ [s(W_j^o) \vee \overline{s}(W_j^o) \vee 0], \quad i,k = 1,2,\ldots; i \ne k, j = \overline{1,n}\}, \\ < 11 \text{ слот (вид ЦФ } F\text{?}) >:=< 111\left(F = F_x^{(1)} \vee F_x^{(2)} \vee \ldots\right) >\vee< 112 \\ \left(F = F_{01}^{(+)} \vee F_{02}^{(+)} \vee F_{03}^{(\times)} \vee F_{04}^{(+)} \vee \ldots\right) >\vee< 113(30) >; \\ < 12 \text{ слот (ЦФ } F \text{ дифференцируема?}) >:=< 121(\text{да}) >\vee< 122(\text{нет}) > \\ \vee< 123(30) >; \\ < 13 \text{ слот (сколько экстремумов имеет } F\text{?}) >:=< 131\ (F - \text{унимодальна}) >\vee< 132(F - \text{полимодальна}) >\vee< 133(30) >; \\ < 14 \text{ слот (какова точность } \varepsilon \text{ расчёта } F\text{?}) >:=< 141(\varepsilon \le \varepsilon_0) > \\ \vee< 142(\varepsilon > \varepsilon_0) \vee< 143(30) >; \\ < 15 \text{ слот (каково время } T \text{ расчёта } F\text{?}) >:=< 151(T \ll T_p) >\vee \\ < 152(T > T_p) >\vee< 153(30) >; \\ < 16 \text{ слот (какова размерность } I \text{ аргумента} < W^o >\vee< W > ?) := \\ < 161\ (I = 1) \vee< 162\ (I > 1) \vee 163(30) >; \\ < 17 \text{ слот (зависимы ли элементы аргументов } W^o =< W_1^o, \ldots, \\ W_n^o >?) >:=< 171(\text{да}) >\vee< 172(\text{нет}) >\vee< 173(30) >, \end{array} \right. \quad (6)$$

где ε_0 — заданный уровень погрешности; T_p — время принятия решения.

В результате активизации концептуального фрейма «Метод поиска экстремума» в соответствии с особенностями решаемой задачи ситуационного распределения будет получена терминальная структура (фрейм) конкретного численного метода оптимизации (рис. 6). Выбор численного метода зависит от свойств целевых

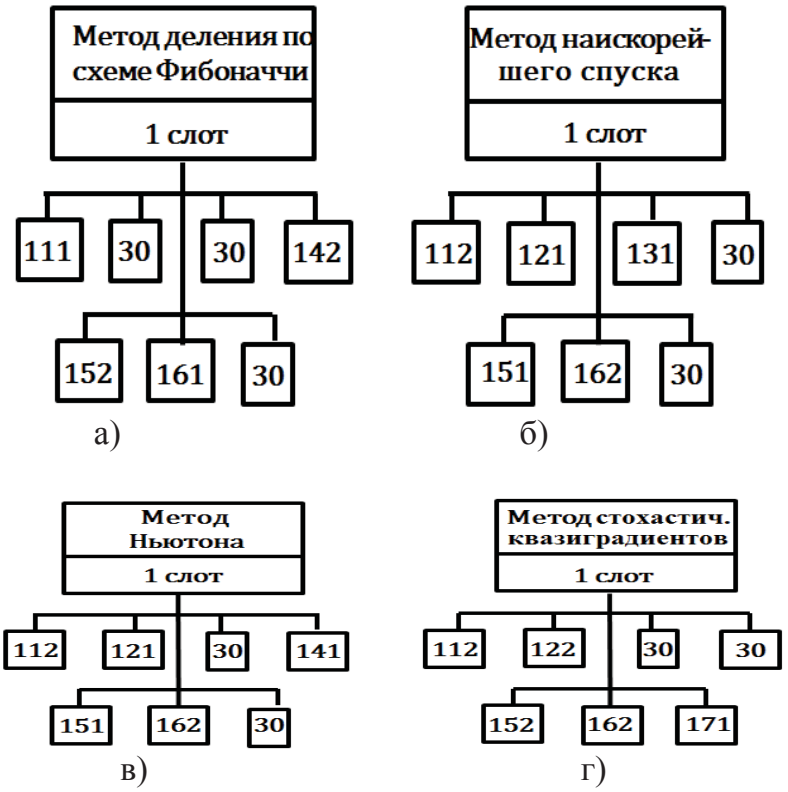


Рис. 6. Терминальные фреймы-образцы численных методов оптимизации

функций $F_0[W(W_0)], F_x[W_x, W_x^0], x = \overline{1,n}$; особенностей искомых решений (аргументов) ; оперативности метода.

Следовательно, для реализации процедур построения ГЦФ и выбора рационального численного метода оптимизации необходимо иметь в БДЗ АПКП набор программно-обеспеченных терминальных структур, соответствующих определённым свёрткам ЛЦФ и численным методам. При этом указанные процедуры заключаются в сравнении настроенной на решение конкретной задачи ситуационного планирования концептуальной структуры с имеющимися терминальными и определении наиболее подходящей из них.

Для реализации фрейм-сценариев Φ_2, Φ_6 предлагается отождествить слоты фреймов операций с наиболее характерными вопросами, связанными с формированием базовых множеств задач СПК. Тем самым фрейм-сценарии становятся собранием вопросов, которые необходимо КСА «задать» оператору-исследователю относительно решаемой задачи СПК в процессе приспособления фреймовых описаний к особенностям конкретной задачи. Причём условия, которым должны отвечать задания слотов, определяются рекомендациями, как надо отвечать на вопросы, чтобы определить задание слота.

Этим требованиям удовлетворяет схема (рис. 7) формирования базовых множеств задач ситуационного планирования ТППИ и выбора целевых функций [11] (за исключением построения ГЦФ), следовательно, её можно рассматривать как фрейм-сценарий, представляющий типовую структуру формирования указанных множеств и выбора ЛЦФ.

Таким образом, в результате активизации концептуальной фреймовой сети обобщенного процесса СПК будут сформированы базовые множества задачи [11] $A^{(p)}, S, R, \Delta^{0*}, \Delta_{x\alpha\beta}\ (x = \overline{1,n})$, выбраны ЛЦФ $F_0(W, \omega), x = \overline{1,n}$, построена ГЦФ $F_0(W, \omega)$ и выбраны численные методы оптимизации. Поэтому процесс активизации *концептуальной фреймовой сети* интерпретируется как процесс оперативной постановки (математической формулировки) задач СПК ТППИ в эргасистеме. Терминальная фреймовая сеть при этом описывает возможности программного обеспечения АПКП и позволяет существенно упростить процесс его наращивания (накопления) за счёт объединения в БДЗ АПКП алгоритмов оптимизации, представленных на разных языках программирования.

Влияние факторов неопределённости как в постановке многокритериальной задачи координации, решаемой в центральном элементе, так и в складывающихся ситуациях принятия решений в эргасистеме в целом, приводит к неоднозначности выбора ГЦФ и численного метода оптимизации, неустойчивости получаемых рациональных решений в требуемом диапазоне изменений исходных данных, невозможности вообще обратиться к терминальной фреймовой сети вследствие недостатка исходной информации и др. Для обеспечения принятия решений в таких условиях необходимо разработать специальные *правила перехода*

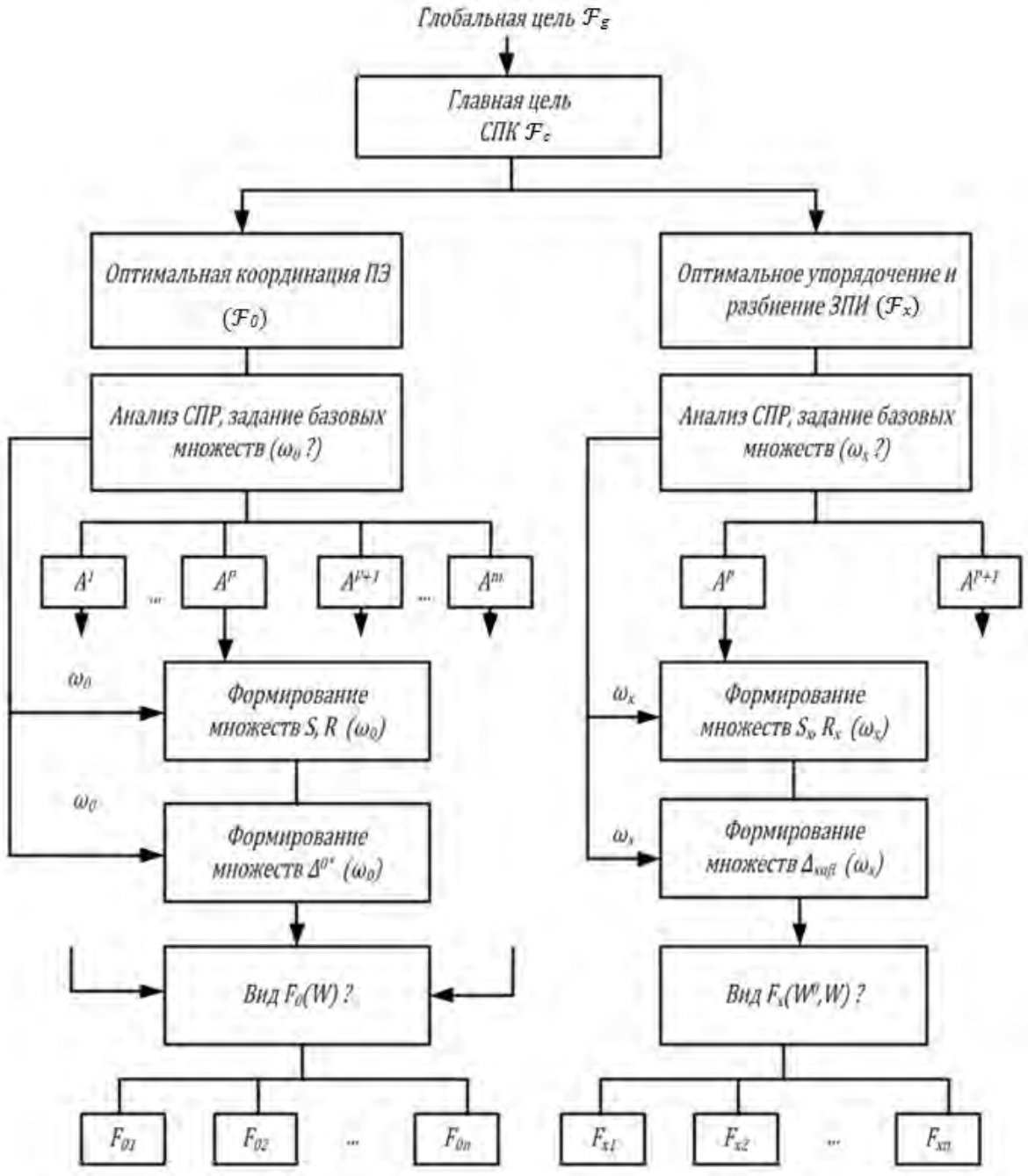


Рис. 7. Схема формирования базовых множеств задачи ситуационного планирования ТППИ

(инструкции), с помощью которых операторы-исследователи смогут в диалоговом режиме с КСА выработать сатисфакционное (приемлемое) решение.

Для обеспечения практической реализации (в элементе эргасистемы) процедур оперативной постановки и для решения задач СПК на основе диалоговых режимов взаимодействия «оператор — КСА» фреймовая модель описывается средствами языков (*например*, языков *KRL*, *FRL*, *GUS*, *OWL* теории искусственного интеллекта[8]), обеспечивающих:

– возможность формирования, модификации и анализа фреймовой модели с целью удовлетворения практических потребностей процесса СПК в эргасистеме; представляющих собой описание стереотипных ситуаций (случаев);

– возможность лингвистического преобразования на язык модели каждого решения (ответа) оператора-исследователя на запрос КСА;

– возможность машинной реализации на языках программирования штатных КСА.

Выполнение указанных *требований* (методических принципов) и реализация фреймовой модели позволит создать развивающееся ИПО оперативного

[8] См.: *Кузин Л. Т.* Основы кибернетики: В 2-х т. Т. 1. Математические основы кибернетики. М. : Энергия, 1973;

автоматизированного (диалогового) решения задач рационального ситуационного планирования ТППИ в иерархической эргасистеме и обеспечить выполнение системного требования непрерывного развития его информационно-математического и программного обеспечения, а также позволит рационально использовать возможности ИПО КСА и способность людей-операторов компенсировать имеющуюся неопределённость описания ситуационных исходных данных, осмысливая последовательно получаемые в ходе диалога с КСА результаты (решения).

Основное назначение рассмотренной фреймовой модели — обеспечить технологическую последовательность оперативной (в режиме диалога с КСА) реализации процессов рационального планирования ТППИ.

Информационно-функциональная структура БДЗ подсистемы планирования и координации

Диалоговые процедуры активизации концептуальной фреймовой сети обобщённого процесса СПК ТППИ интерпретируются как процедуры (алгоритмы) диалогового процесса оперативной постановки (математической формулировки) задач ситуационного планирования. Математическая формулировка таких задач включает задание (выбор) [11]:

– совокупности ситуационных базовых множеств в ЦЭ: $A^{(p)}, S, R, \underline{\Delta^{o*}}(\omega_0)$ и в ПЭ: $A_x^{(p)}, S_x, R_x, \Delta_{x\alpha\beta}(\omega_x), x = 1, n$;

– главной целевой функции в ЦЭ $F_0[W(W^o), \omega]$ и локальных целевых функций в ПЭ $F_x[W(W^o), \omega], x = \overline{1, n}$:

– численных методов (алгоритмов) поиска экстремумов целевых функций в ЦЭ и в ПЭ, соответственно:

$$W^{o*} = \text{Arg} \min_{W^o} F_0\,[W(W^o), \omega]; \quad (7)$$

$$W_x^* = \text{Arg} \min_{W(W^o)} F_x[W(W^o), \omega]. \quad (8)$$

Для осуществления соответствующего выбора на основе фрейм-сценариев определения базовых множеств, целевых функций, численных методов и с учётом логико-лингвистической структуры фреймовой модели процесса СПК ТППИ *требуется* реализовать соответствующие *присоединенные процедуры* (см. (5), (6) и рис. 7) в виде диалоговых алгоритмов, предназначенных для применения на КСА типового элемента эргасистемы, содержащего интеллектуальную (обеспечивающую хранение и использование фреймовых моделей) БДЗ АПКП (рис. 8), структура которой соответствует структуре базисной информационно-функциональной БДЗ [7].

Диалоговые алгоритмы формирования базовых множеств, реализуемые в ПЭ и ЦЭ, объединяют неформальные шаги анализа оператором-исследователем ситуации принятия решения, коррекции исходных данных и машинный поиск требуемой информации в БДЗ типового элемента эргасистемы. Процедура формирования базовых множеств планирования и выбора локальных целевых функций в ПЭ состоит в следующем [11]:

Шаг 1. Ввод исходных данных $\mathcal{F}_x, \omega_x, p_x$ и выбор в БДЗ ПЭ моделей технологического процесса и АПКП: $A_x^{(p)}, S_x, R_x$.

Шаг 2. Отображение исходных данных и моделей, анализ ситуации (ω, исходных данных) принятия решений.

Шаг 3. Проверка условий принадлежности реализации ω_x, возмущающих воздействий множествам $\Omega_{x\alpha}$, $\Omega_{x\beta}$, $\Omega_{x\alpha} \cap \Omega_{x\beta}$ неопределённостей, задаваемым α-, β-ограничениями. Задание соответствующих множеств допустимых комбинаторных альтернатив (МДКА) $\Delta_{x\alpha}$, $\Delta_{x\beta}$, $\Delta_{x\alpha} \cap \Delta_{x\beta}$ с учетом условий, определяющих допустимость плана W^* [11]:

$$\Delta_{x\alpha} = \{W \,|\forall\left(0 \le t < D^{(Px)}\right)|A_w^{(Px)}(t) \le L_x; \quad (9)$$
$$\left[\forall\left(0 \le t < D^{(Px)}\right)\right] \wedge [\forall k]|\sum_{i \in A_w(t)} r_i^{(k)} \le R^{(k)}\};$$

$$\Delta_{x\beta} = \{W \,|\forall(i \in A^{(Px)}) \mid t_i^{(w)} + \tau_i \le D^{(Px)}; \quad (10)$$
$$\forall(i \prec j)|t_i^{(w)} + \tau_i \le t_j\};$$

$$\Delta_{x\alpha\beta} = \Delta_{x\alpha} \cap \Delta_{x\beta}. \quad (11)$$

Шаг 4. Выбор в БДЗ ЛЦФ F_x, соответствующей $(\triangleq)$ цели $\mathcal{F}_x$.

Шаг 5. Отображение базовых множеств планирования $G_x, S_x, R_x, \Delta_{x\alpha\beta}$ и ЛЦФ F_x.

Диалоговая процедура формирования базовых множеств планирования в ЦЭ отличается от предыдущей, в частности, тем, что оператор-исследователь ЦЭ дополнительно анализирует классы СДО и назначает соответствующие приоритеты (веса) локальным целевым функциям:

Шаг 1. Ввод исходных данных: $p_x, \lambda_x, x = \overline{1, n}$; ω_0 и выбор в БДЗ моделей технологического процесса и АПКП: $A_x^{(p)}, x = \overline{1, n}; S, R$.

Шаг 2. Отображение исходных данных и моделей, анализ ситуации (ω_0, исходных данных) принятия решений.

Шаг 3. Проверка условий принадлежности реализации ω_0 возмущающих воздействий множествам $\Omega_{0\alpha}$, $\Omega_{0\beta}$, $\Omega_{0\alpha} \cap \Omega_{0\beta}$ неопределённостей, задаваемым α-, β-ограничениями и приоритетами объектов. Задание соответствующих множеств допустимых комбинаторных альтернатив $\Delta_{0\alpha}$, $\Delta_{0\beta}$, $\Delta_{0\alpha} \cap \Delta_{0\beta}$ и множеств допустимых координирующих сигналов Δ^{o*}, $\Delta^{o*} \cap \Delta_{0\alpha} \cap \Delta_{0\beta}$:

$$\Delta_{0\alpha} = \{W|\forall\left(0 \le t < D^{(Px)}\right)|A_w^{(Px)}(t) \le L;$$

$$\left[\forall\left(0 \le t < D^{(Px)}\right)\right] \wedge [\forall k]|\sum_{i \in A_w(t)} r_i^{(k)} \le R^{(k)}; \quad (12)$$

$$x = \overline{1, n}\};$$

$$\Delta_{0\beta} = \{\Delta_{x\beta}\}; \; \Delta_{0\alpha\beta} = \Delta_{0\alpha} \cap \Delta_{0\beta}, \qquad x = \overline{1, n}; \quad (13)$$

$$\Delta^{o*} = \{\lambda_x\}, \sum_{x=1} \lambda_x = 1; \; \lambda_x \ge 0; \; x = \overline{1, n}. \quad (14)$$

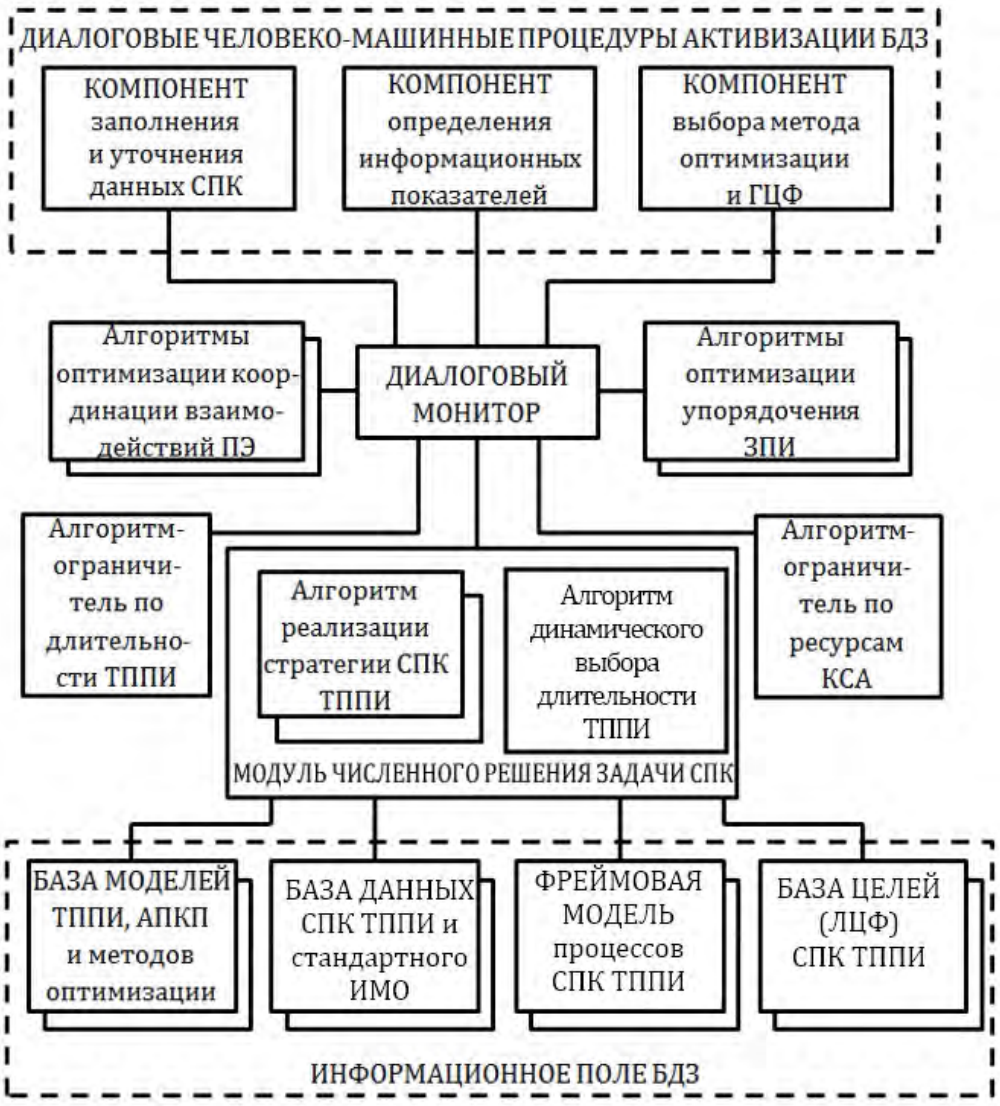


Рис. 8. Информационно-функциональная структура БДЗ автоматизированной подсистемы планирования и координации информационных процессов

Шаг 4. Отображение базовых множеств распределения $G_x, x = 1, n;\ S, R, \Delta^{o*}, \Delta_{\alpha\beta}$.

Диалоговый алгоритм построения главной целевой функции реализуется в ЦЭ. Соответствующая диалоговая процедура объединяет неформальные шаги анализа оператором-исследователем характеристик (однородности, взаимозависимости и др.) совокупности агрегируемых ЛЦФ и машинный поиск ГЦФ (свёртки ЛЦФ) соответствующего вида:

Шаг 1. Анализ оператором-исследователем ЦЭ соответствия концептуальной фреймовой сети «ГЦФ» цели $\mathcal{F}_0$ планирования ТППИ. Если поиск вида ГЦФ $F_0 \triangleq \mathcal{F}_0$ в БДЗ ЦЭ имеет смысл — переход к *Шагу* 2, иначе — конец алгоритма.

Шаг 2. Анализ количества x ЛЦФ. В случае если $x < n$ — ввод номеров ЛЦФ $F_x, x = \overline{k, l}; 1 \le k < l;\ l \le n$ с целью выбора в БДЗ ЦЭ F_x, соответствующих целям $\mathcal{F}_x$ планирования ТППИ в ПЭ, иначе — выбор в БДЗ ЦЭ n F_x.

Шаг 3. Анализ однородности выбранных ЛЦФ F_x. В случае их неоднородности принятие решения о выборе способа их нормализации из множества способов (см. [11], формула (34), обеспеченных в БДЗ ЦЭ.

Шаг 4. Анализ приоритетных коэффициентов λ_x и показателей ϑ_x, соответствующих ЛЦФ F_x, и при их наличии ввод значений коэффициентов λ_x (показателей ϑ_x).

Шаг 5. Анализ взаимной зависимости ЛЦФ F_x. В случае зависимости отдельных (или всех) F_x, задание (ввод) номеров ЛЦФ, зависимых от каждой ЛЦФ, начиная с $x = 1$.

Шаг 6. Формирование ситуационного концептуального фрейма «ГЦФ». Машинный поиск и выбор терминального фрейма-образца ГЦФ $F_{0j}, j = 1,2, \ldots$, соответствующего ситуационному (актуализированному) концептуальному фрейму «ГЦФ».

Шаг 7. Отображение вида ГЦФ $F_0 = F_{0j}, j = 1,2, \ldots$, соответствующей терминальному фрейму-образцу ГЦФ.

Диалоговый алгоритм выбора численного метода оптимизации, реализуемый в ЦЭ и ПЭ, объединяет неформальные шаги анализа операторами-исследователями признаков (*дифференцируемости, модальности, количества аргументов* и др.) выбранной целевой функции и требований к *точности* и *оперативности* численного метода.

Соответствующая диалоговая процедура аналогична предыдущей и содержит, в частности, вопросы анализа требований по *оперативности* численного метода и учёта «*каталогизированности*» в БДЗ выбираемых целевых функций:

Шаг 1. Ввод и отображение исходных данных: целевой функции (F_0 или F_x), предельных значений ε_0, T_p — погрешности и оперативности решения задачи, соответственно.

Шаг 2. Проверка наличия целевой функции (ЦФ) в каталоге БДЗ. Если целевая функция каталогизирована — ввод номера соответствующей ЦФ. Иначе — переход к *Шагу* 3.

Шаг 3. Проверка дифференцируемости ЦФ и ввод признака в случае положительного результата. Иначе — переход к *Шагу* 4.

Шаг 4. Проверка модальности ЦФ. Если ЦФ унимодальна — ввод признака, иначе — переход к *Шагу* 5.

Шаг 5. Задание требования к точности численного метода. Если требуется обеспечить точность $\varepsilon' \leq \varepsilon_0$ решения задачи — ввод значения ε'. Иначе — переход к *Шагу* 6.

Шаг 6. Задание требования к оперативности численного метода. Если требуемая оперативность $T' \leq T_p$ решения задачи — ввод значения T'. Иначе — переход к *Шагу* 7.

Шаг 7. Определение количества аргументов I ЦФ и (в случае $I > 1$) их зависимости, при наличии которой вводится закон зависимости аргументов. Иначе — переход к *Шагу* 8.

Шаг 8. Формирование ситуационного концептуального фрейма «МПЭ» и машинный поиск (выбор) соответствующего терминального фрейма-образца «Численный метод оптимизации».

Шаг 9. Отображение номера и названия численного метода оптимизации поиска оптимального плана ТППИ.

Рассмотренные диалоговые алгоритмы характеризуются *детерминированностью* (определённостью последовательности шагов и действий на каждом шаге), *массовостью* (применимостью алгоритмов для различных исходных данных, размеры диапазонов изменения которых определяются мощностью БДЗ), *сходимостью* (обеспечиваемой использованием конечных множеств исходных данных и вариантов выбора).

Предлагаемые диалоговые алгоритмы определяют содержание *фреймовой информационной модели* автоматизированного процесса ситуационного планирования и координации ТППИ и представляют возможность операторам-исследователям типовых элементов эргасистемы автоматизированно (в диалоговом режиме с КСА) формулировать задачи СПК ТППИ на основе неформального анализа складывающихся в реальной обстановке ситуаций.

Литература

1. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. М. : Вильямс, 2005. 1328 с. ISBN 5-8459-0788-8.
2. Дьяконов В. П., Борисов А. В. Основы искусственного интеллекта. Смоленск : СГУ, 2007. 129 с.
3. Карпова И. П. Базы данных. СПб. : Питер, 2013. 240 с. ISBN 978-5-49600-546-3.
4. Кириллов В. В., Громов Г. Ю. Введение в реляционные базы данных. СПб. : БХВ-Петербург, 2012. 451 с. ISBN 978-5-94157-770-5.
5. Королёв В. Т., Контарёв Е. А., Черных А.М. Технология ведения баз данных. М. : Рос. Гос. ун-т правосудия, 2015. 108 с.
6. Кузнецов С. Д. Базы данных. Модели и языки. М. : Бином-Пресс, 2008. 720 с. ISBN 978-9-5180-132-6.
7. Ловцов Д. А. Основные методологические понятия, концептуальные принципы и теоретико-прикладные положения правовой информатики // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 4—15. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-4-15.
8. Ловцов Д. А. Теоретические основы системной информатизации правового регулирования // Правовая информатика. 2019. № 4. С. 12—28. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-12-28.
9. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М. : Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
10. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: основные положения // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 4—20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-04-20.
11. Ловцов Д. А. Моделирование организации процессов переработки информации в иерархической эргасистеме // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 4—18. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-04-18.
12. Новиков Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний. М. : Юрайт, 2016. 278 с. ISBN 978-5-99167-969-5.
13. Поспелов Г. С. Искусственный интеллект — основа новой информационной технологии. М. : Наука, 1988. 280 с.
14. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. М. : Высшая школа, 2007. 343 с. ISBN 978-0-6003-860-6.
15. Федосеев С. В. Применение современных технологий больших данных в правовой сфере // Правовая информатика. 2018. № 4. С. 50—58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.

Рецензент: ***Омельченко Виктор Валентинович,*** *доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, государственный советник Российской Федерации 1-го класса, советник секретариата научно-технического совета АО «ВПК «НПО машиностроения», Российская Федерация, г. Москва.*
E-mail: omvv@yandex.ru

ARCHITECTURE OF THE DATA AND KNOWLEDGE BASE FOR THE INFORMATION PROCESSES PLANNING AND COORDINATION SUBSYSTEM IN A HIERARCHICAL ERGASYSTEM

Dmitrii Lovtsov, *Dr.Sc. (Technology), Professor, Meritorious Scientist of the Russian Federation, Deputy Director for Research of Lebedev Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Russian Federation, Moscow.*
E-mail: *dal-1206@mail.ru*

Keywords: *hierarchical ergasystem, data and knowledge base, information and mathematical model, information processes, technological processes of information processing, situational planning and coordination, automated planning and coordination subsystem, frame model, frame prototype, frame sample, frame script, information and functional structure, principles, requirements.*

Abstract.
Purpose of the paper: *improving the methodological basis of the legal informatics theory.*
Methods used: *system analysis, logical conceptual and logical linguistical modelling of the data and knowledge base (DKB) and information process of situational planning and coordination of technological processes of information processing in a hierarchical ergasystem.*
Results obtained: *methodological principles are identified for a new control automation information technology based on an array of functional DKBs and a methodological diagram for their development is presented. Requirements for formalised knowledge representation in a functional DKB are identified. A justification is given for the strategy of situational planning and coordination of information processes in a hierarchical ergasystem as well as the information and functional structure of the DKB for the automated planning and coordination subsystem. A corresponding frame model for the information process of situational planning and coordination of technological processes of information processing is developed.*

References

1. Deit K. Dzh. Vvedenie v sistemy baz dannykh. M. : Vil'iams, 2005, 1328 pp. ISBN 5-8459-0788-8.
2. D'iakonov V. P., Borisov A. V. Osnovy iskusstvennogo intellekta. Smolensk : SGU, 2007, 129 pp.
3. Karpova I. P. Bazy dannykh. SPb. : Piter, 2013, 240 pp. ISBN 978-5-49600-546-3.
4. Kirillov V. V., Gromov G. Iu. Vvedenie v reliatsionnye bazy dannykh. SPb. : BKhV-Peterburg, 2012, 451 pp. ISBN 978-5-94157-770-5.
5. Korolev V. T., Kontarev E. A., Chernykh A.M. Tekhnologiia vedeniia baz dannykh. M. : Ros. Gos. un-t pravosudiia, 2015, 108 pp.
6. Kuznetsov S. D. Bazy dannykh. Modeli i iazyki. M. : Binom-Press, 2008, 720 pp. ISBN 978-9-5180-132-6.
7. Lovtsov D. A. Osnovnye metodologicheskie poniatiia, kontseptual'nye printsipy i teoretiko-prikladnye polozheniia pravovoi informatiki. Pravovaia informatika, 2018, No. 3, pp. 4-15. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-4-15.
8. Lovtsov D. A. Teoreticheskie osnovy sistemnoi informatizatsii pravovogo regulirovaniia. Pravovaia informatika, 2019, No. 4, pp. 12-28. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-12-28.
9. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem: Tezaurus. M. : Nauka, 2005, 248 pp. ISBN 5-02-033779-X.
10. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem: osnovnye polozheniia. Pravovaia informatika, 2019, No. 3, pp. 4-20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-04-20.
11. Lovtsov D. A. Modelirovanie organizatsii protsessov pererabotki informatsii v ierarkhicheskoi ergasisteme. Pravovaia informatika, 2019, No. 3, pp. 4-18. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-04-18.
12. Novikov F. A. Simvolicheskii iskusstvennyi intellekt: matematicheskie osnovy predstavleniia znanii. M. : Iurait, 2016, 278 pp. ISBN 978-5-99167-969-5.

13. Pospelov G. S. Iskusstvennyi intellekt -– osnova novoi informatsionnoi tekhnologii. M. : Nauka, 1988, 280 pp.
14. Sovetov B. Ia., Iakovlev S. A. Modelirovanie sistem. M. : Vysshaia shkola, 2007, 343 pp. ISBN 978-0-6003-860-6.
15. Fedoseev S. V. Primenenie sovremennykh tekhnologii bol'shikh dannykh v pravovoi sfere. Pravovaia informatika, 2018, No. 4, pp. 50-58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.

ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА И ЗАЩИТА ДОКУМЕНТООБОРОТА СУДЕБНОЙ СИСТЕМЫ

*Черных А.М.**

Ключевые слова: *судебная система, документооборот, блокчейн-сеть, технология блокчейн, электронное делопроизводство, распределенная база данных, система управления базой данных, хеш-функции, алгоритм шифрования сети.*

Аннотация.

Цель работы: *обоснование возможности создания судебной информационной системы документооборота на блокчейн-платформе, решения задачи обеспечения открытости сервиса для пользователей и поддержания высокой степени защищенности документальных данных всех участников судебного процесса на всем его протяжении.*

Метод: *информационный и структурный анализ судебных процессов с точки зрения распределенной телекоммуникационной сети, построенной по технологии блокчейн, для решения задач достоверного документооборота на протяжении судебного процесса с учетом обеспечения консенсуса заинтересованных сторон и невозможности внести изменения в используемые в судебном процессе документы без согласия всех участников.*

Результаты: *обоснована возможность использования блокчейн-технологии при построении информационной системы судопроизводства; рассмотрен переход на электронную регистрацию документов, ведение электронных реестров при взаимодействии участников судебного процесса преимущественно в электронной форме; разработана концептуально-логическая модель документооборота в ходе судебного процесса с использованием распределенного реестра с высокой степенью защищенности информации на длительном временном отрезке, обеспечивающем снижение коррупционной составляющей в системе контроля и учета юридически значимых документов судебного процесса.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-20-28

Обеспечение национальных интересов в области свободного, устойчивого и безопасного взаимодействия граждан и организаций, органов государственной власти Российской Федерации, органов местного самоуправления возможно путем реализации приоритетных задач по формированию информационного пространства с учетом потребностей населения и общества в получении качественных и достоверных сведений. Развитие информационной и коммуникационной инфраструктуры Российской Федерации, создание и применение российских информационных и коммуникационных технологий, обеспечение их конкурентоспособности на международном уровне — одна из *стратегических* задач[1].

Инфраструктура электронного правительства объединяет размещенные на территории Российской Федерации государственные информационные системы, программно-аппаратные средства и сети связи, обеспечивающие оказание услуг в электронной форме, взаимодействие органов государственной власти Российской Федерации, органов местного самоуправления, граждан и юридических лиц. Таким образом, формирование информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных информационных услуг невозможно без *совершенствования* нормативного правового регулирования в сфере обеспечения эффективной обработки информации (включая ее поиск, сбор, анализ, использование, сохранение и распространение).

Существующие подходы по созданию и ведению информационных систем в судебном делопроизводстве не позволяют гарантировать сохранность как самих документов, так и их содержания на протяжении всего судебного спора. Нередки случаи утраты, изменения, подлога

[1] Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы». URL: http://www.pravo.gov.ru.

* ***Черных Андрей Михайлович,*** *кандидат технических наук, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: kafpi@mail.ru

документов и судебных дел, что ведет к неоправданным судебным решениям или к закрытию судебного производства. В настоящее время существует потребность в обеспечении информационной защищенности документированных данных на протяжении всего судебного процесса, а не только его конечного результата.

В основу формирования единого информационного (цифрового) пространства судебной системы в соответствии с требованиями нормативных документов положены меры по совершенствованию правового регулирования, включающие выработку понятий, необходимых для формирования единой цифровой среды судебной системы [1], где создание алгоритмов удаленного подтверждения личности для совершения юридически значимых действий обеспечивают *конфиденциальность* и *достоверность* [5] данных судебной системы. Введение равного статуса для различных способов идентификации и аутентификации физических и юридических лиц, иных участников системы судебных отношений, правовое признание равных с очными бумажными взаимодействиями цифровых публичных правовых и гражданско-правовых взаимодействий обеспечивает переход к цифровизации не только судебных данных, но и процессуальных отношений. Выработка способов независимой доверенной фиксации и предоставления заинтересованным лицам юридических данных, связанных с электронным, дистанционным взаимодействием и электронными документами третьей доверенной стороны, решает задачу доверия сторонам судебного процесса.

Сегодня, в соответствии с существующими требованиями, обращение в Верховный Суд Российской Федерации и суды различной юрисдикции может быть подано в виде электронного документа или его образа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью. Судебные акты, за исключением актов, содержащих сведения, составляющие государственную или иную охраняемую законом тайну, если дело рассмотрено в закрытом судебном заседании, выполняются в форме электронного документа, который подписывается судьей (судьями, если судебный акт принят судом коллегиально) также усиленной квалифицированной электронной подписью.

Каждый документ представляется в виде отдельного файла в формате *PDF*, файлы прилагаемых документов могут быть представлены в форматах: *PDF, RTF, DOC, DOCX, XLS, XLSX, ODT* (для документов с текстовым содержанием), *PDF, JPEG (JPG), PNG, TIFF* (для документов с графическим содержанием). Электронный документ должен быть подписан электронной подписью лица, которое указано в тексте электронного документа как лицо, его подписавшее. Подача документов в электронном виде, в том числе в форме электронного документа, происходит через личный кабинет и требует приложения документа, подтверждающего полномочия представителя.

Процесс ведения электронного делопроизводства представляет собой сложную систему, включающую совокупность разнородных данных, обрабатываемых с использованием информационных систем, где на различных этапах их обработки присутствует человеческий фактор, что существенно влияет на достоверность, законность и необратимость действий при операциях с юридически значимыми документами. Набор разнообразных источников данных и электронных документов и участие в процессах различных сторон предъявляют высокие требования к качеству информации. Процесс обработки информации в подобных системах включает операции ввода, экспорта, импорта, обмена, предобработки, анализа, вывода, кодирования, шифрования и др. Данные операции в большинстве своем могут быть включены в состав функциональных возможностей правовой информационной системы. При этом качество судебных документов определяется точностью, достоверностью, полнотой и непротиворечивостью, при необходимости — соблюдением *конфиденциальности* и *секретности* [4].

Предлагаемый подход к созданию как корпоративной, так и открытой блокчейн-сети позволит создать информационную систему на основе безотказной связности сети с постоянной топологией и скоростью передачи информации. Сетевая структура информационной системы по технологии блокчейн является безопасной, так как трафик в сети не может быть модифицирован третьей стороной (рис. 1). Централизованное администрирование и идентичность узлов и линий связи основано на универсальной для всей сети системе отсчета времени.

Построение сети с ограниченным объемом узлов позволяет минимизировать время передачи транзакций в распределенной базе данных. Ориентировочная оценка временных характеристик доступа к реестру данных одноранговой сети, к которой относится блокчейн-сеть, позволяет оценить доступность узлов сети с заданными параметрами на основе существующей организационной структуры судебной системы.

Важное преимущество хранения данных на платформе распределенного реестра — высокая надежность, исключающая возможность потери или уничтожения. Принципиальная открытость данных, простота доступа и проверки правовых данных устраняют возможность совершения коррупционных сделок в ходе судебного процесса. Сокращаются издержки на ведение реестров, повышается оперативность предоставления данных потребителям.

Основные *вероятностно-временные характеристики* информационной коммуникационной блокчейн-сети с синхронным временны́м доступом при массовом обслуживании пользователей включают следующие показатели:

$$<V_c, D, R_c, Q, T_{бл}>,$$

где V_c — скорость передачи данных в сети; D — доступность узлов сети; R_c —скорость передачи данных блока в сети; Q — вероятность включения блока в цепочку; $T_{бл}$ — среднее время создания блоков данных в цепочке блокчейн.

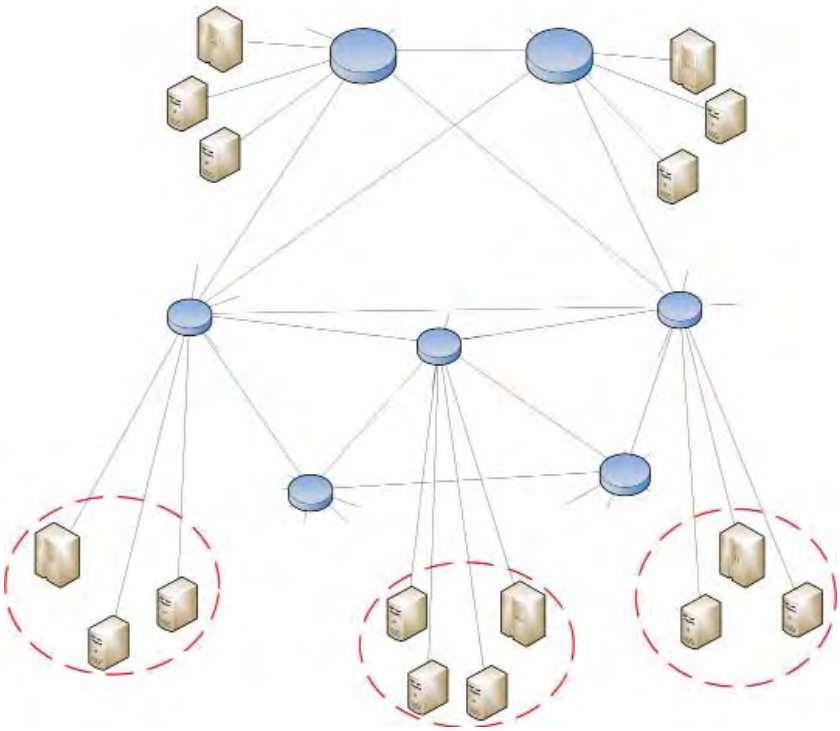


Рис. 1 Функциональные уровни информационной сети распределенного реестра

Если предполагаемая одноранговая сеть характеризуется графом без циклических структур, где N_d — число узлов сети на расстоянии d; n — полное число участников в сети; d — расстояние между узлами блокчейн-сети, тогда доступность D узлов сети с учетом количества узлов сети и связей между узлами блокчейн-сети можно определить из выражения:

$$D = \sum_{d=1}^{n} \frac{dN_d}{N-1}.$$

Информационная скорость взаимодействия узлов с учетом создания цепочки блоков в сети $R_c^{бл} = R_c Q$, *бит/с*; информационная скорость одноранговой сети $R_c = \lambda k N$, *бит/с* и интенсивность потока транзакций в блокчейн-сети $\Lambda = \lambda N$ позволяют рассчитать вероятность Q:

$$Q = W(s)B(s),$$

где $s = 1/T_{бл}$; $W(s) = \frac{s(1-\rho)}{s-\lambda+\lambda B(s)}$ — функция распределения времени ожидания для транзакций в сети; $\rho = \lambda(N-1)T_{бл}$.

Время ожидания завершения транзакции, исходя из преобразования Лапласа для фиксированного времени формирования блоков, носит экспоненциальный характер:

$$B_{(s)} = e^{-s(N-1)T_{бл}},$$

где $B(s)$ — преобразование Лапласа для функции плотности равномерного распределения вероятностей.

Среднее время $T_{бл}$ создания блоков данных в цепочке блокчейн с учетом скорости V_c передачи данных в сети и интенсивности Λ потока транзакций:

$$T_{бл} = t_{прд} + t_{пдт} + t_{тр} + t_{бл},$$

где $t_{прд} = \frac{D}{0{,}7c}$ — время передачи блока в сети; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с; $t_{пдт} = \frac{n_{пдт}}{V_c}$ — время подтверждения создания блока; $t_{тр} = \frac{d[W(s)B(s)]}{ds}$ — требуемое время доставки блока; $t_{бл} = \frac{n_k}{V_c}$ — время создания блока.

Система распределенных баз данных, лежащая в основе технологии блокчейн, состоит из набора узлов (*site*), связанных коммуникационной сетью, в которой каждый узел — это полноценная система управления базой данных. Все узлы взаимодействуют между собой таким образом, что пользователь любого из них может получить доступ к любым данным в сети так, как будто они находятся на его собственном узле. Локальные данные хранятся в соответствии с их структурной принадлежностью, а к удаленным данным доступ осуществляется по мере необходимости [3].

При решении задачи аутентификации источника данных не доверяющих друг другу сторон применяют технологию *электронной подписи* [5], позволяющую осуществлять аутентификацию источника данных по алгоритмам шифрования ГОСТа, возможно, на ближайшую перспективу с *гарантированной* безопасностью.

Использование российских сертифицированных алгоритмов криптографической защиты информации позволяет придать юридическую значимость доку-

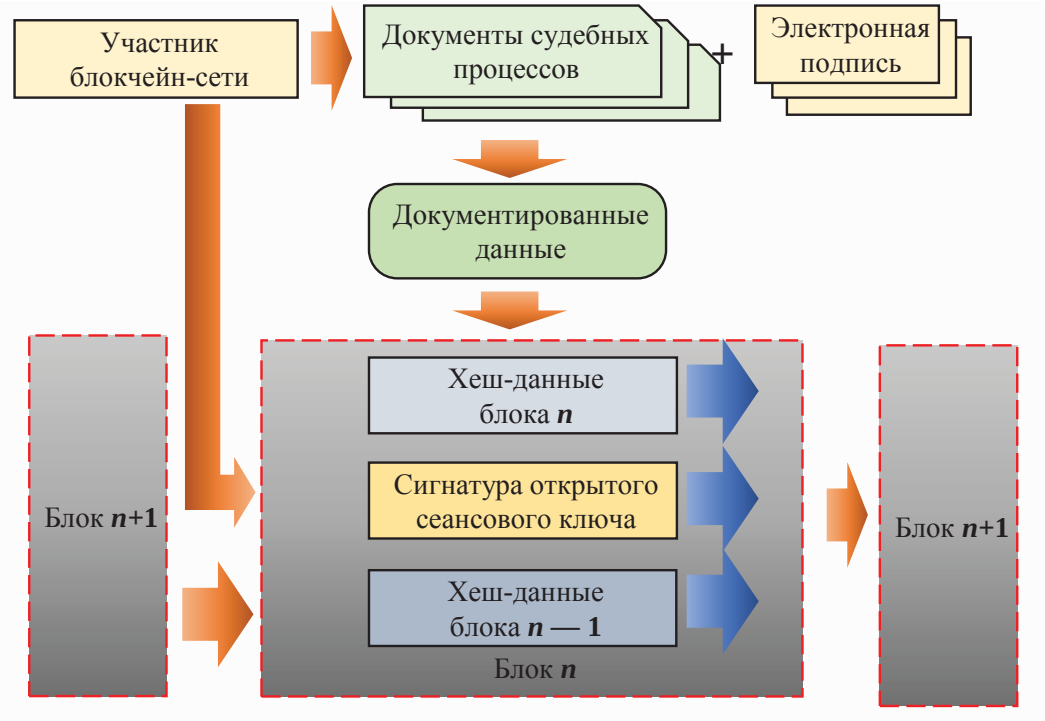


Рис. 2. Структура блока документов

ментальным данным судебного процесса через соответствие законодательству Российской Федерации, в частности, Федеральному закону от 6 апреля 2011 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи» и криптографическим преобразованиям, реализуемым средствами криптографической защиты информации (СКЗИ), имеющим соответствующую сертификацию в РФ.

В информационной системе, построенной с использованием криптографических технологий, *хэш-функции* имеют разнообразное применение: при проверке целостности записей в базах данных, построении алгоритмов быстрого поиска, проведении статистических экспериментов, тестировании логических устройств и др. В современных системах управления базами данных при осуществлении поиска нужных данных в большом объеме информации различного содержания сравниваются друг с другом не сами данные, а короткие значения их сверток, одновременно являющиеся контрольными суммами. Основным *требованием* к хэш-функциям является равномерность распределения их значений при случайном выборе значений аргументов. В данном случае хэш-функция не зависит от секретного ключа и может быть фиксирована и известна всем. Это дает гарантии невозможности подмены подписанного документа, а также подбора двух различных сообщений с одинаковым значением хэш-функции (в таких случаях говорят, что пара информационных массивов образует коллизию) [14].

Способы построения записей в цепочке не требует использования публичной криптографии. Использование хэш-функций обеспечивает достаточную степень защиты информации, что обеспечивает доверие к технологии. При решении задачи аутентификации источника данных не доверяющих друг другу сторон используется технология электронной подписи, позволяющей осуществлять аутентификацию источника данных. При этом сообщение должно быть подписано личной подписью, основанной на секретном ключе пользователя.

Алгоритм работы системы кодирования заключается в добавлении специального префикса и вычислении контрольной суммы путем хеширования полученной последовательности данных. Результатом хеширования является *n*-байтный дайджест (рис. 2).

Стойкость алгоритма шифрования в блокчейн-сети определяется стойкостью формируемого секретного ключа, так как открытый ключ является общедоступной информацией. Считается, что стойкость ключевой криптографической информации определяется временем, необходимым для вскрытия всех его символов; соответственно, чем больше время вскрытия секретного ключа, тем больше его стойкость. Если предположить, что решение задачи по вскрытию ключевой криптографической информации осуществляется на вычислительном кластере проекта TOP-500, имеющего максимальную суммарную вычислительную мощность $G = 93014{,}6$ TFlop/s (вычислительная мощность суперкомпьютеров рейтинга TOP-500), это позволяет обеспечить на интервале в течение суток (24 ч) невскрытие ключевой криптографической информации через 10—15 лет [12].

К технологии блокчейн в мире проявляют интерес представители различных сфер. Степень заинтересованности государственных органов и частных ком-

паний в разных секторах экономики и общественной жизни значительно отличается. Активно используются и повсеместно внедряются технологии блокчейн в финансовом секторе, но при этом государственные учреждения и производственные предприятия уделяют данной технологии недостаточно внимания. Блокчейн как технология до недавнего времени не попадала под нормативное регулирование и сертифицировать можно было только решения, созданные с помощью данной технологии. По результатам экспертизы 7 октября 2019 г. было получено положительное заключение ФСБ России для блокчейн-платформы Мастерчейн[2], разработанной Ассоциацией ФинТех (АФТ)[3]. Мастерчейн стал первой сертифицированной платформой, которая использует российские стандарты криптографии и соответствует требованиям информационной безопасности.

Блокчейн представляет собой технологию распределенного реестра на основе децентрализованной базы данных, для управления которой используются криптографические методы защиты информации. Данная технология лежит в основе работы криптовалют, в том числе таких, как *Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Dogecoin, Zcash* и др. Главное свойство блокчейн-сети — неизменяемость или очень трудная, практически невозможная обратимость созданной цепочки блоков данных. Внесенные в базу данных сведения о сделке (транзакции) нельзя удалить, отредактировать, так как даже незначительная правка требует огромных вычислительных ресурсов, поскольку реестр с информацией хранится в распределенной базе данных и постоянно обновляется в сети с учетом временных параметров [11].

Для удовлетворения возникших потребностей необходима разработка новых качественных сервисов, позволяющих участникам судебных процессов: подавать в суд заявления и ходатайства, получать своевременно уведомления, извещения, повестки, работать с электронными судебными документами, иметь доступ к информационным ресурсам суда с различных устройств и из любого места. *Информационное пространство судебной системы* представляется в виде распределенной структуры, основу которой определяют модели гражданского, уголовного, административного, арбитражного процессов, а также порядок рассмотрения дел об административных правонарушениях [7].

С этой целью подлежит первоочередной целенаправленной *модернизации* программное обеспечение существующей и развивающейся Государственной автоматизированной системы (ГАС) РФ «Правосудие», имеющее в своем составе программные изделия «Банк судебных решений (судебной практики)» и «Судимость» (функциональная подсистема «Судебное делопроизводство и статистика») для выполнения аналитических задач судебной статистики, и программное изделие «Документооборот» (подсистема «Документооборот и обращения граждан»), обеспечивающее представление информации и организации унифицированного доступа к распределенным информационным хранилищам. Постоянный рост объема документов в судебной сфере при дефиците помещений, предназначенных для хранения архивов, а также несоответствии имеющихся площадей архивов нормам хранения документов и требованиям пожарной безопасности постоянно требует немалых финансовых затрат [8, 9, 13]. Также нуждается в существенной доработке концепция подготовки квалифицированных специалистов [2], способных обеспечить правовое регулирование в сфере функционирования судебной информационной системы документооборота на блокчейн-платформе, решения задачи обеспечения открытости сервиса для пользователей и поддержания высокой степени защищенности документальных данных всех участников судебного процесса на всем его протяжении.

Использование технологии блокчейн в судопроизводстве — в первую очередь инструмент формирования среды доверия участников судебных споров и только потом средство хранения и представления информации. Сеть, построенная по технологии блокчейн, представляет собой инструмент для устранения недоверия сторон в сфере судебного делопроизводства. При этом в качестве дополнительных сервисов обеспечивается пространственно-временной континуум и механизм комплексной проверки документов профессиональными экспертами.

Применение технологии блокчейн позволяет свести к минимуму множество дорогостоящих и длительных юридических процедур, а также количество участников, имеющих отношение к ведению судебных споров. Использование подобной технологии дает возможность отслеживать движение судебных дел, историю документов и договоренностей в сфере судопроизводства, а также организовать оборот юридически значимых документов по принципу транзакции, при этом алгоритм взаимодействия обеспечивает то, что ни одна из сторон не сможет обмануть другую. Такие решения, исключающие человеческий фактор из системы оборота и контроля судебных документов, сводят к минимуму коррупционную составляющую в них.

Реализация технологии блокчейн позволит сформировать единый стандарт применения технологии в государственном управлении и при оказании государственных услуг [16]. Преимущества рассматриваемого подхода в организации процессов судопроизводства очевидны как для населения страны, так и для государства и его судебной системы. Данный подход позволит:

– оптимизировать время оформления комплекта документов;

– исключить необходимость обращаться повторно в судебные органы; документы не могут быть утеряны, изменены или повреждены;

[2] Децентрализованная сеть обмена и хранения информации «Мастерчейн», версия 1.1 // Интернет-портал TAdviser 2019. URL: http://www.tadviser.ru/images/a/ad/Masterchain_whitepaper_11_08.pdf (дата обращения: 26.06.2020).

[3] Ассоциация «ФинТех» основана в конце 2016 г. по инициативе Банка России и ключевых участников российского финансового рынка.

– обеспечить быструю проверку состояния и статуса документов;

– снизить коррупционную составляющую в судебных спорах.

Возможности технологии доступны для реализации вследствие простоты концептуальной и практической проверки правильности работы информационной системы, что, в свою очередь, ведет к увеличению доверия к создаваемой *системе судебного документооборота*. Сервисы услуг сети по обработке данных транзакций, построенные по технологии блокчейн, позволяют создавать записи распределенного реестра в рамках судебных процессов, включающие необходимый набор документальной, правовой информации всех участников судебных споров. Сервисы могут быть как экстерриториальными, так и локальными, т. е. поддерживаться определенной организацией, имеющей распределенную структуру, или быть сосредоточенными на одном вычислительном ресурсе, принадлежащем нескольким структурам. Обрабатываемые сервисом данные могут быть закрытыми или открытыми, анонимными или персонифицированными, в зависимости от решаемых системой задач [15].

Построенные на основе этой технологии сервисы для ведения реестров реализованы в виде распределенной базы данных, развернутой в пространстве на системе серверного оборудования, принадлежащего государственной структуре, представленной полными узлами (узел консенсуса), узлами аудита и конечными, клиентскими узлами (см. рис. 1). Это позволяет использовать существующую организационную структуру судебной системы. Работа системы предоставления услуг по технологии блокчейн основана на согласованной работе серверов по предоставлению индивидуального открытого ключа для взаимодействия пользователей в блокчейн-сети. Каждый сервер имеет копию базы данных, которая используется при обработке транзакций и в реестр которой вносятся записи. Изменение копии на локальных узлах распределенной сети приводит к изменению в базе данных на других серверных узлах. Высокая степень дублирования информации, наличие механизмов автоматического перестроения сети и восстановления ее после сбоев в работе обеспечивают высокую степень надежности предоставляемых услуг [3].

Согласование принципов взаимодействия между сторонами, участвующими в правовых процессах, основано на использовании алгоритмов доверия (консенсуса) взаимодействующих сторон. Консенсус между сторонами, не доверяющими друг другу, — это набор определенных математических правил и законов, которые регулируют работу по созданию цепочки блоков. Решение данной задачи в настоящее время основано на сложных вычислениях математической функции и требует больших вычислительных мощностей. Полученные решения могут быть быстро проверены и используются для создания блоков в цепи блокчейн. Самыми используемыми в информационных системах на основе блокчейн-технологии являются два алгоритма: *Proof-of-Work* («доказательство работы») и *Proof-of-Stake* («доказательство доли владения»). Также существуют и другие, однако они представлены в намного меньшем количестве решений на основе блокчейн-технологии. Это связано в первую очередь с их относительно недавним появлением и недостаточно отработанной технологией применения.

Уникальный цифровой идентификатор, используемый в распределенных базах данных по технологии блокчейн, и связанную с ним последовательность записей иногда называют «токеном» (от англ. *token* — жетон, маркер). Токены создаются и распределяются в сети блокчейн узлами сети с высокой вычислительной мощностью и имеют определенную ценность. Данные узлы должны принадлежать административным структурам или быть сертифицированы. Передача данных токенов участникам транзакции дает возможность добавления очередного блока в цепочку записей [11].

Используемый метод связывания гарантирует невозможность скрытного изменения как данных в блоке, так и замены самого блока в цепочке. Невозможно также нарушение истории совершения транзакций в рамках судебного спора или подмены текущего владельца токена без его ведома, а это все представители правовой системы государства и остальные участники судебного процесса. Высокие показатели защищенности данных в системе достигаются обеспечением *конфиденциальности*, *сохранности* и *достоверности* информации [5]. Распределенная база данных и децентрализованная сеть серверов ведут к многократному дублированию информации и высокой степени надежности работы системы. Понятие транзакции давно применяется в банковской сфере, биржевой торговле. В блокчейн-технологии под транзакцией понимают минимальную логически операцию, которая имеет смысл и может быть совершена только полностью. Транзакция или *смарт-контракт* (умный контракт) в правовых процессах предусматривает набор процедур определенной последовательности, совершаемых при действиях с правовой документацией всех участников судебных процессов [10, 11].

Информация, хранящаяся в распределенной базе сети блокчейн, не является секретной. Необходимости во взломе базы нет, и нарушителю это не даст ничего, что он не мог бы получить, пользуясь стандартными правилами доступа. Это значительно уменьшает заинтересованность во взломе сервера. Это свойство может быть использовано для проведения транзакций между сторонами, которые не полностью доверяют друг другу. Сервисы, использующие правила взаимодействия сторон, не известных друг другу, необходимы при проведении сделок с недвижимостью, для владельцев акций, соблюдении прав и требований кредиторов, учета автотранспорта или любого другого имущества, сделок, контрактов, обязательств, обременений и так далее.

С правовой точки зрения участники информационного взаимодействия с применением технологии блок-

чейн должны принимать на себя ряд обязательств, где должно быть четко указано [17]:

– кто должен нести ответственность в случае, если правовые данные не соответствуют требованиям судебного процесса;

– кто должен нести ответственность в случае, если система окажется ненадежной и будет выявлен факт нарушения данных в блокчейн-сети;

– какова ответственность стороны, допустившей нарушения в правовых документах, приведшие к аннулированию транзакции;

– какова ответственность владельца узла сети блокчейн в случае его дискретизации;

– кто несет материальную ответственность за нарушения на этапах совершения транзакции и обеспечение сервисных услуг;

– каков порядок разрешения коллизий и споров в случае нарушения правил судебного делопроизводства.

Поскольку данные проблемы носят юридический, а не технический характер, то для их разрешения необходимо заключение юридически обоснованных договоров. Оформление договора является стандартной процедурой для каждой стороны, участвующей в совершении процессуальных действий в судебных спорах.

При переходе на электронную регистрацию документов, на ведение электронных реестров, на взаимодействие участников судебного процесса преимущественно в электронной форме необходимо говорить о том, что наибольшая уязвимость системы существует в рамках идентификации и аутентификации заявителя и остальных участников судебных споров. Проведение идентификации и аутентификации необходимо по нескольким параметрам, когда голос, лицо и отпечаток пальцев одновременно уже используются для подтверждения личности участников совершения транзакции. На сегодня в законодательных органах находятся на рассмотрении правовые акты, определяющие возможность перехода на идентификацию личности по трем *биологическим параметрам* [6] при совершении запросов и подаче пакетов документов для реализации своих требований в электронной форме.

Судебная система Российской Федерации, являясь независимым элементом государственной власти, нуждается в оптимизации сферы правовых отношений на основе соблюдения баланса интересов, взаимной ответственности и скоординированных усилиях государства, общества и населения. Переход к инновационному, базирующемуся на принципах новых информационных технологий и социально ориентированному типу информатизации процессов правосудия и самой судебной системы сегодня является одним из наиболее актуальных направлений развития инфраструктуры государства.

Первые шаги в области цифровизации судебной деятельности предприняты судом по интеллектуальным правам. Некоммерческая организация «Ассоциация *IPChain*», созданная по инициативе ряда фондов и компаний, таких как Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий (г. Сколково), Общество по коллективному управлению смежными правами «Всероссийская организация интеллектуальной собственности» (ВОИС) и др., развернула децентрализованную сеть транзакций с правами и объектами интеллектуальной собственности *IPChain*. Судом по интеллектуальным правам РФ создан узел блокчейн-сети *IPChain*, что позволило российской судебной системе практически размещать транзакции по результатам судебных решений об изменении состава правообладателей на объекты интеллектуальной собственности в блокчейн-сети «*IPChain*». В данном конкретном случае используются возможности блокчейн-технологии по гарантированному сохранению неизменности результатов судебного спора.

Таким образом, применение рассмотренного подхода для решения задач учетно-регистрационной деятельности в сфере правосудия позволит не только сохранить накопленный потенциал и привести к созданию информационной системы на базе реестра достоверных данных правовых споров, гармонизации сферы правосудия в целях повышения эффективности судебных споров, защиты прав участников процессов и снижения административных барьеров, но и позволит повысить место Российской Федерации в рейтинге, который составляется по Индексу развития информационно-коммуникационных технологий стран (ИКТ) — *ICT Development Index, (IDI)*, одному из ключевых индикаторов развития информационного общества в странах мира.

Литература

1. Ващекин А. Н., Дзедзинский А. В. Проблемы правового регулирования отношений в цифровом пространстве // Правосудие. 2020. Т. 2. № 2. С. 126—147. DOI: 10.37399/issn2686-9241.2020.2-126-147.
2. Ершов В. В., Ловцов Д. А. Концепция непрерывной информационной подготовки юриста // Информационное право. 2007. № 3. С. 29—34.
3. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. 1328 с. ISBN 5-8459-0788-8.
4. Ловцов Д. А. Проблемы правового регулирования электронного документооборота // Информационное право. 2005. № 2. С. 28—31.
5. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере: Монография. М. : Росс. гос. ун-т правосудия, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
6. Ловцов Д. А., Князев К. В. Защищенная биометрическая идентификация в системах контроля доступа. I. Математические модели и алгоритмы // Информация и космос. 2013. № 1. С. 100—103.

7. Ловцов Д. А., Ниесов В. А. Формирование единого информационного пространства судебной системы России // Российское правосудие. 2008. № 11. С. 78—88.
8. Ловцов Д. А., Ниесов В. А. Проблемы и принципы системной модернизации «цифрового» судопроизводства / Правовая информатика. 2018. № 2. С. 15—22. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-15-22.
9. Ловцов Д. А., Черных А. М. Геоинформационные системы. М. : Росс. акад. правосудия, 2012. 188 с. ISBN 978-5-93916-340-8.
10. Савельев А. И. Некоторые аспекты использования смарт-контрактов и блокчейн-технологий по российскому праву // Закон. 2017. № 5. С. 94—117.
11. Свон М. Блокчейн: Схема новой экономики. М. : Олимп-Бизнес, 2017. 240 с.
12. Тутубалин П. И., Кирпичников А. П. Оценка криптографической стойкости алгоритмов асимметричного шифрования // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 10. С. 94—99.
13. Федосеев С. В. Применение современных технологий больших данных в правовой сфере // Правовая информатика. 2018. № 4. С. 50—58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.
14. Фергюсон Н., Шнайер Б. Практическая криптография. М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. 420 с.
15. Черных А.М. Защищенность данных об объектах недвижимости и земельных ресурсах на базе геоинформационных систем и технологии блокчейн // Правовая информатика. 2019. № 4. С. 75—85. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-75-85.
16. 1Franco P. The Blockchain // Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics. John Wiley & Sons, 2014. 288 p. ISBN 978-1-119-01916-9.
17. Madnick S. Blockchain is unbreakable? Think again // The Wall Street Journal. 2019. 6 june. URL: http://blogs.wsj.com/experts/2019/ (дата обращения 10.10.2020).

Рецензент: ***Бетанов Владимир Вадимович,*** *доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук, заместитель начальника центра АО «Российские космические системы», Российская Федерация, г. Москва.*
E-mail: vlavab@mail.ru

DISTRIBUTED REGISTER TECHNOLOGIES AND PROTECTING THE JUDICIAL DOCUMENTS FLOW SYSTEM

Andrei Chernykh, *Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Moscow, Russian Federation.*
E-mail: *kafpi@mail.ru*

Keywords: *judicial system, document flow, blockchain network, blockchain technology, electronic record keeping, distributed database, database management system, hash functions, network encryption algorithm.*

Abstract.
Purpose of the work: *justifying the possibility of creating a judicial documents flow information system on the blockchain platform, solving the problem of ensuring the openness of this service for users, and maintaining a high degree of protection of documentary data of all participants of court proceedings throughout its entire course.*
Methods used: *informational and structural analysis of judicial documents from the standpoint of a distributed telecommunications network built using blockchain technology with a view to solve problems of reliable document flow during court proceedings considering ensuring a consensus of interested parties and the impossibility of making changes to the documents used in the proceedings without the consent of all participants.*
Results obtained: *a justification is given for the possibility of using blockchain technology in constructing a information system for court proceedings, a transition to electronic documents registration and maintaining electronic registers in the interaction of participants of court proceedings predominantly in electronic form are considered, a logical conceptual model of document flow during court proceedings is developed using a distributed register with a high degree of information protection over a long period of time ensuring a reduction of the corruption component in the control and inventory management system for legally authentic documents of court proceedings.*

References

1. Vashchekin A. N., Dzedzinskii A. V. Problemy pravovogo regulirovaniia otnoshenii v tsifrovom prostranstve. Pravosudie, 2020, t. 2, No. 2, pp. 126-147. DOI: 10.37399/issn2686-9241.2020.2-126-147.
2. Ershov V. V., Lovtsov D. A. Kontseptsiia nepreryvnoi informatsionnoi podgotovki iurista. Informatsionnoe pravo, 2007, No. 3, pp. 29-34.
3. Deit K. Dzh. Vvedenie v sistemy baz dannykh. M. : Izd. dom "Vil'iams", 2005, 1328 pp. ISBN 5-8459-0788-8.
4. Lovtsov D. A. Problemy pravovogo regulirovaniia elektronnogo dokumentooborota. Informatsionnoe pravo, 2005, No. 2, pp. 28-31.
5. Lovtsov D. A. Sistemologiia pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere: Monografiia. M. : Ross. gos. un-t pravosudiia, 2016, 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
6. Lovtsov D. A., Kniazev K. V. Zashchishchennaia biometricheskaia identifikatsiia v sistemakh kontrolia dostupa. I. Matematicheskie modeli i algoritmy. Informatsiia i kosmos, 2013, No. 1, pp. 100-103.
7. Lovtsov D. A., Niesov V. A. Formirovanie edinogo informatsionnogo prostranstva sudebnoi sistemy Rossii. Rossiiskoe pravosudie, 2008, No. 11, pp. 78-88.
8. Lovtsov D. A., Niesov V. A. Problemy i printsipy sistemnoi modernizatsii "tsifrovogo" sudoproizvodstva. Pravovaia informatika, 2018, No. 2, pp. 15-22. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-15-22.
9. Lovtsov D. A., Chernykh A. M. Geoinformatsionnye sistemy. M. : Ross. akad. pravosudiia, 2012, 188 pp. ISBN 978-5-93916-340-8.
10. Savel'ev A. I. Nekotorye aspekty ispol'zovaniia smart-kontraktov i blokchein-tekhnologii po rossiiskomu pravu. Zakon, 2017, No. 5, pp. 94-117.
11. Svon M. Blokchein: Skhema novoi ekonomiki. M. : Olimp-Biznes, 2017, 240 pp.
12. Tutubalin P. I., Kirpichnikov A. P. Otsenka kriptograficheskoi stoikosti algoritmov asimmetrichnogo shifrovaniia. Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta, 2017, t. 20, No. 10, pp. 94-99.
13. Fedoseev S. V. Primenenie sovremennykh tekhnologii bol'shikh dannykh v pravovoi sfere. Pravovaia informatika, 2018, No. 4, pp. 50-58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.
14. Fergiuson N., Shnaier B. Prakticheskaia kriptografiia. M. : Izd. dom "Vil'iams", 2005, 420 pp.
15. Chernykh A.M. Zashchishchennost' dannykh ob ob"ektakh nedvizhimosti i zemel'nykh resursakh na baze geoinformatsionnykh sistem i tekhnologii blokchein. Pravovaia informatika, 2019, No. 4, pp. 75-85. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-75-85.
16. Franco P. The Blockchain. Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics. John Wiley & Sons, 2014, 288 p. ISBN 978-1-119-01916-9.
17. Madnick S. Blockchain is unbreakable? Think again. The Wall Street Journal, 6 june 2019. URL: http://blogs.wsj.com/experts/2019/ (data obrashcheniia 10.10.2020).

МЕТОД РАСЧЕТА РАДИОЗАМЕТНОСТИ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫХ АППАРАТОВ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

*Скотченко А.С.**

Ключевые слова: *дистанционно пилотируемый аппарат, радиозаметность, эффективная поверхность рассеяния, триангуляция, полигон, треугольник, затененный полигон, невидимый полигон, затененный треугольник, невидимый треугольник, логический обход, программная реализация.*

Аннотация.

Цель работы: *совершенствование научно-методической базы теории оценивания радиозаметности дистанционно пилотируемых аппаратов, используемых как правоохранительными органами, так и правонарушителями.*

Методы: *сравнительный анализ, вычислительная геометрия, математическая логика и компьютерная графика.*

Результаты: *исследованы особенности программных реализаций методов определения принадлежности точки полигону, используемых при расчете эффективной поверхности рассеяния дистанционно пилотируемого аппарата; проведен сравнительный анализ влияния используемых типов переменных и функций на скорость исполнения программного кода; разработан метод логического обхода вершин для определения принадлежности точки полигону, в котором применяются только арифметические операции и не вызываются функции из стандартных математических библиотек, а также используются логические переменные типа bool вместо традиционных в подобных задачах типов float и double; компьютерная реализация метода дает значительное преимущество по скорости выполнения программного кода.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-29-37

Введение

Правоохранительные органы при решении различных задач все чаще обращаются к помощи дистанционно пилотируемых аппаратов (ДПА) [4]. В некоторых случаях, например, при проведении воздушной разведки в интересах оперативных подразделений, ДПА должен быть максимально незаметным, в том числе и для радиолокационных сигналов [9]. В существующих реалиях современной жизни остаются весьма актуальными антитеррористические задачи. Весьма полезными и важными могут быть возможность зависания ДПА над определенными объектами, возможность взять на борт высококачественную аппаратуру наблюдения, а также малая заметность аппарата [8].

Количественной мерой радиозаметности (для радиолокационных сигналов) является *эффективная* [7] *площадь рассеяния* (ЭПР) ДПА. Под ЭПР понимается площадь эквивалентного отражателя, размещенного в точке нахождения цели, который создает на приемной антенне принятый сигнал такой же интенсивности [10].

При расчете ЭПР объектов сложной формы используются численные методы, базирующиеся на предварительной триангуляции поверхности, при которой поверхность ДПА аппроксимируется треугольниками. В процессе расчетов постоянно приходится определять, какие треугольники на триангулированных поверхностях являются невидимыми и их можно исключить из дальнейших расчетов. Чем больше будет обнаружено «затененных» треугольников, тем меньше в дальнейшем придётся делать вычислений, а следовательно, существует возможность более оперативной или более точной оценки ЭПР. Последнее особенно актуально для малоразмерных летательных аппаратов, каковыми являются ДПА. При этом для каждого треугольника решается типовая *задача определения принадлежности точки треугольнику*[1] [2].

[1] Препарата Ф., Шеймос М. Вычислитель-ная геометрия: Введение. – М.: Мир, 1989. – 480 с.; Ласло М. Вычислительная гео-метрия и компьютерная графика на C++. – М.: БИНОМ, 1997. – 304 с. ISBN: 0-13-290842-5, 5-7889-0008-8; Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве. – М.: Мир, 1982. – 304 с.

* ***Скотченко Андрей Сергеевич,*** *кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: skotchenko@rambler.ru

```
struct Point                                    // координаты точки
        {       float x, y;             bool invisible;       };
struct Triangle             // координаты вершин треугольника
        {       Point p1, p2, p3;    };
class vector_triangle
{       public:
        vector_triangle()           // конструктор класса по умолчанию
        {x = 0;         y = 0; }
        vector_triangle(point _begin, point _end)    // конструктор
        {x = _end.x - _begin.x;             y = _end.y - _begin.y;}
}
```

Рис. 1. Листинг используемых структур и классов

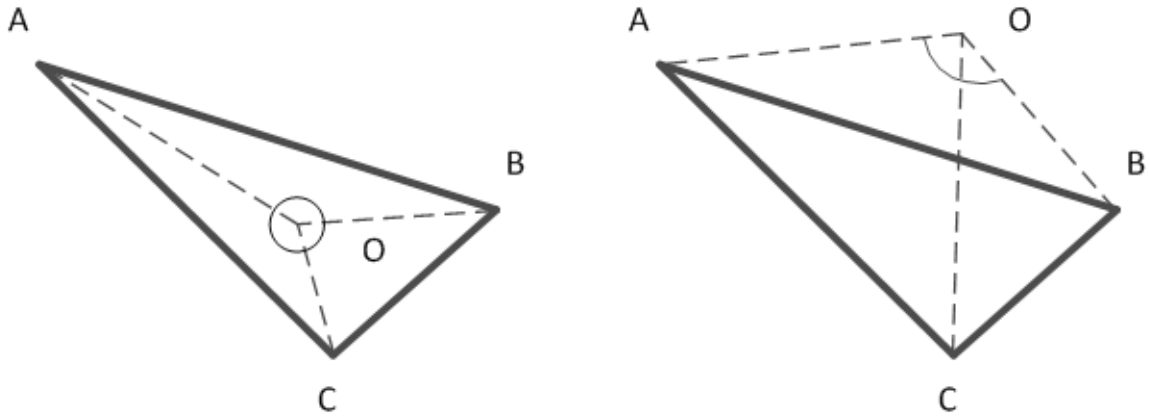


Рис. 2. Метод углов

Подобную задачу можно решить классическими методами [12], в частности, методом площадей, методом углов, методом лучей. Для сравнения известных методов и их программной реализации создадим структуры данных для точки, треугольника и класс для определения координат вектора (рис. 1).

Метод углов

В данном методе рассматриваемая точка соединяется дополнительными отрезками с вершинами треугольника[2] [1]. Для определения принадлежности точки O треугольнику ABC необходимо построить отрезки OA, OB и OC (рис. 2). Далее через скалярное произведение определяются косинусы углов с вершиной в рассматриваемой точке. Если сумма углов при точке O равна $360°$, то точка O принадлежит треугольнику ABC.

Программная реализация метода углов представлена на рис. 3.

Данный метод требует для получения приемлемых результатов переменных двойной точности типа double. Кроме того, многократный вызов функций арккосинуса acos(·) и извлечения квадратного корня sqrt(·) отрицательно сказывается на скорости выполнения программного кода.

Метод площадей (по формуле Герона)

Как и при применении метода углов, рассматриваемая точка соединяется дополнительными отрезками с вершинами треугольника[3] (рис. 2) [1]. Далее по формуле Герона через полупериметры определяются площади полученных треугольников, и их сумма сравнивается с площадью рассматриваемого треугольника.

Программная реализация метода углов представлена на рис. 4.

Данный метод, как и предыдущий, требует для получения приемлемых результатов применения переменных двойной точности и многократного вызова функции извлечения квадратного корня sqrt(·).

[2] Аммерал Л. Принципы программирования в машинной графике. М. : Сол. Систем, 1992. 224 с. ISBN 5-85316-001-6.

[3] Там же.

```
float angle(float x1, float y1, float x2, float y2)
{       return acos((x1*x2+y1*y2)/
        (sqrt(x1*x1+y1*y1)*sqrt(x2*x2+y2*y2)))*180.0/ M_PI;
}
bool method_angle (Triangle triangle, Point p)
{       double con1, con2, con3;
        con1 = angle(       triangle.p1.x - p.x, triangle.p1.y - p.y,
                            triangle.p2.x - p.x, triangle.p2.y - p.y);
        con2 = angle(       triangle.p1.x - p.x, triangle.p1.y - p.y,
                            triangle.p3.x - p.x, triangle.p3.y - p.y);
        con3 = angle(       triangle.p2.x - p.x, triangle.p2.y - p.y,
                            triangle.p3.x - p.x, triangle.p3.y - p.y);
        double sum = con1 + con2 + con3;
        if (round(sum)==360)                    return true;
        else                                    return false;
}
```

Рис. 3. Программная реализация метода углов

```
bool method_areag(Triangle triangle, point p)
{       vector_triangle ab(triangle.p1, triangle.p2);
        vector_triangle bc(triangle.p2, triangle.p3);
        vector_triangle ca(triangle.p3, triangle.p1);
        vector_triangle ao(triangle.p1, p);
        vector_triangle bo(triangle.p2, p);
        vector_triangle co(triangle.p3, p);
double perimeter_all = (ab.length() + bc.length() + ca.length())/2;
double perimeter_small_1 = (ab.length() + ao.length() + bo.length())/2;
double perimeter_small_2 = (bc.length() + bo.length() + co.length())/2;
double perimeter_small_3 = (ca.length() + co.length() + ao.length())/2;
double area_all = (sqrt((perimeter_all *
                        (perimeter_all - ab.length()) *
                        (perimeter_all - bc.length()) *
                        (perimeter_all - ca.length()))));
double area_small_1 = (sqrt(perimeter_small_1 *
                        (perimeter_small_1 - ab.length()) *
                        (perimeter_small_1 - ao.length()) *
                        (perimeter_small_1 - bo.length())));
double area_small_2 = (sqrt(perimeter_small_2 *
                        (perimeter_small_2 - bc.length()) *
                        (perimeter_small_2 - bo.length()) *
                        (perimeter_small_2 - co.length())));
double area_small_3 = (sqrt(perimeter_small_3 *
                        (perimeter_small_3 - ca.length()) *
                        (perimeter_small_3 - co.length()) *
                        (perimeter_small_3 - ao.length())));
double sum = area_small_1 + area_small_2 + area_small_3;
if (floor(area_all*rou)/rou == floor(sum*rou)/rou)      return true;
else                                                    return false;
}
```

Рис. 4. Программная реализация метода площадей (по формуле Герона)

```
float area(point a, point b, point c)
{
//      i           j           k       // Матрица
//      cx-ax       cy-ay       0       // для нахождения
//      cx-bx       cy-by       0       // векторного произведения
//      k*((cx-ax)*(cy-by) - (cx-bx)*(cy-ay)) // Определитель
return abs((c.x - a.x)*(c.y - b.y) - (c.x-b.x)*(c.y-a.y));
}
bool method_areav(Triangle abc, point a)
{
        if (area(abc.p1, abc.p2, abc.p3) ==
                area(abc.p1, abc.p2, a    ) +
                area(abc.p1, a    , abc.p3) +
                area(a    , abc.p2, abc.p3))        return true;
        else                                        return false;
}
```

Рис. 5. Программная реализация метода площадей (векторный)

Метод площадей (векторный)

Данный метод основан на утверждении, что при векторном произведении двух векторов будет получен вектор, длина которого равна площади параллелограмма, построенного на исходных векторах [3]. Как и в методе углов, рассматриваемая точка соединяется дополнительными отрезками с вершинами треугольника (см. рис. 2), далее через векторное произведение векторов, построенных на сторонах полученных треугольников, определяются их площади, а их сумма сравнивается с площадью рассматриваемого треугольника. Программная реализация векторного метода площадей представлена на рис. 5.

В данном методе можно использовать обычные переменные с плавающей точкой типа float. Для вычисления длины результирующего вектора используется функция abs(·).

Метод логического обхода

Суть метода состоит в том, что начало новой временной локальной системы координат размещается в точке, принадлежность которой треугольнику следует установить. Координаты треугольника пересчитываются в этой локальной системе координат [11]. Далее, продвигаясь по часовой стрелке от первой вершины к следующей вершине по прямым линиям, на которых расположены стороны треугольника, определяем, слева или справа от каждой прямой находится начало координат.

Если для всех сторон начало координат находится справа, то точка принадлежит треугольнику.

Запишем каноническое уравнение прямой:

$$\frac{x_n - x_{n+1}}{x_{n+2} - x_{n+1}} = \frac{y_n - y_{n+1}}{y_{n+2} - y_{n+1}} \qquad (1)$$

и представим его в виде:

$$(x_n - x_{n+1})(y_{n+2} - y_{n+1}) = \\ = (x_{n+2} - x_{n+1})(y_n - y_{n+1}); \qquad (2)$$

$$(x_n - x_{n+1})(y_{n+2} - y_{n+1}) - \\ - (x_{n+2} - x_{n+1})(y_n - y_{n+1}) = 0, \qquad (3)$$

где x_{n+1}, x_{n+2}, y_{n+1}, y_{n+2} — координаты точек, принадлежащих прямой.

Это уравнение прямой, которой принадлежит одна из сторон треугольника. Для точки, не принадлежащей прямой, выражение (3) будет больше или меньше нуля. В качестве этой точки будем рассматривать третью вершину треугольника.

Начало координат может принадлежать или не принадлежать этой прямой:

$$(-x_{n+1})(y_{n+2} - y_{n+1}) - \\ - (x_{n+2} - x_{n+1})(-y_{n+1}) = 0. \qquad (4)$$

Необходимо определить, по одну ли сторону от прямой находятся третья вершина и начало координат, т. е. одного ли знака получатся значения выражений (3) и (4). Поэтому найдем их произведение (5). Очевидно, что произведение будет больше нуля, если выражения (3) и (4) одного знака[4] [11]:

$$\big((x_n - x_{n+1})(y_{n+2} - y_{n+1}) \\ - (x_{n+2} - x_{n+1})(y_n - y_{n+1})\big)\times \\ \times\big((-x_{n+1})(y_{n+2} - y_{n+1}) - \\ (x_{n+2} - x_{n+1})(-y_{n+1})\big) > 0\ . \qquad (5)$$

Перепишем выражение (5) в другом виде:

[4] Аммерал Л. Принципы программирования в машинной графике. М. : Сол. Систем, 1992. 224 с. ISBN 5-85316-001-6;

Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве. М. : Мир, 1982. 304 с.

$$\left(\frac{x_n - x_{n+1}}{x_{n+2} - x_{n+1}} - \frac{y_n - y_{n+1}}{y_{n+2} - y_{n+1}}\right) \times \times \left(\frac{0 - x_{n+1}}{x_{n+2} - x_{n+1}} - \frac{0 - y_{n+1}}{y_{n+2} - y_{n+1}}\right) > 0 \quad (6)$$

Сократим запись, вычислив предварительно координаты направляющего вектора рассматриваемой прямой:

$$\vec{p}(x_{n+2} - x_{n+1}; y_{n+2} - y_{n+1}). \quad (7)$$

В итоге получим:

$$\left(\frac{x_n - x_{n+1}}{p_x} - \frac{y_n - y_{n+1}}{p_y}\right) \times \times \left(\frac{-x_{n+1}}{p_x} - \frac{-y_{n+1}}{p_y}\right) > 0 \quad (8)$$

Далее рассмотрим возможные случаи положения вершин треугольника в различных четвертях локальной системы координат. Проведем логическую замену (табл. 1).

Таблица 1

Логическая замена

координаты	замена
x<0; y<0 — координата отрицательная	x=0; y=0
x≥0; y≥0 — координата положительная	x=1; y=1

Составим таблицу истинности с учетом проведенной замены (таблица 2) [6].

Таблица 2

Таблица истинности для вершин треугольника

x_1	x_1	x_2	x_2	x_3	x_3	комментарий	значение
1	1	1	1	1	1	Все точки в I-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	1	1	1	0	1	Две точки в I-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	1	1	1	0	0	Две точки в I-й четверти	ИСТИНА
1	1	1	1	1	0	Две точки в I-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	1	1	1	1	1	Две точки в I-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	0	1	1	1	1	Две точки в I-й четверти	ИСТИНА
1	0	1	1	1	1	Две точки в I-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	1	0	1	1	1	Две точки в I-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	1	0	0	1	1	Две точки в I-й четверти	ИСТИНА
1	1	1	0	1	1	Две точки в I-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	1	0	1	0	1	Все точки во II-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	1	0	1	0	0	Две точки во II-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	1	0	1	1	0	Две точки во II-й четверти	ИСТИНА
0	1	0	1	1	1	Две точки во II-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	0	0	1	0	1	Две точки во II-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	0	0	1	0	1	Две точки во II-й четверти	ИСТИНА
1	1	0	1	0	1	Две точки во II-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	1	0	0	0	1	Две точки во II-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	1	1	0	0	1	Две точки во II-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	1	1	1	0	1	Две точки во II-й четверти	ИСТИНА
0	0	0	0	0	0	Все точки в III-ей четверти	*ЛОЖЬ*
0	0	0	0	0	1	Две точки во III-ей четверти	*ЛОЖЬ*
0	0	0	0	1	0	Две точки во III-ей четверти	*ЛОЖЬ*
0	0	0	0	1	1	Две точки во III-ей четверти	ИСТИНА
0	1	0	0	0	0	Две точки во III-ей четверти	*ЛОЖЬ*

Продолжение таблицы 2

x_1	x_1	x_2	x_2	x_3	x_3	комментарий	значение
1	0	0	0	0	0	Две точки во III-ей четверти	*ЛОЖЬ*
1	1	0	0	0	0	Две точки во III-ей четверти	ИСТИНА
0	0	0	1	0	0	Две точки во III-ей четверти	*ЛОЖЬ*
0	0	1	0	0	0	Две точки во III-ей четверти	*ЛОЖЬ*
0	0	1	1	0	0	Две точки во III-ей четверти	ИСТИНА
1	0	1	0	1	0	Все точки в IV-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	0	1	0	0	0	Две точки во IV-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	0	1	0	0	1	Две точки во IV-й четверти	ИСТИНА
1	0	1	0	1	1	Две точки во IV-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	0	1	0	1	0	Две точки во IV-й четверти	*ЛОЖЬ*
0	1	1	0	1	0	Две точки во IV-й четверти	ИСТИНА
1	1	1	0	1	0	Две точки во IV-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	0	0	0	1	0	Две точки во IV-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	0	0	1	1	0	Две точки во IV-й четверти	ИСТИНА
1	0	1	1	1	0	Две точки во IV-й четверти	*ЛОЖЬ*
1	1	0	1	0	0	Все точки в разных четвертях I, II, III	ИСТИНА
1	1	0	0	0	1		ИСТИНА
0	1	1	1	0	0		ИСТИНА
0	1	0	0	1	1		ИСТИНА
0	0	1	1	0	1		ИСТИНА
0	0	0	1	1	1		ИСТИНА
1	1	0	1	1	0	Все точки в разных четвертях I, II, IV	ИСТИНА
1	1	1	0	0	1		ИСТИНА
0	1	1	1	1	0		ИСТИНА
0	1	1	0	1	1		ИСТИНА
1	0	1	1	0	1		ИСТИНА
1	0	0	1	1	1		ИСТИНА
1	1	0	0	1	0	Все точки в разных четвертях I, III, IV	ИСТИНА
1	1	1	0	0	0		ИСТИНА
1	0	1	1	0	0		ИСТИНА
1	0	0	0	1	1		ИСТИНА
0	0	1	1	1	0		ИСТИНА
0	0	1	0	1	1		ИСТИНА
0	1	0	0	1	0	Все точки в разных четвертях II, III, IV	ИСТИНА
0	1	1	0	0	0		ИСТИНА
1	0	0	0	0	1		ИСТИНА
1	0	0	1	0	0		ИСТИНА
0	0	0	1	1	0		ИСТИНА
0	0	1	0	0	1		ИСТИНА

Интерес в вышеприведенной таблице представляют только истинные значения, поскольку только в этих случаях начало координат введенной локальной системы координат может находиться внутри треугольника.

Соединим переменные в этих строках со значениями «ИСТИНА» с помощью операции конъюнкции, а сами строки между собой с помощью операции дизъюнкции. Данное выражение получается очень длинным и здесь не приводится ввиду его громоздкости.

После упрощения с помощью логических законов [5] получим:

$$x_n \,\&\, y_n \,\&\, (x_{n+2} \,\&\, y_{n+2} \vee \vee x_{n+1} \,\&\, y_{n+2} \vee x_{n+2} \,\&\, y_{n+1}) \,, \quad (9)$$

где $x_n, y_n, x_{n+1}, y_{n+1}, x_{n+2}, y_{n+2}$ — координаты вершин треугольника.

Рассмотрение взаимоположения точки и треугольника следует начинать именно с этого выражения. Если значение выражения (9) окажется отрицательным, то треугольник можно исключить из дальнейшего рассмотрения, так как начало координат не может оказаться внутри него. Если же значение этого выражения положительное, то следует рассмотреть взаимоположение точки и начала координат относительно сторон треугольника, используя выражения (7) и (8).

Программная реализация метода обхода вершин представлена на рис. 6 и рис. 7.

```
bool logical (bool x1, bool y1, bool x2, bool y2, bool x3, bool y3)
{
        if( x1* y1*(!x3*!y3+!x2*!y3+!x3*!y2)) return 1;
        if(!x1* y1*( x3*!y3+ x2*!y3+ x3*!y2)) return 1;
        if(!x1*!y1*( x3* y3+ x2* y3+ x3* y2)) return 1;
        if( x1*!y1*(!x3* y3+!x2* y3+!x3* y2)) return 1;
return 0;
}
```

Рис. 6. Программная реализация логической функции

```
bool method_bypass(Triangle ABC, point A)
{
        bool x1, y1, x2, y2, x3, y3, res;
        point p1, p2, p3;
// нормирование координат вершин
        p1.x = ABC.p1.x - A.x;
        p1.y = ABC.p1.y - A.y;
        p2.x = ABC.p2.x - A.x;
        p2.y = ABC.p2.y - A.y;
        p3.x = ABC.p3.x - A.x;
        p3.y = ABC.p3.y - A.y;
// применение таблицы логической замены
                p1.x>= 0 ? x1=1 : x1=0;
                p1.y>= 0 ? y1=1 : y1=0;
                p2.x>= 0 ? x2=1 : x2=0;
                p2.y>= 0 ? y2=1 : y2=0;
                p3.x>= 0 ? x3=1 : x3=0;
                p3.y>= 0 ? y3=1 : y3=0;
// вызов функции логического обхода
res = logical (x1,y1,x2,y2,x3,y3);
if (res)
        {
                if(     ((-p1.x)*(p2.y-p1.y)-(p2.x-p1.x)*(-p1.y)) *
                ((p3.x-p1.x)*(p2.y-p1.y)-(p2.x-p1.x)*(p3.y-p1.y)) < 0 )
                                                        return 0;
                if(     ((-p2.x)*(p3.y-p2.y)-(p3.x-p2.x)*(-p2.y)) *
                ((p1.x-p2.x)*(p3.y-p2.y)-(p3.x-p2.x)*(p1.y-p2.y)) < 0 )
                                                        return 0;
                if(     ((-p3.x)*(p1.y-p3.y)-(p1.x-p3.x)*(-p3.y)) *
                ((p2.x-p3.x)*(p1.y-p3.y)-(p1.x-p3.x)*(p2.y-p3.y)) < 0 )
                                                        return 0;
        }
return res;
}
```

Рис. 7. Программная реализация метода обхода вершин

Использование логической функции и её упрощение с помощью законов математической логики позволяет исключить из проверки множество треугольников. Кроме того, современные компьютеры используют двоичную систему исчисления, поэтому операции с битами переменных типа bool являются для них «родными» и выполняются максимально быстро, в отличие от операций с типами float или double. Математический аппарат аналитической геометрии применяется не для всех, а только для части треугольников и использует исключительно арифметические операции, не прибегая к вызову специальных библиотечных функций типа acos(·) или sqrt(·).

Для сравнения приведён результат работы программы при использовании различных методов (рис. 8), рассмотренных в данной статье, показывающий, что даже для небольшого количества треугольников, количество которых при формировании сцен компьютерной графики обычно исчисляется миллионами, метод логического обхода вершин оказывается наиболее быстрым.

Проверено треугольников 500 и точек 1425

Метод углов	*Время: 0.341 секунды*
Метод площадей (векторный)	*Время: 0.332 секунды*
Метод площадей (по формуле Герона)	*Время: 0.175 секунды*
Метод логического обхода	*Время: 0.038 секунды*

Рис. 8. Сравнение методов по времени выполнения

Вывод

Несомненно, использование малозаметных ДПА в деятельности правоохранительных органов будет постоянно расширяться. Кроме того, необходимость в обнаружении ДПА, используемых правонарушителями, также остается актуальной. Поэтому потребность в оперативной теоретической оценке их радиозаметности в скором времени окажется весьма востребованной. Программа логического определения принадлежности точки треугольнику методом обхода его вершин демонстрирует преимущества использования методов математической логики по сравнению с традиционными классическими методами высшей математики. Даже для небольшого количества точек и треугольников метод логического обхода вершин оказывается самым быстрым. Это преимущество достигается за счет исключения из сравнения части треугольников путём применения логической формулы, а также за счет использования только арифметических операций, логических функций и переменных.

Литература

1. Андреева Е. В., Егоров Ю. Е., Взаимное расположение точек и фигур // Информатика. 2002. № 40. С. 28—31.
2. Де Берг Марк, Чеонг Отфрид, Ван Кревельд Марк, Овермарс Марк. Вычислительная геометрия. Алгоритмы и приложения. М. : ДМК-Пресс, 2017. 437 с.
3. Ивановский С. А., Симончик С. К. Алгоритмы вычислительной геометрии. Пересечение отрезков: метод заметания плоскости // Компьютерные инструменты в образовании. СПб. : Изд-во ЦПО «Информатизация образования». 2007. № 4. С. 18—33.
4. Канушкин С. В. Синергетический подход в управлении группой беспилотных летательных аппаратов интеллектуальной системы охранного мониторинга // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 25—37. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-25-37.
5. Клини С. К. Математическая логика. Изд. 4-е. М. : Изд-во ЛКИ, 2008. 480 с. ISBN 978-5-382-00626-0.
6. Королев В. Т., Ловцов Д. А., Радионов В. В. Системный анализ. Часть. 2. Логические методы / Под ред. Д. А. Ловцова. М. : Росс. гос. ун-т правосудия, 2017. 160 с. ISBN 978-5-93916-636-6.
7. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем : тезаурус. М. : Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
8. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Моделирование оптико-электронных систем дистанционно пилотируемых аппаратов : монография. М. : Технолоджи-3000, 2019. 164 с. ISBN 978-5-94472-036-8.
9. Ловцов Д. А., Черных А. М. Геоинформационные системы. М. : Росс. акад. правосудия, 2012. 188 с. ISBN 978-5-93916-340-8.
10. Макаренко С. И., Тимошенко А. В., Васильченко А. С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. С. 109—146.
11. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. М. : Мир, 2001. 604 с. ISBN 5-03-002143-4.
12. Скотченко А. С. Метод логического определения принадлежности точки треугольнику при построении 3D-модели // Вестник Университета Российской академии образования. 2014. № 2. С. 126—142.

Рецензент: ***Сухов Андрей Владимирович,*** *доктор технических наук, профессор, профессор кафедры радиоэлектроники, телекоммуникаций и нанотехнологий Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Российская Федерация, Москва.*
E-mail: avs57@mail.ru

A METHOD FOR COMPUTING THE RADIO VISIBILITY OF REMOTELY PILOTED AIRCRAFT OF LAW ENFORCEMENT AGENCIES

Andrei Skotchenko, *Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Moscow, Russian Federation.*
E-mail: *skotchenko@rambler.ru*

Keywords: *remotely piloted aircraft, radio visibility, radar cross-section, triangulation, polygon, triangle, shaded polygon, invisible polygon, shaded triangle, invisible triangle, logical traversal, software implementation.*

Abstract.
Purpose of the work: *improving the methodological basis of the theory of evaluating the radio visibility of remotely piloted aircraft used by law enforcement agencies as well as offenders.*
Methods used: *comparative analysis, computational geometry, mathematical logic and computer graphics.*
Results obtained: *features of software implementations of methods for determining whether a point belongs to a polygon used in computing the radar cross-section of a remotely piloted aircraft are studied, a comparative analysis of the impact of types of used variables and functions on software code execution speed is carried out, and a method of logical traversal of vertices for determining whether a point belongs to a polygon which uses only arithmetic operations, bool variables instead of float and double ones traditionally used for such problems, and does not call functions from standard mathematical libraries is worked out. A software implementation of the method gives a significant gain in code execution speed.*

References

1. Andreeva E. V., Egorov Iu. E., Vzaimnoe raspolozhenie tochek i figur. Informatika, 2002, No. 40, pp. 28-31.
2. De Berg Mark, Cheong Otfrid, Van Krevel'd Mark, Overmars Mark. Vychislitel'naia geometriia. Algoritmy i prilozheniia. M. : DMK-Press, 2017, 437 pp.
3. Ivanovskii S. A., Simonchik S. K. Algoritmy vychislitel'noi geometrii. Peresechenie otrezkov: metod zametaniia ploskosti. Komp'iuternye instrumenty v obrazovanii. SPb. : Izd-vo TsPO "Informatizatsiia obrazovaniia", 2007, No. 4, pp. 18-33.
4. Kanushkin S. V. Sinergeticheskii podkhod v upravlenii gruppoi bespilotnykh letatel'nykh apparatov intellektual'noi sistemy okhrannogo monitoringa. Pravovaia informatika, 2018, No. 3, pp. 25-37. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-25-37.
5. Klini S. K. Matematicheskaia logika. Izd. 4-e. M. : Izd-vo LKI, 2008, 480 pp. ISBN 978-5-382-00626-0.
6. Korolev V. T., Lovtsov D. A., Radionov V. V. Sistemnyi analiz. Chast'. 2. Logicheskie metody. Pod red. D. A. Lovtsova. M. : Ross. gos. un-t pravosudiia, 2017, 160 pp. ISBN 978-5-93916-636-6.
7. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : tezaurus. M. : Nauka, 2005, 248 pp. ISBN 5-02-033779-X.
8. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. Modelirovanie optiko-elektronnykh sistem distantsionno pilotiruemykh apparatov : monografiia. M. : Tekhnolodzhi-3000, 2019, 164 pp. ISBN 978-5-94472-036-8.
9. Lovtsov D. A., Chernykh A. M. Geoinformatsionnye sistemy. M. : Ross. akad. pravosudiia, 2012, 188 pp. ISBN 978-5-93916-340-8.
10. Makarenko S. I., Timoshenko A. V., Vasil'chenko A. S. Analiz sredstv i sposobov protivodeistviia bespilotnym letatel'nym apparatam. Chast' 1. Bespilotnyi letatel'nyi apparat kak ob"ekt obnaruzheniia i porazheniia. Sistemy upravleniia, sviazi i bezopasnosti, 2020, No. 1, pp. 109-146.
11. Rodzhers D., Adams Dzh. Matematicheskie osnovy mashinnoi grafiki. M. : Mir, 2001, 604 pp. ISBN 5-03-002143-4.
12. Skotchenko A. S. Metod logicheskogo opredeleniia prinadlezhnosti tochki treugol'niku pri postroenii 3D-modeli. Vestnik Universiteta Rossiiskoi akademii obrazovaniia, 2014, No. 2, pp. 126-142.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Федосеев С.В.*

Ключевые слова: *экспертные и судебно-экспертные исследования, объекты судебно-экспертной деятельности, количественные и качественные показатели, подходы к проведению судебно-экспертного исследования, совместное использование количественных и качественных показателей, функции принадлежности альтернативных предположений. .*

Аннотация.

Цель работы: *обоснование научно-методического подхода к решению задач определения результатов судебно-экспертных исследований.*

Метод: *логическое моделирование правовых отношений и информационных связей в правовой сфере; системный анализ взаимосвязи предметной области правовой сферы, объектов судебно-экспертной деятельности и основных объектов и методов теории принятия решений и теории нечетких множеств.*

Результаты: *выполнен анализ подходов к проведению судебно-экспертного исследования и направлений судебно-экспертной деятельности; определена необходимость совместного использования количественных и качественных показателей; обосновано применение математических методов теории нечетких множеств и теории принятия решений при проведении экспертного исследования; приведена процедура вычисления нечетких отношений предпочтения, разработан алгоритм определения результата экспертного исследования, представлен пример реализации разработанного алгоритма.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-38-45

Введение

Необходимость совершенствования научно-методической базы [1, 2, 7] и способов [8, 15] получения новых специальных правовых знаний в области проведения экспертных и судебно-экспертных исследований отмечается в настоящее время многими специалистами.

Проведение таких исследований становится все более актуальным в арбитражном, гражданском, уголовном судопроизводстве, при урегулировании споров хозяйствующих субъектов и др. на основе системного подхода, в частности, разработки и применения предметно-ориентированных *методик системного анализа* — прикладных методик, особенностью которых является сочетание в них *формальных* методов, моделей, алгоритмов (аналитических, статистических, теоретико-множественных, логических, лингвистических, семиотических, графических) и *качественных* (эвристических) способов использования неформализованных знаний (эвристик, опыта и интуиции) экспертов, таких как способы экспертных оценок (экспертный опрос, взвешенное оценивание и выбор предпочтительного варианта), «мозговая атака» (одновременное коллективное обсуждение всех сформулированных идей), «Делфи» (многошаговая процедура «мозговой атаки», учитывающая результаты предшествующих шагов при оценке значимости экспертов), «дерево целей» (выявление и декомпозиция главной цели, построение «прогнозного графа»), морфологический анализ Ф. Цвикки (систематический поиск всех возможных вариантов решения проблемы путём комбинирования выделенных элементов или их признаков) и др. [11].

Подтверждением этого является рост числа, например, строительно-технических экспертиз, выполняемых государственными судебно-экспертными учреждениями [2, 6].

Другими важными направлениями судебно-экспертной деятельности являются:

– комплексное обследование зданий и сооружений;
– инженерная экспертиза;
– оценка бизнеса и недвижимого имущества;
– экспертиза и оценка ущерба после пожара

* ***Федосеев Сергей Витальевич,*** *кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.*
E-mail: fedsergvit@mail.ru

– экспертиза промышленного и технологического оборудования;

– экспертиза объектов интеллектуальной собственности;

– судебная психофизиологическая экспертиза с использованием так называемого «компьютерного полиграфа» [10] и др.

Подходы к проведению судебно-экспертного исследования

Объекты судебно-экспертной деятельности описываются *системами показателей*, на основании которых выполняется исследование. Эти показатели могут быть отнесены к двум базовым категориям: количественные и качественные.

Количественные показатели отражают свойства исследуемых объектов, измеряемые в количественных шкалах, выражаемые количественными мерами.

Определение *качественных* показателей выполняется с использованием качественных шкал, таких как ранговая (прямая и обратная) или классификационная. Кроме этого, часто применяется процедура бинарного сравнения со степенями предпочтения или со строгим предпочтением.

В большинстве случаев объекты судебно-экспертного исследования описываются набором, содержащим как количественные, так и качественные показатели [3, 4, 6].

Например, при проведении судебно-экспертного определения стоимости *объектов интеллектуальной собственности* необходимо учитывать следующие показатели [1, 12—14]:

1. *Показатели, увеличивающие стоимость объекта*: конкурентоспособность объекта; экономическая эффективность использования объекта; объем и надежность правовой охраны объекта, в том числе патентная чистота объекта; степень новизны объекта; техническая значимость объекта; коммерческая реализуемость объекта (ожидание будущих доходов); производственная применимость, производственная готовность.

2. *Показатели, уменьшающие стоимость объекта*: низкая надежность правовой охраны объекта; высокая скорость морального старения интеллектуального продукта; незначительный срок полезного использования; малый срок действия охранного документа; незначительный жизненный цикл объекта; малый срок действия лицензионного договора.

Для любого направления судебно-экспертной деятельности точное определение показателей и правильная методика их использования позволяют повысить качество получаемых результатов.

Особенно важным это обстоятельство является в случае использования при проведении судебно-экспертного исследования вероятностно-статистического и байесовского подходов.

Первый подход основан на предварительном определении набора показателей, характеризующих исследуемый объект, и вычислении их частот встречаемости. Признается, что применение *вероятностно-статистических методов* может рассматриваться как основа, позволяющая эксперту сделать категорические выводы [7].

Применение *второго* подхода позволяет определить вероятность предшествующего события по факту совершения последующего, т. е. описать вероятностной характеристикой связь между возможной причиной и следствием. В системе англо-американского права такой подход допускается при представлении суду результатов судебной экспертизы.

По существу, в основу байесовского подхода положено сравнение, сопоставление взаимоисключающих гипотез (альтернативных предположений).

Совместное использование количественных и качественных показателей представляет собой определенную методологическую *проблему* [16].

Одним из возможных путей решения этой проблемы является использование математических методов теории нечетких множеств [5, 9]. В этом случае использование базового понятия этой теории — *функции принадлежности* — для количественных и качественных показателей позволяет далее обрабатывать их совместно.

Если качественные показатели уже по своей природе являются нечеткими, то нечеткость, «размытость» количественных показателей вводится как результат неточного их измерения или получения при моделировании.

На основании изложенного можно предложить следующий подход к выполнению экспертного исследования.

Примем к использованию идею байесовского подхода по сопоставлению *альтернативных предположений* (АП), вырабатываемых в ходе экспертного исследования.

Сформируем *множество исходных альтернативных предположений*. Каждому АП (элементу этого множества) поставим в соответствие набор значений количественных и качественных показателей.

Учтем возможные ограничения на значения показателей, логическую непротиворечивость и физическую реализуемость АП и получим *множество допустимых альтернативных предположений*.

Введем понятие нечеткого *множества актуальных альтернативных предположений* и определим функции принадлежности этому множеству элементов множества допустимых альтернативных предположений.

Используя вычисленные значения функций принадлежности и применяя математические методы целевого программирования и теории нечетких множеств, определим то *альтернативное предположение*, которое следует считать результатом экспертного исследования.

Процедура получения результата экспертного исследования представлена на рис. 1.

Рис. 1. Логическая организация процедуры получения результата экспертного исследования

Определение функций принадлежности для количественных и качественных показателей

Сделаем *предположение*, что все используемые показатели положительно ориентированы.

Определим функции принадлежности всех АП нечеткому множеству актуальных альтернативных предположений по показателю ω_i, $i = \overline{1,m}$.

Всего рассматривается m показателей, из них:

$(1, \ldots, c\text{-}1)$ — количественные;

$(c, \ldots, m)$ — качественные.

Тогда для каждого АП x_j, $j = \overline{1,K}$ (K — мощность множества допустимых альтернативных предположений) по каждому показателю ω_i, $i = \overline{1,m}$, величина μ_{ij} определяется как функция принадлежности альтернативного предположения x_j нечеткому множеству $M_{i\mu}$ актуальных альтернативных предположений (см. рис. 1).

Рассмотрим способы определения величины μ_{ij}.

Значения ***количественных*** показателей считаются полученными для каждого альтернативного предположения.

Функция принадлежности для количественного показателя задается в виде[1]:

$$\mu'_{ij} = \frac{\omega'_i(x_j) - \omega'_{i1}}{d_i}, \quad (1)$$

где $di = |\omega'_{i2} - \omega'_{i1}|$ — диапазон изменения i-го показателя, ω'_{i1} — нижний (в смысле «худший») предел диапазона изменения i-го показателя; ω'_{i2} — верхний (в смысле «лучший») предел; $\omega'_i(x_j)$ — измеренное или полученное в результате моделирования значение показателя альтернативного предположения x_j.

Таким образом для каждого АП x_j можно получить набор функций принадлежности

$\mu'_j = \{\mu'_{1j}, \ldots, \mu'_{mj}\}$, $j = \overline{1,K}$.

Дальнейшее использование μ'_j связано с употреблением в том или ином виде свертки набора функций принадлежности

$$\bar{\mu}'_j = \sum_{i=1}^{c-1} \beta_i \mu'_{ij};$$

[1] Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М. : Радио и связь, 1982. 120 с.;

Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М. : Наука, 1981. 312 с.

$$\sum_{i=1}^{c-1} \beta_i = 1, \quad (2)$$

где коэффициент β_i — важность i-го показателя, определяемый экспертным способом $(0 \le \beta_i \le 1)$.

Как правило, $\beta_i = \text{const}$ при изменении ω_i' внутри диапазона d_i (рис. 2) или присутствует линейная зависимость $\mu_i' = \mu_i'(\omega_i(x_i))$ (рис. 3). Очевидно, что приращение показателя $\Delta\omega_i'$ имеет бóльшую важность в верхней части диапазона d_i, чем в нижней.

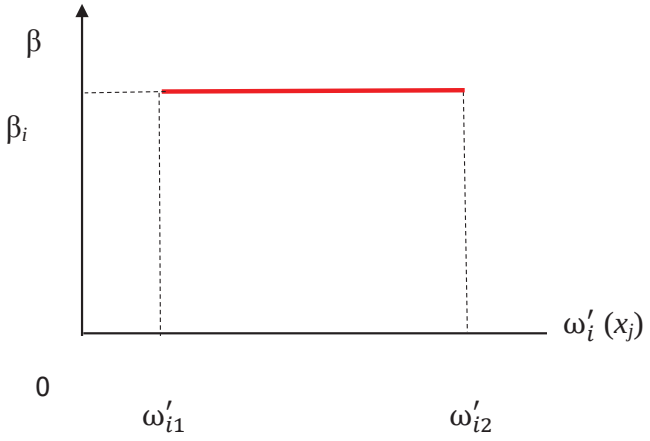


Рис. 2. Постоянный коэффициент важности β_i на диапазоне изменения Δd_i

Для введения нелинейной (например, ступенчатой) зависимости $\beta_i = \beta_i(\omega_i')$ целесообразно диапазон изменения показателя ω_j' разделить на некоторое число поддиапазонов E_i величиной Δd_i:

$$E_i = \frac{\omega_{i2}' - \omega_{i1}'}{\Delta d_i}$$

и для каждого ε_i-го поддиапазона задать (рис. 4) коэффициент $\beta_{i\varepsilon i}$ важности при условии нормировки

$$\sum_{\varepsilon i=1}^{E_i} \beta_{i\varepsilon i} = \beta_i.$$

Тогда функция принадлежности АП x_j по i-му нечёткому количественному показателю, имеющему значение $\omega_i'(x_j)$ и относящемуся к ε_i-му поддиапазону, определяется следующим образом:

$$\mu_{ij}^* = \beta_{i\varepsilon i}\mu_{ij}',$$

где μ_{ij}' определяется из (1).

В этом случае (2) представляется в виде:

$$\bar{\mu}_j' = \sum_{i=1}^{c-1} \beta_{i\varepsilon i}\, \mu_{ij}' = \sum_{i=1}^{c-1} \mu_{ij}^*, \quad (3)$$

где $\beta_{i\varepsilon i}$ выбирается из множества $B_i = \{\beta_{i\varepsilon i} | \varepsilon_i = \overline{1, E_i}\}$ в соответствии с условиями:

$$(\Delta d_i)\varepsilon_i < \omega_i'(x_j) < (\Delta d_i)(\varepsilon_i + 1);$$

$$\omega_i'(x_j) \neq (\Delta d_i)\varepsilon_i;\ \varepsilon_i = \overline{1, E_i}$$

Пусть ***качественный*** показатель $\omega_i'', i = \overline{c, m}$ имеет q_i уровней градаций. Тогда

$$\mu_{ijl}'' = \begin{cases} \frac{1}{q_i}, \text{если } \omega_i''(x_j) \ge l; \\ j = \overline{1, K}; i = \overline{c, m}; l = \overline{1, q_i} \\ 0, \text{если } \omega_i''(x_j) < l. \end{cases} \quad (4)$$

Отсюда значение функции принадлежности рассматриваемого альтернативного предположения x_j нечеткому множеству актуальных альтернативных предположений по качественному показателю ω_i'' определится следующим образом:

$$\mu_{ij}'' = \sum_{l=1}^{q_i} \mu_{ijl}''.$$

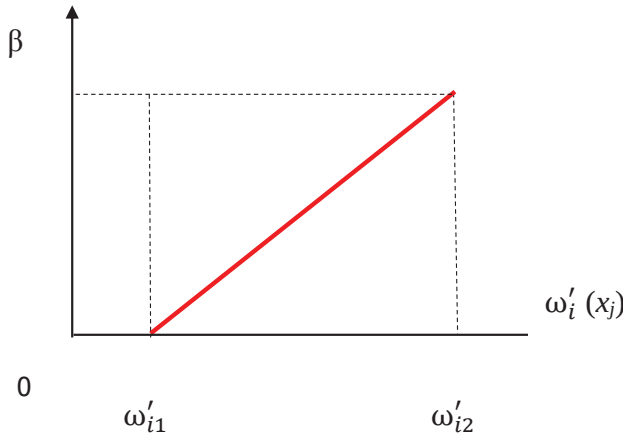


Рис. 3. Линейная зависимость коэффициента важности от изменения показателя

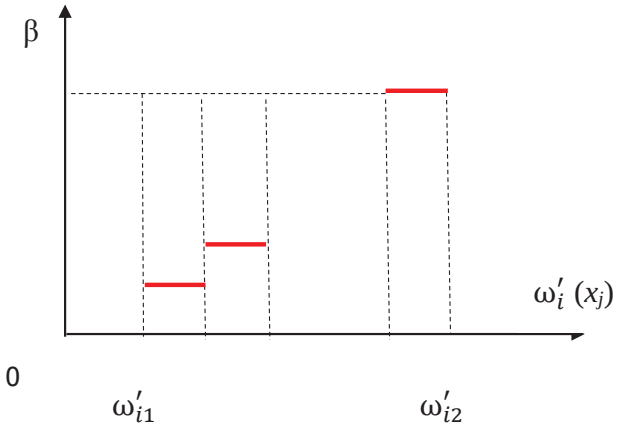


Рис. 4. Ступенчатое изменение коэффициента важности на диапазоне изменения Δd_i

Последнее означает, что если при оценке объекта по качественному показателю предусмотрено десять градаций (уровней оценки), а сам объект отнесен, например, к седьмой градации, то функция принадлежности в этом случае равна 0,7.

Определение результата экспертного исследования

Введем понятие $x_{\text{ид}}$ — «идеального» гипотетического альтернативного предположения, для которого функции принадлежности по всем показателям принимаются равными единице:

$$\mu_{i\text{ид}}' = 1;\ i = \overline{1, c-1};$$

$$\mu_{i\text{ид}}'' = 1;\ i = \overline{c, m}.$$

Используем понятие $x_{\text{ид}}$ для определения результата экспертного исследования. Очевидно, что может

быть выделено такое альтернативное предположение, которому соответствует минимальное отличие от $x_{ид}$.

Близость альтернативного предположения x_j к «идеальному» альтернативному предположению $x_{ид}$ можно оценить с помощью обобщенного расстояния Хемминга в m-мерном пространстве (пространстве показателей)[2].

Обобщенное расстояние Хемминга в данном случае выражается формулой:

$$d(x_{ид}, x_j) = m - (\sum_{i=1}^{c-1} \beta_{i\varepsilon i}\, \mu'_{ij} + \sum_{i=c}^{m} \sum_{i=1}^{qi} \mu''_{ijl}). \quad (5)$$

Результатом экспертного исследования признается альтернативное предположение x^*, для которого

$$d(x_{ид}, x^*) \le d(x_{ид}, x_j)\ \forall x_j \in X_д,$$

где $X_д$ — множество допустимых альтернативных предположений.

Исходя из изложенного, алгоритм определения результата экспертного исследования можно представить в следующем виде:

Шаг 1. Задание множества исходных альтернативных предположений по рассматриваемой экспертной процедуре.

Шаг 2. Определение вида используемых показателей и их значений для каждого альтернативного предположения.

Шаг 3. Определение множества допустимых альтернативных предположений, исходя из возможных допустимых ограничений на значения параметров альтернативных предположений, их логической непротиворечивости и физической реализуемости.

Шаг 4. Введение понятия нечеткого множества актуальных альтернативных предположений и определение функции принадлежности этому множеству элементов множества допустимых альтернативных предположений.

Шаг 5. Поиск, использующий метод целевого программирования, на полученном множестве допустимых альтернативных предположений того предположения, которое будет признано как итоговый результат экспертного исследования.

Функции принадлежности нечетких количественных и качественных показателей определяются по выражениям (1) и (4). Свертка функций принадлежности производится согласно (3). Итоговый результат экспертного исследования соответствует альтернативному предположению, имеющему минимальное обобщенное расстояние Хэмминга (5).

Пример реализации экспертного алгоритма

Пусть выполняется *строительно-техническая экспертиза*, в ходе которой после анализа технического состояния строительного объекта, его планировки и степени благоустройства определены два альтернативных предположения:

x_1 — строительному объекту требуется *комплексный* капитальный ремонт;

x_2 — строительному объекту требуется *выборочный* капитальный ремонт.

Ставится задача определения итогового результата экспертизы из набора альтернативных предположений $X = \{x_1, x_2\}$.

Заданы следующие исходные данные.

Количественные и качественные показатели альтернативных предположений:

ω_1 — вероятность выполнения ремонта в заявленные сроки;

ω_2 — время выполнения ремонта;

ω_3 — сложность выполнения ремонта (качественный показатель).

Допустимые диапазоны изменения указанных показателей соответственно:

$d_1 = 0{,}65 \ldots 0{,}95$;

$d_2 = 5 \ldots 10$ единиц времени (ед. вр.);

$q_3 = 10$ — количество градаций для показателя ω_3.

Для простоты предположим, что коэффициенты важности показателей ω_1, ω_2 неизменны внутри диапазонов изменения и принимаются равными:

$\beta_1 = 0{,}6; \quad \beta_2 = 0{,}4.$

Пусть альтернативному предположению x_1 соответствует семь уровней градации по показателю ω_3, а x_2 — шесть уровней; значения двух других показателей для x_1 и x_2 принимаются равными:

$\omega_1(x_1) = 0{,}8, \quad \omega_1(x_2) = 0{,}71;$

$\omega_2(x_1) = 8$ ед. вр., $\quad \omega_2(x_2) = 7$ ед. вр.

Пусть значения показателей альтернативных предположений x_1 и x_2 удовлетворяют имеющимся ограничениям, а сами предположения логически непротиворечивы и физически реализуемы и поэтому предположения x_1 и x_2 можно отнести к множеству допустимых альтернативных предположений.

Определим функции принадлежности альтернативных предположений нечеткому множеству актуальных альтернативных предположений.

Используя (1), (4), получим:

$\mu_{11} = 0{,}5; \quad \mu_{21} = 0{,}4; \quad \mu_{31} = 0{,}7;$

$\mu_{12} = 0{,}2; \quad \mu_{22} = 0{,}6; \quad \mu_{32} = 0{,}6.$

Согласно (5) обобщенное расстояние Хэмминга для альтернативных предположений x_1 и x_2 принимает значение:

$d(x_{ид}, x_1) = 1{,}84;$

$d(x_{ид}, x_2) = 2{,}04.$

Результатом экспертного исследования признается альтернативное предположение x_1, так как этому предположению соответствует меньшее значение обобщенного расстояния Хэмминга.

Таким образом, рассмотрен новый научно-методический подход к решению задач определения результатов судебно-экспертных исследований на основе логического моделирования правовых отношений и информационных связей в правовой сфере, системно-

[2] Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М. : Радио и связь, 1982. 120 с.;

Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М. : Наука, 1981. 312 с.

го анализа взаимосвязи предметной области правовой сферы, объектов судебно-экспертной деятельности и основных объектов и методов теории принятия решений и теории нечетких множеств (в частности, предложена процедура вычисления нечетких отношений предпочтения), а также разработан алгоритм определения результата экспертного исследования и приведен численный пример его реализации.

Литература

1. Аснис А. Я., Иванова М. А., Хазиев Ш. Н. Судебно-экспертное определение стоимости объектов интеллектуальной собственности // Теория и практика судебной экспертизы. 2019. Т. 14. № 3. С. 40—45. DOI: 10.30764/1819-2785-2019-14-3-40-45.
2. Бутырин А. Ю., Данилкин И. А. Совершенствование судебно-экспертных исследований реконструируемых зданий и сооружений // Теория и практика судебной экспертизы. 2017. Т. 12. № 2. С. 27—33.
3. Бутырин А. Ю., Кулаков К. Ю. Исходные данные для проведения судебно-оценочных исследований // Теория и практика судебной экспертизы. 2011. № 3. С. 34—41.
4. Ващекина И. В., Ващекин А. Н. Оптимизация экспертно-оценочной деятельности при сделках с недвижимостью: экономико-математическая модель // Недвижимость: экономика, управление. 2018. № 3. С. 23—29.
5. Ващекин А. Н. Применение математических методов теории нечетких множеств при моделировании принятия решений в экономической и правовой сфере // Экономика. Статистика. Информатика. Вестник УМО. 2013. № 6. С. 18—21.
6. Герасименко В. В., Долин А. Н., Шипилова И. А. Решение экспертных вопросов, связанных с определением рыночной стоимости строительных объектов и земельных участков, функционально связанных с ними // Метод. рек. по проведению стоимостных и преобразовательных исследований при производстве судебных строительно-технических экспертиз / Под ред. А. Ю. Бутырина. М. : РФЦСЭ, 2016. С. 7—264.
7. Градусова О. Б., Кузьмин С. А. К вопросу о вероятностно-статистической интерпретации результатов судебно-экспертных исследований // Теория и практика судебной экспертизы. 2017. Т. 12. № 4. С. 27—33.
8. Ершов В. В., Ловцов Д. А. Концепция непрерывной информационной подготовки юриста // Информационное право. 2007. № 3. С. 29—34.
9. Королев В. Т., Ловцов Д. А., Радионов В. В. Системный анализ. Часть 2. Логические методы / Под ред. Д. А. Ловцова. М. : Росс. гос. ун-т правосудия, 2017. 164 с. ISBN 978-5-93916-638-6.
10. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : Росс. гос. ун-т правосудия, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
11. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть. 1. Теоретические основы. М. : Росс. гос. ун-т правосудия, 2018. 224 с. ISBN 978-5-93916-701-7.
12. Ловцов Д. А. Эффективные методы защиты результатов интеллектуальной деятельности в инфосфере глобальных телематических сетей // Открытое образование. 2016. Т. 20. № 5. С. 85—88. DOI: 10.21686/1818-4243-2016-5-85-88.
13. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Лобан А. В. Информационно-математическое обеспечение правового регулирования оборота результатов интеллектуальной деятельности // Правовая информатика. 2018. № 4. С. 15—23. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-15-23.
14. Ловцов Д. А., Галахова А. Е. Защита интеллектуальной собственности в сети Интернет // Информационное право. 2011. № 4. С. 13—20.
15. Федосеев С. В. Инфологическая модель комплекса средств автоматизации компьютерных деловых игр в экспертной деятельности // Правовая информатика. 2019. № 4. С. 40—49. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-40-49.
16. Царькова Е. В. Информационно-математическое обеспечение задач «цифровой» экономики в нечетких условиях // Правовая информатика. 2019. № 1. С.18—28. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-1-18-28.

Рецензент: ***Бурый Алексей Сергеевич,*** *доктор технических наук, эксперт РАН, директор департамента ФГУП «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия», Российская Федерация, г. Москва.*
E-mail: a.s.burij@gostinfo.ru

USING MATHEMATICAL METHODS OF FUZZY SET THEORY IN CARRYING OUT FORENSIC EXAMINATIONS

Sergei Fedoseev, *Ph.D. (Technology), Associate Professor, Professor at the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Moscow, Russian Federation.*
E-mail: *fedsergvit@mail.ru*

Keywords: *expert and forensic examinations, objects of forensic activities, quantitative and qualitative indicators, approaches to carrying out forensic examinations, joint use of quantitative and qualitative indicators, membership functions of alternative assumptions.*

Abstract.
Purpose of the work: *justifying a methodological approach to solving problems of determining the results of forensic examinations.*
Methods used: *logical modelling of legal relations and information relations in the legal sphere, system analysis of relationships between the subject area of the legal sphere, objects of forensic activities, and the main objects and methods of the decision-making theory and fuzzy set theory.*
Results obtained: *an analysis of approaches to carrying out forensic examinations as well as of areas of forensic activities is performed, a need for jointly using quantitative and qualitative indicators is established, using mathematical methods of fuzzy set theory and decision-making theory in expert examinations is justified, a procedure for calculating fuzzy preference relations is presented, an algorithm for determining the result of expert examination is worked out, and an example of implementation of the developed algorithm is given.*

References

1. Asnis A. Ia., Ivanova M. A., Khaziev Sh. N. Sudebno-ekspertnoe opredelenie stoimosti ob"ektov intellektual'noi sobstvennosti. Teoriia i praktika sudebnoi ekspertizy, 2019, t. 14, No. 3, pp. 40-45. DOI: 10.30764/1819-2785-2019-14-3-40-45.
2. Butyrin A. Iu., Danilkin I. A. Sovershenstvovanie sudebno-ekspertnykh issledovanii rekonstruiruemykh zdanii i sooruzhenii. Teoriia i praktika sudebnoi ekspertizy, 2017, t. 12, No. 2, pp. 27-33.
3. Butyrin A. Iu., Kulakov K. Iu. Iskhodnye dannye dlia provedeniia sudebno-otsenochnykh issledovanii. Teoriia i praktika sudebnoi ekspertizy, 2011, No. 3, pp. 34-41.
4. Vashchekina I. V., Vashchekin A. N. Optimizatsiia ekspertno-otsenochnoi deiatel'nosti pri sdelkakh s nedvizhimost'iu: ekonomiko-matematicheskaia model'. Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie, 2018, No. 3, pp. 23-29.
5. Vashchekin A. N. Primenenie matematicheskikh metodov teorii nechetkikh mnozhestv pri modelirovanii priniatiia reshenii v ekonomicheskoi i pravovoi sfere. Ekonomika. Statistika. Informatika. Vestnik UMO, 2013, No. 6, pp. 18-21.
6. Gerasimenko V. V., Dolin A. N., Shipilova I. A. Reshenie ekspertnykh voprosov, sviazannykh s opredeleniem rynochnoi stoimosti stroitel'nykh ob"ektov i zemel'nykh uchastkov, funktsional'no sviazannykh s nimi. Metod. rek. po provedeniiu stoimostnykh i preobrazovatel'nykh issledovanii pri proizvodstve sudebnykh stroitel'no-tekhnicheskikh ekspertiz. Pod red. A. Iu. Butyrina. M. : RFTsSE, 2016, pp. 7-264.
7. Gradusova O. B., Kuz'min S. A. K voprosu o veroiatnostno-statisticheskoi interpretatsii rezul'tatov sudebno-ekspertnykh issledovanii. Teoriia i praktika sudebnoi ekspertizy, 2017, t. 12, No. 4, pp. 27-33.
8. Ershov V. V., Lovtsov D. A. Kontseptsiia nepreryvnoi informatsionnoi podgotovki iurista. Informatsionnoe pravo, 2007, No. 3, pp. 29-34.
9. Korolev V. T., Lovtsov D. A., Radionov V. V. Sistemnyi analiz. Chast' 2. Logicheskie metody. Pod red. D. A. Lovtsova. M. : Ross. gos. un-t pravosudiia, 2017, 164 pp. ISBN 978-5-93916-638-6.
10. Lovtsov D. A. Sistemologiia pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : Ross. gos. un-t pravosudiia, 2016, 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
11. Lovtsov D. A. Sistemnyi analiz. Chast'. 1. Teoreticheskie osnovy. M. : Ross. gos. un-t pravosudiia, 2018, 224 pp. ISBN 978-5-93916-701-7.
12. Lovtsov D. A. Effektivnye metody zashchity rezul'tatov intellektual'noi deiatel'nosti v infosfere global'nykh telematicheskikh setei. Otkrytoe obrazovanie, 2016, t. 20, No. 5, pp. 85-88. DOI: 10.21686/1818-4243-2016-5-85-88.
13. Lovtsov D. A., Bogdanova M. V., Loban A. V. Informatsionno-matematicheskoe obespechenie pravovogo regulirovaniia oborota rezul'tatov intellektual'noi deiatel'nosti. Pravovaia informatika, 2018, No. 4, pp. 15-23. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-15-23.

14. Lovtsov D. A., Galakhova A. E. Zashchita intellektual'noi sobstvennosti v seti Internet. Informatsionnoe pravo, 2011, No. 4, pp. 13-20.
15. Fedoseev S. V. Infologicheskaia model' kompleksa sredstv avtomatizatsii komp'iuternykh delovykh igr v ekspertnoi deiatel'nosti. Pravovaia informatika, 2019, No. 4, pp. 40-49. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-40-49.
16. Tsar'kova E. V. Informatsionno-matematicheskoe obespechenie zadach "tsifrovoi" ekonomiki v nechetkikh usloviiakh. Pravovaia informatika, 2019, No. 1, pp. 18-28. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-1-18-28.

БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ: УГРОЗЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Бегларян М.Е., Добровольская Н.Ю.**

Ключевые слова: *блокчейн, технология, цифровизация экономики, внедрение, криптовалюта, модель, правовое поле, законодательство, правоохранительные органы.*

Аннотация.

Цель работы: *рассмотреть вопросы внедрения блокчейна как технологии будущего, которая даст возможность экономить финансы, сделает прозрачными финансовые схемы, перекроет саму возможность совершать противоправные действия в экономической сфере. Но в то же время уделяется внимание и «обратной стороне медали», когда эта же технология оказывается в руках преступного сообщества.*

Методы: *концептуальное моделирование цифровизации экономики и внедрения цифровых процессов, формализация разработки эффективных правовых методов, имеющих методологическое значение для экономики России.*

Результаты: *представлена авторская позиция и предложения по будущему блокчейна для цифровизации российской экономики. Цифровизация и внедрение новых, порой чуждых и опасных технологий будет иметь сильное влияние на мировую финансовую систему и экономику, поэтому важно своевременно настраивать законодательную базу под новеллы информационного прогресса, исключая запреты.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-46-54

Введение

Блокчейн — одна из современных технологий переработки и хранения данных, представляющая собой распределенную базу данных, основными методами преобразования информации в которой являются методы распределенной обработки данных. База данных не имеет централизованного управления, единого сервера не существует, база постоянно пополняется новыми блоками. Каждый блок информации поименован и хранит не только собственную временную метку, но и метку на предыдущий блок. Таким образом, пользователь информации имеет доступ к созданию исключительно собственных блоков и помещенные в систему блокчейн блоки уже неизменны. Отсутствие централизации и блочный принцип организации данных блокчейн-технологии позволяет обеспечить повышенную безопасность и конфиденциальность хранения информации [9—11].

В одних странах уже работают уличные банкоматы для перевода криптовалют в наличные денежные средства, а в других всё, что связано с криптосферой, запрещено на законодательном уровне. В рамках международного сотрудничества различные страны принимают соглашения о сотрудничестве в области обеспечения экономической безопасности, осуществляются совместные скоординированные мероприятия в информационном (цифровом) пространстве [7, 10], направленные на обеспечение информационной безопасности в государствах-участниках. Эти соглашения и мероприятия регулируют вопросы оборота криптовалюты как внеправового явления[1].

[1] Chainalysis поможет банкам и биржам определять «рискованных» пользователей криптовалют // Официальный интернет-портал Coinspot. URL: https://coinspot.io/technology/bezopasnost/ chainalysis-pomozhet-bankam-i-birzham-opredelyat-riskovannyh-polzovatelej-kriptovalyut (дата обращения: 04.09.2020).

* ***Бегларян Маргарита Евгеньевна,*** *кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой социально-гуманитарных и естественно-научных дисциплин Северо-Кавказского филиала Российского государственного университета правосудия, г. Краснодар, Российская Федерация.*

E-mail: rita_beg@mail.ru

Добровольская Наталья Юрьевна, *кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий Кубанского государственного университета, Российская Федерация, г. Краснодар, Российская Федерация.*

E-mail: dnu10@mail.ru

Криптовалюта и криптотехнология

В настоящее время не существует нормативного закрепления определения криптовалюты. Существует Группа разработки финансовых мер по борьбе с отмыванием денег — *Financial Action Task Force* (далее ФАТФ или *FATF*). Новая валюта имеет иной генезис — неэкономическое начало, рождается из математических принципов и расчетов, а работает как финансовый инструмент, конвертируется в традиционные валюты, но защищена с помощью криптографических методов, может привести к появлению иной, новой, внегосударственной экономики.

Исходя из происхождения, криптоденьги защищены и функционируют за счет криптографических методов (преобразований). Математические методы, компьютерные вычисления, выполняемые алгоритмы определяют валюту, автор алгоритма дает ей имя, вычисляет стоимость, определяет стартовый курс для обмена на другие деньги. Для реализации асимметричного шифрования как криптографического преобразования используются два ключа [6]: открытый и неизвестный участникам операции, которые организуют процесс передачи информации в ходе совершения сделки. *Открытый* ключ определяется алгоритмом, способом шифрования данных и является непосредственным адресом для размещения криптосредств, а *закрытый* ключ используется для генерации информации и подтверждения совершения сделки — транзакции. Закрытый ключ известен только участнику — владельцу криптовалюты.

Вообще, асимметричное шифрование основано на идее, что при генерации очень больших чисел (типа 2^p, где p больше, чем 256), являющихся значениями открытого и закрытого ключа, зная открытый ключ, нельзя простым перебором за разумное время подобрать значение закрытого ключа. С другой стороны, разработаны надежные алгоритмы, позволяющие таким образом зашифровать сообщение открытым ключом, чтобы расшифровать его можно было только закрытым ключом. Для того чтобы обмениваться зашифрованными сообщениями, нет необходимости оглашения закрытого ключа. Владельцу двух ключей (открытого и закрытого) достаточно передать отправителю только открытый ключ, с помощью которого отправитель зашифрует сообщение. Расшифровать его самостоятельно он не сможет, это сделает только владелец ключей. Таким образом, передача закрытого ключа кому-либо не требуется.

Децентрализованность криптоденег — особенность этого платежного средства, которая делает его независимым от государства и существующего порядка в денежном обороте современного общества. Децентрализованность в данном случае основана на технологии блокчейн *(blockchain)*, которая состоит из последовательности или цепи блоков в распределённом реестре; иначе говоря, последовательность транзакций/действий каждый раз шифруется с применением известных способов шифрования, при этом используется хэш-функция. Невозможно извлечь данные без знания закрытого ключа из транзакций, так как необходимо расшифровать все блоки; можно — обычным перебором или с использованием специальных средств, но это невыполнимая задача за реальное время.

Пользователи создают и обеспечивают работоспособность такой криптоплатежной системы. Для криптовалюты не нужен управляющий центр. Деньги текут от покупателя к продавцу без налогообложений, единственное, за что платят участники операций — это за созданные майнером новые звенья цепи, структуры (обычно речь идёт о новых блоках в блокчейне) для обеспечения функционирования криптовалютных платформ. Майнер — «копатель, шахтер» в мире компьютеров, его «добыча» — это криптовалюта. Он «майнит», т. е. генерирует криптопоследовательность, и строит на этом свой высокотехнологичный, но не совсем законный бизнес.

Данная технология находит применение во многих областях деятельности социума [5, 6, 14, 15], особенно там, где важна хронология событий или четкость в закреплении каких-либо процессов или данных. Например, технология блокчейн применима для хранения данных о ядерных отходах, она должна также быть применима и в правовом поле, что принесет обществу ощутимые преференции в будущем[2].

В апреле 2020 г. на совещании Президента РФ с главами ведомств и министрами был представлен новый сервис Федеральной налоговой службы, который использует технологию блокчейн для идентификации единого учёта получателей льготных кредитов для малого и среднего бизнеса, пострадавшего от COVID-19. Об этом заявил глава ведомства Д. В. Егоров[3]. Глава Федеральной налоговой службы подчеркнул, что при разработке этого решения важно было создать «удобный и прозрачный для бизнеса, банков и государства» механизм: «Это блокчейн-платформа ФНС. У каждого участника формируется свой узел в рамках распределенных реестров, который генерирует последовательные записи. Это позволяет, с одной стороны, обеспечить безопасность данных, с другой стороны — доступ к данным всем участникам проекта. ФНС автоматически обрабатывает данные, к какой отрасли относится компания, численность компании и то, что она относится к МСП. Заявки обрабатываются практически мгновенно»[4].

Благодаря этому ИТ-решению банки смогут одобрять заявки на выдачу беспроцентных кредитов предпринимателям для выплаты заработной платы в течение дня. Принцип распределенного реестра (блокчейн) и доступ всех участников проекта к информации

[2] Единый реестр правовых актов и других документов Содружества Независимых Государств [Электронный ресурс]. URL: http://www.cis.minsk.by/reestr/ru/index.html#reestr/view/text?doc=6055 (дата обращения 20.09.2020).

[3] Совещание по вопросам банковского кредитования экономики, 23 апреля 2020 г. URL: http://kremlin.ru/events/president/news/63244 .

[4] URL: http://www.consultant.ru/law/hotdocs/61872.html .

о выданных кредитах исключит повторные заявки от бизнеса.

Система протестирована совместно с ВТБ и Сбербанком и уже введена в промышленную эксплуатацию. Возможно, данный проект будет интересен другим банкам.

Пенсионный фонд России (ПФР) также планирует отслеживать информацию о трудовых отношениях при помощи технологии блокчейна. Использование распределенных баз данных позволит отказаться от громоздких бумажных документов ПФР, в которых содержатся данные о налоговых отчислениях и страховых взносах работодателей, хранящиеся на их серверах. Таким путем Фонд намерен снизить расходы, которые он тратит на хранение этой информации[5].

Данная инициатива согласуется также с внедрением механизма электронных трудовых книжек в России[6]. Электронная книжка будет содержать информацию о трудовой деятельности человека, которую работодатель передаст в Пенсионный фонд.

Впервые о целесообразности использования блокчейна для системы индивидуального пенсионного накопления заявили негосударственные пенсионные фонды, направив соответствующее письмо в Пенсионный фонд России.

Рассмотрев основные особенности криптовалюты, более наглядно представим процесс взаимодействия между участниками договоров «купли-продажи» на примере такой валюты, как биткойн. На основании отчета *FATF* наиболее востребованной в настоящее время является именно эта криптовалюта [1].

Биткойн — это платежная сеть, лишенная явного центрального органа управления, работающая под протоколом *P2P* («точка-точка»), обслуживаемая ее пользователями, функционирующая без посредников на фоне отсутствия централизованного контроля [9].

Для того чтобы производить определенные манипуляции с биткойном, в первую очередь, необходимо создать биткойн-кошелёк. Это возможно путем установки специального программного обеспечения либо использования веб-приложений и сайтов. В свою очередь, идентификация личности пользователя отсутствует либо позволяет частично привязать криптокошелек к пользователю, в основном это привязка к номеру телефона. Следует также заметить, что все транзакции технологии блокчейн являются открытыми, но идентифицировать обладателей криптокошельков практически невозможно. Это объясняется указанными выше проблемами привязки криптокошельков, а также использованием закрытого ключа при шифровании данных.

Создав криптокошелек, пользователь готов к совершению транзакций, при этом сам криптокошелек представляет собой простую, несвязанную последовательность латинских букв и цифр. Используя различные сервисы, пользователи могут обмениваться биткойнами, покупать определенные вещи и предметы за биткойны, но пополнять свой криптокошелек и выводить биткойны владельцы могут только путем использования электронных кошельков, к примеру, Qiwi-кошелька. Это, в свою очередь, позволяет правоохранительным органам получать информацию о выводе и вводе данных на определенные электронные кошельки, которые позволяют идентифицировать владельца криптокошелька.

При этом следует отметить возможности использования криптовалюты в международной экономике, в рамках выполнения транзакций между организациями и государствами. Криптовалюты обладают рядом преимуществ над устоявшимися способами совершения сделок купли-продажи и обмена цифровых финансовых активов, а именно: независимость от инфляции; отсутствие посредников при проведении сделок, невозможность заблокировать либо отозвать транзакцию; безопасность; открытость проводимых операций и др. Эти преимущества, безусловно, заманчивы и позволят вывести мировую экономику на новый уровень взаимодействия посредством доступности и открытости проводимых операций с технологией блокчейн, обезопасить проводимые транзакции, а также дать возможно больше стабильности и устойчивости мировой экономике.

Но при этом существует еще одна сторона процесса: криптовалюта — это анонимная цифровая валюта, которая повышает вероятность проведения «теневых» сделок, а также осуществления различного рода незаконных транзакций в сфере спонсирования терроризма, купли-продажи запрещённых средств.

Данный аспект отмечается и в протокольном решении СНГ от 15 марта 2019 г. «Об обеспечении прав потребителей в сфере электронной торговли в государствах — участниках СНГ» [1]. Изменения на рынке платежных средств электронной коммерции связаны в том числе с расширением сферы применения криптовалюты и заменителей ценных бумаг (цифровых токенов), выпускаемых в виде цифровых финансовых активов. Особенностью обращения данных инструментов является отсутствие государственного регулирования и уход от использования традиционной платежной инфраструктуры кредитных организаций.

Криптовалюта и законодательство

В сети существуют такие сервисы, как *Silk Road*, *AlphaBay* и *Agora* — их можно назвать площадками для отмывания денег, которые заработаны криминальным путем. Большая часть сделок, проходящих через вышеперечисленные ресурсы, проводится с целью покупки наркотиков.

[5] «Известия», Экономика, Контрактная цепь: Пенсионный фонд России переходит на блокчейн. URL: https://iz.ru/781475/pavel-panov/kontraktnaia-tcep-pensionnyi-fond-rossii-perekhodit-na-blokchein.

[6] Федеральный закон от 16 декабря 2019 г. № 439-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации в части формирования сведений о трудовой деятельности в электронном виде». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_340241.

Используя механизмы обезличивания в процессе покупки криптообъектов, в данном случае криптоденег, такие деятели остаются анонимными, это не дает возможности оформить факт получения денег от нелегальной деятельности. Данный аспект ставит под вопрос обеспечение международной безопасности; перед правоохранительными органами стоит соответствующая задача получения юридических фактов, подтверждающих операции движения денежных средств, что практически невозможно сделать прямыми, традиционными методами. Можно использовать опосредованные или косвенные методы и с применением современных технологий добиться некоторого прогресса в этом процессе[7].

Так, для определения принадлежности криптокошелька некоторому субъекту производится снятие информации с технических каналов связи, которыми пользуется данное лицо для выхода в Интернет. Анализируется входящий и исходящий трафик этого подключения. Существует также возможность реализации идентификации злоумышленника, представленная сотрудниками Люксембургского университета, которые исследовали возможности анонимности различных сервисов, в том числе криптокошельков, и указали конкретные алгоритмы деанонимизации пользователей биткойна через генерирование *DDoS*-атак со стороны правоохранительных органов[8] [9]. Так, в момент реализации купли-продажи на кошелек злоумышленника обрушивается шквал запросов на производство перевода биткойнов, в свою очередь, сервис не позволяет обработать все запросы, что, безусловно, отражается во входящем и исходящем трафике лица, и посредством снифера (анализатора) трафика эти факты фиксируются и являются доказательством принадлежности криптокошелька проверяемому лицу.

В последующем перед оперативным сотрудником стоит задача отождествления криптокошелька, возможно оно лишь с выемкой устройства, к которому привязан криптокошелек. При этом данные о незаконных транзакциях могут находиться в зависимости от использованных сервисов, которые были рассмотрены выше. Так, к примеру, при использовании специального программного обеспечения все данные о транзакциях могут храниться в кэш-памяти самого устройства. Если же использовались веб-ресурсы, то следует обращать внимание на посещаемые веб-сайты, например *Coin. Space*, *BTC.com*, *bitgo.com*, *xapo.com*, *coinapult.com* и др.

Необходимо отметить работу зарубежных правоохранительных органов по идентификации и отождествлению лиц, осуществляющих незаконную деятельность с использованием криптокошельков. В частности, Федеральное бюро расследований (ФБР) США, Администрация по борьбе с наркотиками (*DEA*) и Европол сотрудничают с коммерческими организациями, которые предоставляют программные продукты, позволяющие отслеживать людей, участвующих в незаконной деятельности, связанной с криптовалютами. Примером может служить компания *Chainalysis*, занимающаяся криптовалютными расследованиями, выпускающая продукт под названием *Know Your Transaction* (*KYT*). С использованием данной программы зарубежные правоохранительные органы успешно работают и получают необходимые данные для доказывания по делам незаконного сбыта наркотических средств[9].

Использование криптовалютных технологий не гарантирует абсолютной анонимности еще и потому, что рано или поздно человеку необходимо воспользоваться легальными платежными системами для получения наличных денежных средств либо для придания доходам, полученным преступным путем, легального статуса. Это возможно путем вывода криптовалюты на Qiwi-кошелек, идентифицировать который легко, если осуществить запрос от правоохранительных органов в соответствующую организацию, которая предоставит данные о лице.

Безусловно, описанные механизмы обеспечения безопасности функционируют в первую очередь в рамках международного взаимодействия. Это взаимодействие должно быть направлено на обмен положительным опытом по идентификации криптокошельков, а также в плане разработки унифицированной нормативно-правовой политики в области обеспечения безопасности государств — участников СНГ.

Перспективы использования технологии блокчейн в экономике

В любой хозяйственной деятельности ключевым фактором являются данные, причем современные сферы экономики подразумевают огромные объемы информации. Эта информация для эффективной деятельности должна храниться в цифровом виде, а значит, храниться безопасно и качественно обрабатываться компьютерными методами. Кроме того, множество информации в экономической сфере требует наличия *цифровых подписей* [8, 13] или различных посредников. Так, например, поиск качественного продукта требует от поставщика некоторых усилий. Однако если в систему блокчейн поместить продукт или его составляющие, дополнительная проверка при приобретении продукта не потребуется, информация о его происхождении будет доступна. Все поставщики смогут идентифицировать друг друга, размещая собственную информацию независимо друг от друга. Блокчейн позволяет заме-

[7] Соглашение о сотрудничестве государств — участников Содружества Независимых Государств в области обеспечения информационной безопасности, 20 ноября 2013 года, Санкт-Петербург. URL: http://docs.cntd.ru/document/420278452 (дата обращения: 20.07.2020).

[8] Об оперативно-розыскной деятельности [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 144-ФЗ : [принят 12.08.1995] : [ред. 06.07.2016] // СПС «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/ document/ cons_ doc_LAW_7519/ (дата обращения: 07.09.2020).

[9] URL: https://www.chainalysis.com/company (дата обращения: 20.09.2020).

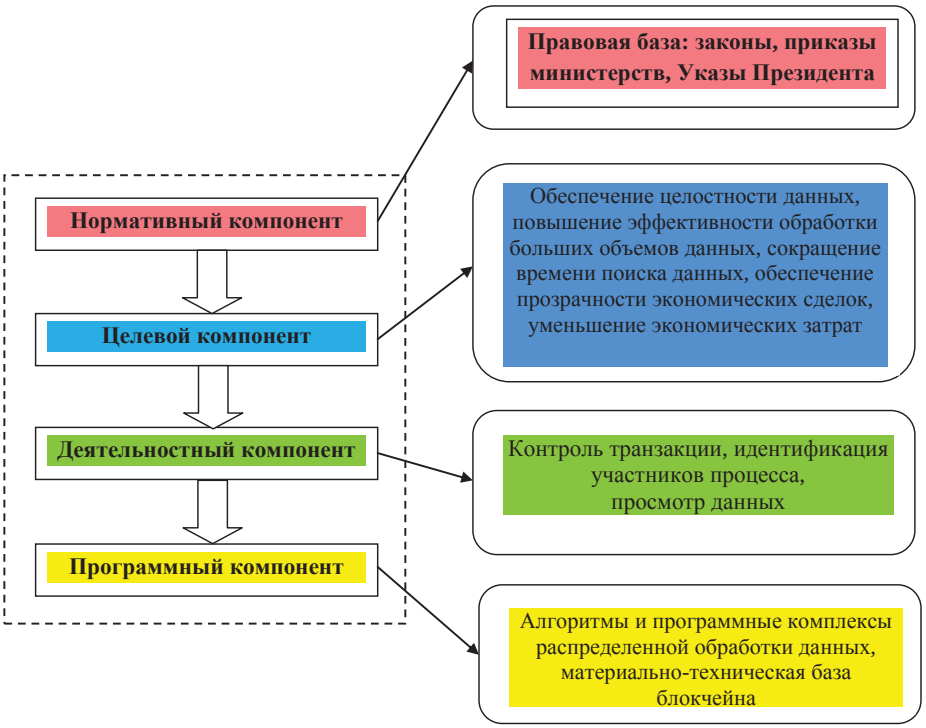


Рис. 1. Концептуальная модель использования технологии блокчейн в экономике

нить цифровую подпись, следовательно, существенно сократить армию посредников, подтверждающих подлинность тех или иных документов или процессов.

Рассмотрим модель применения технологии блокчейн в цифровой экономике (рис. 1). Модель состоит из четырех компонентов. Нормативный компонент определяет правовую базу применения блокчейн-технологии в сфере экономики.

В России обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере является одной из национальных целей развития. Для этого в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204[10] определены следующие задачи:

увеличение внутренних затрат на развитие цифровой экономики за счет всех источников (по доле в валовом внутреннем продукте) не менее чем в 3 раза по сравнению с 2017 г.;

создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств;

использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления.

Целевой компонент определяется обеспечением целостности данных, повышением эффективности обработки больших объемов данных путём сокращения времени поиска данных, обеспечением прозрачности экономических сделок, уменьшением затрат на аренду, персонал, логистику и др. за счет использования блокчейн-технологии.

Деятельностный компонент представляет собой организацию последовательности независимых блоков, которые могут предназначаться для хранения узкоспециализированной экономической информации. Это могут быть наборы товаров, производимые фирмой, перечни сделок, совершаемых на бирже, списки заключенных контрактов и др. Концептуальность предлагаемой модели предполагает модификацию ее компонентов в соответствии с направленностью экономической деятельности. Так, например, если модель интегрировать в биржевую деятельность, то деятельностный компонент может включать журнал независимых транзакций по заключенным сделкам, блоки распределенной базы данных содержат информацию по биржевым контрактам и др.

Программный компонент модели осуществляет информационно-коммуникационную поддержку данных. Сюда относятся различные алгоритмы и программные комплексы распределенной обработки данных, материально-техническая база блокчейна, уровень которой существенно влияет на эффективность информационно-экономической деятельности.

Рассмотрим риски использования блокчейн-технологии в экономической деятельности (рис. 2).

Блокчейн-технология является прежде всего технологией распределенной обработки данных, т. е. блоки данных хранятся на различных физических серверах и не имеют централизованного управления.

[10] Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2018. № 20. Ст. 2817.

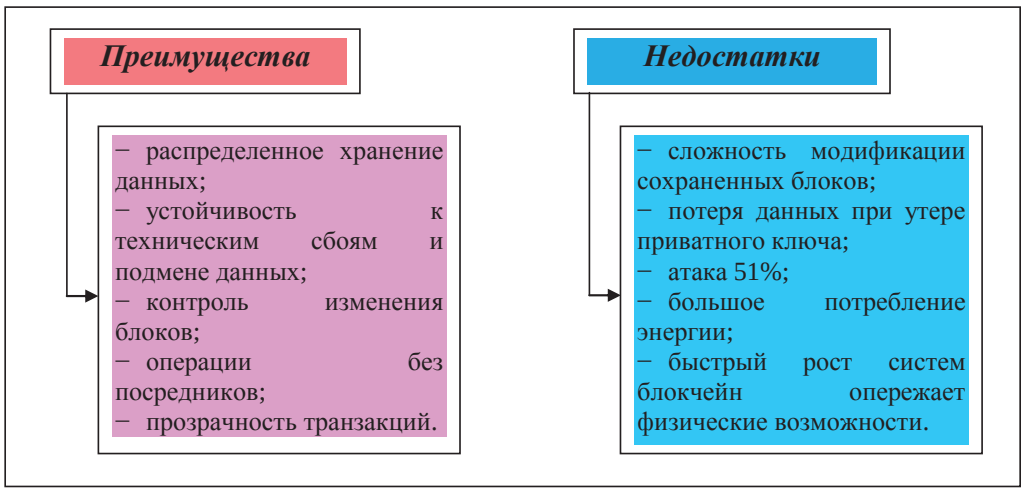


Рис. 2. Преимущества и риски применения технологии блокчейн

Такая структура физического хранения информации обеспечивается сетевыми операционными системами и на первый взгляд все пользователи базы данных имеют равные права доступа и модификации данных. Однако в распределенных базах данных разработан *механизм защиты информации*, основанный на различных критериях, например: фиксированный промежуток времени работы с информацией, выделенная точка доступа, указание полномочий пользователя, учет предыстории обращения к данным, контроль за непротиворечивостью модифицируемых данных. Технология распределенного хранения информации обеспечивает *устойчивость* данных к техническим сбоям системы, к подмене данных и различным хакерским атакам.

При разработке распределенной базы данных инженеры-программисты должны предложить механизмы обеспечения согласованности и изоляции данных. Эти функции являются достаточно затратными с точки зрения используемых ресурсов. Согласованность и изоляция данных требуют горизонтального масштабирования данных по нескольким признакам, например, нахождение пользователей в различных часовых поясах. Чем выше уровень согласованности данных, тем ниже уровень доступности этих данных для пользователя. Аналогично определяется уровень изоляции данных. Чем он ниже, тем выше скорость обработки данных. Системы управления базами данных предлагают разработчику несколько уровней согласованности и изоляции. Инженер-программист выбирает наиболее приемлемый уровень, ориентируясь на проблемы своей предметной области.

После сохранения данных в блоке эти данные практически невозможно изменить или удалить, следовательно, экономическая и финансовая информация надежно сохраняется и все этапы модификации фиксируются в журнале контроля транзакций. Кроме того, блокчейн позволяет проводить операции без посредника, напрямую с участниками сделки, без подтверждения операций цифровой подписью. Вся цепочка операций в системе блокчейн прозрачна, так как любой блок доступен для просмотра.

Однако у использования технологии блокчейн существуют и недостатки. Сохраненные блоки достаточно сложно модифицировать, иногда проще создать новую цепочку блоков. Для доступа к блоку пользователь имеет публичный ключ, который можно предоставить другим пользователям, и приватный ключ, который хранится только у пользователя. Если приватный ключ утерян, то доступ к данным теряется [11].

Существует также теоретическая опасность так называемой атаки 51% («картельный сговор»). Если 51% вычислительных ресурсов системы блокчейн будут относиться к одному устройству, то целостность информации будет нарушена. Если майнер-злоумышленник завладеет 51% мощностей блокчейн платформы, то он может, в частности, выполнить следующее: разделить вычислительную цепочку на две, лишая тем самым возможности формирования нормальной последовательности действий; выполнить двойную трату средств, лишая собственников их денежных объемов; воспрепятствовать другим майнерам находить блоки цепочки; блокировать подтверждение транзакций и др. Если же владение мощностями превышает 51%, то ситуация становится критической: денежные средства переходят к злоумышленникам, структура цепочек нарушается, история транзакций удаляется.

Блокчейн требует существенных затрат энергии для своей эффективной работы. Системы блокчейн быстро расширяются, и их размер может превысить реально существующий объем памяти, тогда некоторые блоки могут быть утеряны.

Несмотря на наличие рисков применения технологии блокчейн, эта технология достаточно универсальна, она применима в различных областях деятельности человека. Экономический эффект она может дать там, где исключается ресурсоемкий посредник или этот по-

средник может использовать свое положение для противоправных действий.

Заключение

Итак, запреты никогда не давали экономике существенных преимуществ. Всякие ограничения приводят к «теневым» процессам и нарушениям существующих законов. Госдума РФ приняла 22 июля 2020 г. в третьем чтении закон «О цифровых финансовых активах»[11], который вступит в силу с января 2021 г. и который уже заслужил много комментариев в свой адрес. Минфин хочет ужесточить регулирование криптовалют[12].

Предлагаем некоторые действия, которые помогут преодолеть разрыв между внедрением высокотехнологичных экономических или финансовых новелл и правовым полем современного общества:

- необходимо ввести четкое разграничение между преступными действиями в области криптооборота и с использованием криптовалюты и действиями в финансовой и экономической сфере, которые находятся в правовом поле, не нарушают закон и направлены на укрепление демократии и мира в информационном обществе;
- исключить существующие разночтения в Налоговом кодексе, Законе о цифровых финансовых активах и в пакетах инициатив Минфина по регулированию криптовалют;
- разработать понятийный аппарат на международном уровне для определения самого явления или объекта цифрового мира «криптовалюта» и операций с применением данного объекта на теоретической основе международного информационного права [12, 13];
- теоретики права и гуманитарная наука в целом должны оценить риски и угрозы от использования технологий, которые порождают новую платежную и финансовую систему, оценить положительный и отрицательный вектор развития этих технологий в информационном и цифровом будущем;
- правоохранительные органы стран СНГ, при высоком техническом оснащении и при условии подготовленности сотрудников к такого рода оперативно-розыскной работе, когда сотрудник должен разбираться в информационных технологиях, интернет-технологиях и соответствующем оборудовании, смогут противостоять новым угрозам и вызовам преступного мира, оснащенного новыми способами совершения преступных деяний [3, 4];
- необходимо уделить особое внимание образовательным стандартам, которые должны содержать такие компетенции для будущих работников правоохранительной и правотворческой деятельности, обеспечивающие знания именно в области компьютерно-технического и прикладного программного обеспечения [2]. Только при условии грамотности в этой области можно быть уверенными в безопасности будущих поколений, которые еще больше «окунутся» в информационный мир, где будут царить интернет-вещи и цифровые активы.

[11] Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (вступит в силу с 1 января 2021 г., за исключением подпункта «б» п. 3 ст. 17 настоящего Федерального закона, который вступит с 10 января 2021 г). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_293757/ (дата обращения: 3.09.2020).

[12] Минфин предложил ужесточить регулирование криптовалют в России. URL: https://www.rbc.ru/crypto/news/5f6c49079a79474d36bc852b (дата обращения и опубликования: 24.09.2020).

Литература

1. Бегларян М. Е. Добровольская Н. Ю. Блокчейн-технология в правовом пространстве // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2018. № 2 (40). С. 108—112.
2. Бегларян М. Е., Добровольская Н. Ю. Формирование IT-компетенции юриста в цифровом пространстве // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 60—70. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-60-70.
3. Ващекин А. Н., Ващекина И. В. Информационное взаимодействие в системе борьбы с «отмыванием» преступных доходов: риск-ориентированный подход // Правовая информатика. 2018. № 4. С. 4—13. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-04-13.
4. Ващекина И. В., Ващекин А. Н. Применение риск-ориентированного подхода при организации противодействия отмыванию нелегальных доходов в российской практике // Наука и практика. 2018. № 3. С. 61—69.
5. Вайпан В. А. Основы правового регулирования цифровой экономики // Право и экономика. 2017. № 10. С. 5—18.
6. Государство и право в новой цифровой реальности : монография / Под общ. ред. И.А. Конюховой-Умновой, Д.А. Ловцова. М.: ИНИОН РАН, 2020. 259 с. ISBN 978-5-248-00959-6.
7. Карцхия А. А. Цифровая трансформация права // Мониторинг правоприменения. 2019. № 1(30). С. 25—29. DOI: 10.21681/2226-0692-2019-1-25-29.
8. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с.

9. Ловцов Д. А. Имплементация «цифровых» прав в экономике: информационно-правовые аспекты // Российское правосудие. 2020. № 10. С. 42—53. DOI: 10.37399/issn2072-909X.2020.10.42-53.
10. Ловцов Д. А. Информационно-правовые основы правоприменения в цифровой сфере // Мониторинг правоприменения. 2020. № 2(35). С. 44—52. DOI: 10.21681/2226-0692-2020-2-44-52.
11. Ловцов Д. А. Информационная безопасность автоматизированных блокчейн-систем: угрозы и способы повышения // Тр. II Междунар. науч.-практ. конф. «Трансформация национальной социально-экономической системы России» (22 ноября 2019 г.) / РГУП. М. : РГУП, 2020. С. 464—473. ISBN 978-5-93916-823-6.
12. Ловцов Д. А. Теория информационного права: базисные аспекты // Государство и право. 2011. № 11. С. 43—51. ISSN 0132-0769.
13. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере: архитектура и состояние // Государство и право. 2012. № 8. С. 16—25. ISSN 0132-0769.
14. Савельев А. И. Некоторые аспекты использования смарт-контрактов и блокчейн-технологий по российскому праву // Закон. 2017. № 5. С. 94—117.
15. Черных А. М. Защищенность данных об объектах недвижимости и земельных ресурсах на базе геоинформационных и блокчейн технологий // Правовая информатика. 2019. № 4. С. 75—85. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-75-85.

Рецензент: ***Цимбал Владимир Анатольевич,*** *доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры автоматизированных систем управления Филиала Военной академии имени Петра Великого, г. Серпухов, Российская Федерация.*
E-mail: tsimbalva@mail.ru

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR DIGITALISATION OF ECONOMY: THREATS AND PROSPECTS

Margarita Beglarian, *Ph.D. (Physics & Mathematics), Associate Professor, Head of the Department of Social & Humanitarian and Natural Scientific Disciplines of the North Caucasus Branch of the Russian State University of Justice, Krasnodar, Russian Federation.*
E-mail: *rita_beg@mail.ru*

Natal'ia Dobrovol'skaia, *Ph.D. (Paedagogics), Associate Professor at the Information Technology Department of the Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation.*
E-mail: *dnu10@mail.ru*

Keywords: *blockchain, technology, digitalisation of economy, implementation, cryptocurrency, model, legal framework, legislation, law enforcement agencies.*

Abstract.
Purpose of the paper: *considering questions of implementing blockchain as a technology of the future which will make it possible to spare financial resources, make financial schemes transparent, and block the very possibility of committing illegal actions in the economic sphere. But at the same time attention is paid to 'the other side of the coin', when the same technology ends up in the hands of the criminal community.*
Methods used: *conceptual modelling of digitalisation of economy and implementation of digital processes, formalisation of the development of efficient legal methods having methodological significance for the Russian economy.*
Results obtained: *the author's position and proposals as regards the future of blockchain for the digitalisation of Russian economy are presented. Digitalisation and the introduction of new, sometimes alien and dangerous, technologies will have a strong impact on the global financial system and economy, so it is important to timely adjust the legislative framework for the information progress novelties, excluding prohibitions.*

References

1. Beglarian M. E. Dobrovol'skaia N. Iu. Blokchein-tekhnologiia v pravovom prostranstve. Vestnik Krasnodarskogo universiteta MVD Rossii, 2018, No. 2 (40), pp. 108-112.
2. Beglarian M. E., Dobrovol'skaia N. Iu. Formirovanie IT-kompetentsii iurista v tsifrovom prostranstve. Pravovaia informatika, 2019, No. 3, pp. 60-70. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-60-70.

3. Vashchekin A. N., Vashchekina I. V. Informatsionnoe vzaimodeistvie v sisteme bor'by s "otmyvaniem" prestupnykh dokhodov: risk-orientirovannyi podkhod. Pravovaia informatika, 2018, No. 4, pp. 4-13. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-04-13.
4. Vashchekina I. V., Vashchekin A. N. Primenenie risk-orientirovannogo podkhoda pri organizatsii protivodeistviia otmyvaniiu nelegal'nykh dokhodov v rossiiskoi praktike. Nauka i praktika, 2018, No. 3, pp. 61-69.
5. Vaipan V. A. Osnovy pravovogo regulirovaniia tsifrovoi ekonomiki. Pravo i ekonomika, 2017, No. 10, pp. 5-18.
6. Gosudarstvo i pravo v novoi tsifrovoi real'nosti : monografiia / Pod obshch. red. I.A. Koniukhovoi-Umnovoi, D.A. Lovtsova. M.: INION RAN, 2020, 259 pp. ISBN 978-5-248-00959-6.
7. Kartskhiia A. A. Tsifrovaia transformatsiia prava. Monitoring pravoprimeneniia, 2019, No. 1(30), pp. 25-29. DOI: 10.21681/2226-0692-2019-1-25-29.
8. Lovtsov D. A. Sistemologiia pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : RGUP, 2016, 316 pp.
9. Lovtsov D. A. Implementatsiia "tsifrovykh" prav v ekonomike: informatsionno-pravovye aspekty. Rossiiskoe pravosudie, 2020, No. 10, pp. 42-53. DOI: 10.37399/issn2072-909X.2020.10.42-53.
10. Lovtsov D. A. Informatsionno-pravovye osnovy pravoprimeneniia v tsifrovoi sfere. Monitoring pravoprimeneniia, 2020, No. 2(35), pp. 44-52. DOI: 10.21681/2226-0692-2020-2-44-52.
11. Lovtsov D. A. Informatsionnaia bezopasnost' avtomatizirovannykh blokchein-sistem: ugrozy i sposoby povysheniia. Tr. II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Transformatsiia natsional'noi sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy Rossii" (22 noiabria 2019 g.) / RGUP. M. : RGUP, 2020, pp. 464-473. ISBN 978-5-93916-823-6.
12. Lovtsov D. A. Teoriia informatsionnogo prava: bazisnye aspekty. Gosudarstvo i pravo, 2011, No. 11, pp. 43-51. ISSN 0132-0769.
13. Lovtsov D. A. Sistemologiia pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere: arkhitektura i sostoianie. Gosudarstvo i pravo, 2012, No. 8, pp. 16-25. ISSN 0132-0769.
14. Savel'ev A. I. Nekotorye aspekty ispol'zovaniia smart-kontraktov i blokchein-tekhnologii po rossiiskomu pravu. Zakon, 2017, No. 5, pp. 94-117.
15. Chernykh A. M. Zashchishchennost' dannykh ob ob"ektakh nedvizhimosti i zemel'nykh resursakh na baze geoinformatsionnykh i blokchein tekhnologii. Pravovaia informatika, 2019, No. 4, pp. 75-85. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-75-85.

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Большаков А.С., Раковский Д.И.**

Ключевые слова: *информационная безопасность, защита информации, теория принятия решений, методы принятия решений, комплексный метод анализа иерархий, дискретные многокритериальные задачи, автоматизация принятия решений, программное обеспечение.*

Аннотация.

Цель работы: *совершенствование научно-методической и правовой базы принятия решений по обеспечению информационной безопасности.*

Метод исследования: *сравнительный анализ существующих методов принятия решений по двум критериям: количество операций сравнения и количество матриц парных сравнений.*

Результаты: *рассмотрен ряд методов принятия решений, из которых определен наиболее эффективный в контексте поставленной задачи — метод, обеспечивающий минимальное количество попарных операций сравнения. Проведенный анализ показал, что таким свойством обладает метод комплексного анализа иерархий. Данный метод является наименее сложным (по количеству проводимых операций сравнения) и может быть использован при решении дискретных многокритериальных задач. Применение выбранного метода демонстрируется авторами на примере выбора средства защиты информации. На основе выбранного метода с учетом контекста поставленной задачи разработано программное обеспечение для автоматизированного выбора наилучшего средства защиты информации, использующееся в учебном процессе в виде лабораторного практикума для студентов направления подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-55-66

Постановка задачи

Задача выбора средства защиты информации (СЗИ) из комплекса аналогичных средств, потенциально приемлемых для конкретной инфокоммуникационной системы правовой сферы [8], как правило, носит не простой характер, связанный с возможными значительными трудозатратами, которые желательно минимизировать путем автоматизации такого выбора. Применение специализированного *программного обеспечения* [1], созданного в соответствии с действующими нормативными правовыми актами, позволяет упростить процесс моделирования угроз информационной безопасности и является исходным материалом для дальнейшего принятия решений с целью нейтрализации сформированных угроз.

Проблему при автоматизации представляют задачи категории *принятия решений*, которые в области информационной безопасности широко распространены. Специалисты решают задачи данной категории, основываясь либо на собственном опыте, либо на основе экспертной оценки, либо на основе применения обоснованных численных функций конфиденциальности [4].

Для достижения оперативной объективной оценки принятия решений в области информационной безопасности экспертный подход представляется более предпочтительным[1]. Однако формирование компетентной экспертной группы, особенно в области мало-

[1] Методика моделирования угроз безопасности информации [Текст]: методический документ // Федеральная Служба по Техническому и Экспортному Контролю (ФСТЭК РОССИИ), 2020, 54 с. В документе (по сравнению с проектной методикой 2015 г., а также с принятой ранее методикой 2008 г.) наблюдается тенденция перехода к экспертной оценке параметров информационной системы вместо формализованной.

* ***Большаков Александр Сергеевич,*** *кандидат технических наук, доцент Московского технического университета связи и информатики, г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: alexbol57@mail.ru

Раковский Дмитрий Игоревич, *магистрант Московского технического университета связи и информатики, г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: dimitor1998@mail.ru

го бизнеса, часто бывает затруднительным делом — по этой причине многие решения принимаются специалистом в области информационной безопасности в одиночку. Это приводит к повышению рабочей нагрузки и времени, затрачиваемого на анализ и принятие решений в области информационной безопасности, а иногда и к не эффективному выбору самой меры защиты информации. То есть повышается вероятность принятия необъективного решения по причине человеческого фактора: нехватки времени, невнимательности, недостаточной компетенции и пр.

При принятии какого-либо решения может использоваться массив n атрибутов:

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}, \quad (1)$$

где k_i — i-й атрибут в системе принятия решений, который задан некоторым текстовым описанием, включая, например:

- наличие действующих сертификатов соответствия СЗИ требованиям ФСТЭК России, ФСБ России, Госстандарта, МО РФ и других ведомств по определенным уровням и классам защищенности;
- совместимость СЗИ со смежными системами (информационными технологиями) и возможность работы программных СЗИ на технических средствах и общесистемном программном обеспечении инфосистем;
- соответствие СЗИ требованиям, определенным мерами защиты для выбранного класса защищенности инфосистем и сформированной модели угроз;
- простоту управления и внедрения СЗИ для различных конфигураций инфосистем;
- наличие у специалиста опыта работы с выбираемыми СЗИ конкретных производителей;
- наличие выявляемых качественных преимуществ между однотипными СЗИ;
- наличие выявляемых ценовых преимуществ между однотипными СЗИ;
- наличие сервисных центров и технической поддержки в Российской Федерации для СЗИ;
- наличие положительных отзывов на функционирование СЗИ и пр.

Однако с целью автоматизации процесса принятия решения о выборе СЗИ целесообразно перейти от текстовых индикаторов к их индексации:

$$J = \{j_1, j_2, \dots, j_n\}, j_i \in \mathbb{N}\ , \quad (2)$$

где j_i = 1, 2, . …n, т.е. может принимать, например, целые значения.

Поставим каждому индексу j_i в соответствие атрибут k_i, т.е. отобразим J в K:

$$f: J \to K. \quad (3)$$

Таким образом, массив K может быть представлен в виде массива индексов J, состоящего из оценок атрибутов n.

Пусть дана последовательность из n численных оценок по каждому атрибуту (1) для некоторого процесса, состоящего из последовательности событий «угроза — уязвимость — информационный ресурс — нарушаемое свойство информации — СЗИ», выставленная экспертом:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, a_i \in \mathbb{N}\ . \quad (4)$$

Тогда m альтернатив (4), оцененных по каждому из n атрибутов (1), можно представить в виде таблицы:

$$Expert = \{(J, A_1), (J, A_2), \dots, (J, A_m)\ |(J, A_i) \in J \times A_{all}\}, \quad (5)$$

где $J \times A_{all}$ — декартово произведение двух множеств $J \times A_{all}$; причем элементами множества A_{all} являются наборы экспертных оценок, определенные в (4), а элементы множества J определены в (2) как индексы, соответствующие атрибутам (1), между которыми определено однозначное соответствие (3).

Табличное представление записи (5), дополненное пояснительными строками и столбцами для упрощения визуального восприятия, представлено в табл. 1 (где a_{mn} — численные значения баллов, выставленные экспертами, отражающие степень соответствия m-й альтернативы n-му атрибуту — чем выше балл — тем больше соответствие).

Авторами предполагается наличие подобной таблицы экспертных оценок у специалиста в области информационной безопасности перед решением задачи о выборе методов принятия решений.

Таблица 1

Экспертная оценка соответствия m-альтернатив по каждому n-атрибуту

	Атрибуты			
Альтернативы	j_1	j_2	…	j_n
A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2n}
…	…	…	…	…
A_m	a_{m1}	a_{m2}	…	a_{mn}

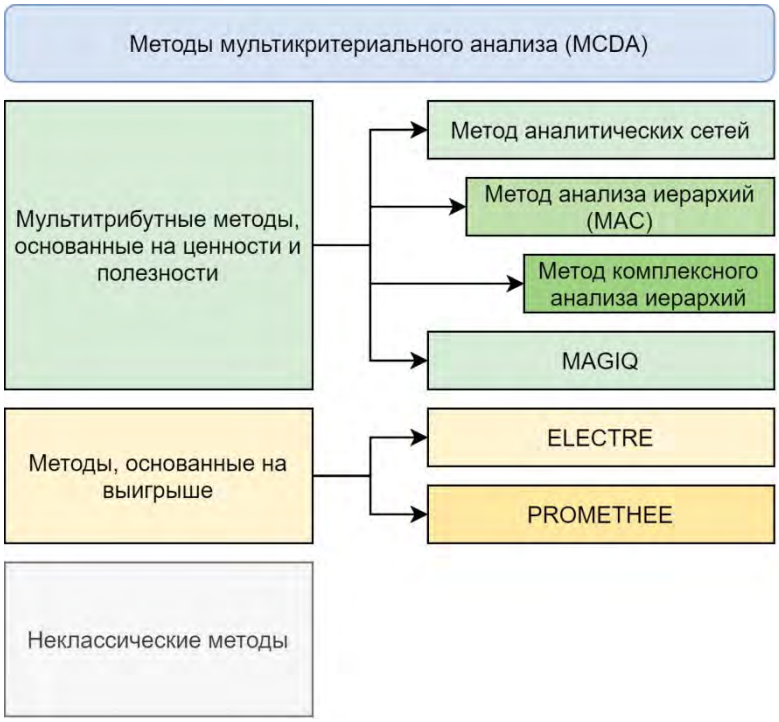


Рис. 1. Прагматическая классификация методов принятия решений и отобранные для анализа методы

Методы принятия решений можно разделить на три категории [14]: мультиатрибутные методы, основанные на ценности и полезности (*Multiattribute Utility and Value Theories*); методы, основанные на ценности (*Outranking Methods*); неклассические методы (рис. 1). Рассмотрение методов (за исключением неклассических) ведется с учетом наличия исходных данных в виде экспертной оценки, выраженной численно и представленной в виде описанной выше таблицы, или аналогичным по смыслу представлением.

Рассматриваемые методы и источники, на которые опираются авторы при рассмотрении методов, представлены в виде пронумерованного списка:

1. Метод аналитических сетей [3, 7];
2. Метод анализа иерархий (MAC)[2];
3. Метод комплексного анализа иерархий [10];
4. Мультиатрибутный глобальный вывод качества (*Magiq*)[3];
5. Метод исключений и выбора, отражающих реальность (*Electre*) [5, 6];
6. Метод организации ранжирования предпочтений для обогащения оценок (*Promethee*) [13]. Рассмотрены методы *Promethee-1, Promethee-2* в совокупности друг с другом.

Названные методы принятия решений рассматриваются в контексте следующих критериев:

– *количество матриц парных сравнений* — которые необходимо построить специалисту самостоятельно;
– *количество операций сравнения* — показывает суммарное количество операций сравнения, которые необходимо провести специалисту самостоятельно, определяемых из свойств, как конкретного метода принятия решений, так и из первого критерия.

На основании данных критериев выбирается метод, применимый в области защиты информации, позволяющий минимизировать участие специалиста в принятии решений.

Обзор методов принятия решений

Рассмотрены шесть методов принятия решений по указанным выше критериям путем выполнения подсчета количества матриц парных сравнений и операций сравнения, последующего заполнения специальной таблицы с формулированием вывода об эффективном методе принятия решений.

При рассмотрении методов принятия решений использованы следующие обозначения, определяемые из (5) и вышеприведенных критериев: M_i — количество матриц парных сравнений, присутствующих в i-м методе принятия решений; k — количество атрибутов в системе принятия решений; k_m — количество элементов в подмножествах атрибутов системы принятия решений; a — количество альтернатив в системе при-

[2] Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М. : Радио и связь, 1993.

[3] McCaffrey Jm. The Analytic Hierarchy Process // MSDN Magazine Issues. 2005. № 6. С. 139—144.

нятия решений; a_m — количество элементов в подмножествах альтернатив системы принятия решений.

Метод аналитических сетей. В данном методе количество матриц парных сравнений зависит от количества анализируемых альтернатив. Все матрицы, построенные таким образом, сводятся в единую суперматрицу парных сравнений. Количество матриц парных сравнений в суперматрице определяется как a^2 [11].

Суперматрица обладает такими же свойствами, как и матрица парных сравнений. Следовательно, суперматрица обладает свойством симметрии:

$$\boldsymbol{B} = \boldsymbol{B}^{\boldsymbol{T}} \quad (6)$$

Исходя из свойства симметрии: $\forall i,j: a_{ij} = a_{ji}$, количество матриц парных сравнений определяется с учетом вычета главной диагонали как:

$$M_1 = \frac{a^2 - a}{2} . \quad (7)$$

Каждая матрица парных сравнений, входящая в суперматрицу, строится на основе сравнения подмножества i-й альтернативы с подмножеством j-й альтернативы. Количество операций сравнений, учитывая вычет $a_{m\,ij}$ элементов главной диагонали, определяется как:

$$W_{ij} = \frac{a_{mij}{}^2 - a_{mij}}{2} . \quad (8)$$

Соответственно, общее количество операций сравнений может быть найдено как сумма количеств операций сравнений каждой подматрицы:

$$f_{AN} = \sum_{i=1}^{a} \sum_{j=1}^{a} W_{ij} \quad (9)$$

При отсутствии подмножеств альтернатив ($a_m = 0$) общее количество операций сводится к

$$f_{AN} = \frac{a^2 - a}{2} \quad (10)$$

Метод анализа иерархий. Данный метод является частным случаем метода построения аналитических сетей [11]. В методе анализа иерархий парные сравнения можно разделить на два шага.

Шаг 1. Выполняется парное сравнение атрибутов системы, т.е. количество операций сравнений для первого шага можно вычислить как:

$$f_{MAC\ 1} = \frac{k^2 - k}{2} \quad (11)$$

Шаг 2. На втором шаге выполняется парное всех атрибутов между собой по каждой альтернативе. В данном случае иерархическая зависимость альтернатив и подмножеств альтернатив не играет существенной роли. Для вычисления количества операций сравнения необходимо найти количество всех альтернатив вместе с подмножествами, т.е.:

$$U = a + a_m . \quad (12)$$

Следовательно, количество операций сравнения, которое необходимо провести, вычисляется как количество парных сравнений, умноженное на (12):

$$f_{\mathrm{MAC}\ 2} = U\ \frac{k^2 - k}{2} \quad (12)$$

Общее количество операций сравнения, проводимое экспертами в методе MAC, составляет:

$$f_{\mathrm{MAC}} = f_{\mathrm{MAC}\ 1} + f_{\mathrm{MAC}\ 2} . \quad (14)$$

Проведя операции подстановки и сокращения, получим:

$$f_{\mathrm{MAC}} = (U + 1)\ \frac{k^2 - k}{2} \quad (15)$$

Количество матриц парных сравнений зависит от количества альтернатив (12). Также необходимо учесть одно парное сравнение атрибутов между собой:

$$M_2 = 1 + U \quad (16)$$

Метод комплексного анализа иерархий. Метод является усовершенствованным методом анализа иерархий [3]. Сравнение альтернатив выполняется за два шага:

Шаг 1. Является аналогичным по отношению к методу анализа иерархий, однако парное сравнение альтернатив заменено таблицей экспертных оценок (5), что убирает необходимость строить матрицу парных сравнений.

Шаг 2. Выполняется одно парное сравнение атрибутов системы между собой. Следовательно, количество матриц парных сравнений равно единице:

$$M_3 = 1 \quad (18)$$

Количество операций сравнения для данного метода будет вычисляться как:

$$f_{\mathrm{CAN}} = \frac{k^2 - k}{2} \quad (18)$$

Сравнение альтернатив системы (средств защиты информации) между собой по атрибутам происходит без построения матрицы парных сравнений, на основе обобщенного показателя; проверка адекватности осуществляется на основе построения матрицы рисков.

Метод Electre. В методе *Electre* используется одно парное сравнение всех альтернатив по всем атрибутам. То есть количество матриц парных сравнений будет равно одной:

$$M_4 = 1 .$$

Сравнение альтернатив происходит без построения матрицы парных сравнений. Вместо этого альтернативы попарно сравниваются между собой с целью выявления превосходства одной альтернативы над другой.

Количество операций сравнения альтернатив сводится к операции размещения из a альтернатив по два, умноженное на количество атрибутов:

$$f_{Electre} = k \times A_a^2 . \quad (19)$$

Метод Magiq. В методе *Magiq* выполняется несколько операций парных сравнений. Сначала выполняется парное сравнение атрибутов системы. Общее количество таких операций сравнений равно:

$$f_{Magiq\ 1} = \frac{k^2 - k}{2} . \quad (20)$$

После парного сравнения атрибутов выполняются парные сравнения внутри каждого подмножества атрибутов: выполняется a парных сравнений, в каждом из которых количество операций сравнения зависит от количества элементов i-го подмножества:

$$q_i = \frac{k_{mi}{}^2 - k_{mi}}{2} . \quad (21)$$

Суммарное количество операций сравнения вычисляется как:

$$f_{Magiq\ 2} = \sum_{i=1}^{k} q_i . \quad (22)$$

На *третьем* этапе алгоритма выполняется парное сравнение альтернатив между собой по всем атрибутам вне зависимости от их иерархической зависимости (по аналогии с (12)). Сложив сумму всех подмножеств атрибутов и количество атрибутов:

$$U_{Magiq} = k + k_m . \quad (23)$$

Можно вычислить количество операций сравнения, которое на данном этапе зависит от количества альтернатив системы:

$$f_{Magiq\ 3} = U_{magiq} \frac{a^2 - a}{2} . \quad (24)$$

Соответственно, общее количество операций сравнения, проводимое экспертами в методе Magiq, составляет:

$$f(n) = f_{Magiq\ 1} + f_{Magiq\ 2} + f_{Magiq\ 3} \quad (25)$$

Количество матриц парных сравнений, на основании предыдущих трех шагов, определяется как:

$$M_5 = 1 + k + U_{magiq} . \quad (26)$$

Метод Promethee. В методах семейства *Promethee* входные данные обрабатываются в два этапа. *Первый* этап является общим для всех алгоритмом данного семейства, *второй* же этап зависит от конкретной реализации алгоритма (рассмотрены алгоритмы *Promethee*-1, *Promethee*-2).

Этап 1. Входными данными являются: атрибуты и альтернативы. Необходимо задать относительный вес каждого атрибута, а также функцию предпочтения альтернативы $g_k(a)$ по каждому атрибуту. Для каждого атрибута функция предпочтения своя — она выбирается исходя из контекста решаемой задачи. Функция предпочтения показывает, насколько значима разница значений двух альтернатив (если альтернативы представлены метрическими величинами) по выбранному атрибуту, что роднит ее с методами, применяемыми в нечеткой логике [2].

На *этапе* 1 производится построение матриц парных сравнений альтернатив по каждому атрибуту. Сравнение происходит при помощи функции предпочтения. Количество операций сравнения определяется как:

$$f_{Promethee} = k \frac{a^2 - a}{2} . \quad (27)$$

После построения матриц парных сравнений строится матрица индексов предпочтения путем сложения всех матриц парных сравнений между собой. Предварительно каждую матрицу парных сравнений необходимо умножить на соответствующий ей относительный вес каждого атрибута.

Этап 2. Как было обозначено, в зависимости от выбранного алгоритма (*Promethee*-1, *Promethee*-2) количество операций парных сравнений различно.

Для *Promethee*-1 необходимо построить матрицу бинарных отношений альтернатив на основании матрицы индексов предпочтения. Соответственно, количество операций парных сравнений будет вычислено как:

$$f_{Promethee\ 1} = \frac{a^2 - a}{2} . \quad (28)$$

Promethee-2 опирается на коэффициенты, вычисленные из матрицы индексов предпочтения (называемые коэффициентами прямого и обратного восхождения). Дополнительных матриц парных сравнений строить не обязательно, однако авторы метода рекомендуют использовать *Promethee*-1 и *Promethee*-2 в совокупности друг с другом.

С учетом данных рекомендаций имеет смысл объединить (27) и (28). С учетом упрощения получим окончательное количество операций парных сравнений, определяемое как:

$$f_{Promethee\ 1+2} = (k+1) \frac{a^2 - a}{2} . \quad (29)$$

Количество матриц парных сравнений, определяемых для методов *Promethee*-1 + *Promethee*-2, определяется как:

$$M_6 = k + 1. \quad (30)$$

Итоговая таблица

Сведем полученные аналитические выражения в специальную таблицу (табл. 2). В *первом* столбце приведено название метода, во *втором* критерий «количество матриц парных сравнений», в *третьем* — критерий «количество операций сравнения».

Минимальным количеством парных сравнений обладают методы *Electre* и комплексного анализа иерархий. Метод комплексного анализа иерархий (адаптированная версия метода анализа иерархий) имеет меньшее количество операций сравнения, которые зависят только от количества атрибутов, по которым сравниваются альтернативы.

Следовательно, эффективным методом принятия решений с точки зрения минимизации количества операций парных сравнений можно признать метод комплексного анализа иерархий.

Пример использования метода комплексного принятия решений

Рассмотрим данный подход в контексте автоматизации процесса принятия решений. В качестве входных данных возьмем материалы публикации «Критерии выбора средств обеспечения информационной безопасности персональных данных» [9]. Анализируемые *критерии* (в нашем случае атрибуты) представлены в виде нумерованного списка:

Таблица 2

Сравнение методов по критериям «количество парных сравнений» и «количество операций сравнения»

Метод	Количество матриц M парных сравнений	Количество $f(n)$ операций сравнения
Аналитических сетей	$\frac{a^2-a}{2}$	$f(n)=\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{a}W_{ij}$ $W_{ij}=\frac{{a_{mij}}^2-a_{mij}}{2}$
Анализа иерархий	$U+1$	$(U+1)\ \frac{k^2-k}{2}$ $U=a+a_m$
Комплексного анализа иерархий	1	$\frac{k^2-k}{2}$
Magiq	$U_{Magiq}+1+k$	$f_{Magiq\ 1}+f_{Magiq\ 2}+f_{Magiq\ 3}$
Electre	1	$k\times A_a^2$
Promethee 1 + Promethee 2	$k+1$	$(k+1)\frac{a^2-a}{2}$

1. Использование средств аппаратной поддержки.
2. Шифрование пользовательской информации.
3. Осуществление аудита событий.
4. Контроль целостности ресурсов.
5. Возможность настройки замкнутой программной среды.
6. Стоимость средств защиты.
7. Личные предпочтения администраторов безопасности.
8. Наличие механизма дискреционного контроля доступа к объектам файловой структуры и устройствам.
9. Затирание информации.
10. Поддержка аутентификации.

Средства защиты информации (альтернативы), рассмотренные в статье, приведены в виде нумерованного списка:

1. *Secret Net* (с платой *Secret net touch memory*).
2. *Secret Net* (без платы *Secret net touch memory*).
3. Secret Net (с платой Соболь).
4. ПАК Соболь.
5. АМДЗ Аккорд.
6. ПАК Аккорд.
7. *Dallas Lock* 8*K*.
8. *Dallas Lock* 8*C*.
9. Страж *NT*.

Сформируем таблицу экспертной оценки в соответствии с (5) и табл. 1. Экспертная оценка СЗИ по вышеприведенным атрибутам приведена в табл. 3. Стоит заметить, что при выборе метода комплексного анализа иерархий специалисту необходимо будет самостоятельно дополнительно построить матрицу парных сравнений анализируемых атрибутов.

Таблица 3

Экспертная оценка СЗИ по 10 атрибутам

СЗИ	Атрибуты									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	4	0	3	4	5	4	5	5	4	5
2	1	0	3	4	5	4	3	5	4	5
3	5	0	3	5	5	5	5	5	4	5
4	5	0	1	5	0	5	3	0	0	5
5	5	0	1	3	0	4	3	0	0	5
6	5	0	4	5	3	5	3	5	4	5
7	1	3	5	5	5	3	5	4	4	5
8	1	5	5	5	5	4	4	4	4	5
9	1	1	5	5	5	3	4	5	4	5

Решение задачи

Начнем решение задачи по методу комплексного анализа иерархий.

Сравнение атрибутов. Сравним заданные атрибуты между собой, т.е. построим матрицу парных сравнений десяти анализируемых атрибутов. Матрица парных сравнений заполняется по шкале относительной важности Саати [13], которая приведена в табл. 4.

Таблица 4

Таблица интенсивности относительной важности

Интенсивность относительной важности	Определение
1	Равная важность
3	Умеренное превосходство
5	Существенное превосходство
7	Значительное превосходство
9	Очень сильное превосходство
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между соседними суждениями
Обратные величины	Обратные величины заполняются в соответствии со свойством обратной симметрии в матрице парных сравнений.

На основании табл. 4 и определения атрибутов [9] в соответствии с рекомендациями, данными в [10], авторами была составлена матрица парных сравнений (табл. 5).

Таблица 5

Авторская матрица парных сравнений анализируемых атрибутов

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	G	q_i
K_1	1	0,33	3	3	3	5	5	1	1	3	1,98	0,16
K_2	3	1	3	1	0,33	5	5	1	3	1	1,78	0,14
K_3	0,33	0,33	1	0,33	0,33	3	5	0,33	0,33	0,33	0,61	0,05
K_4	0,33	1	3	1	1	5	5	1	3	1	1,54	0,13
K_5	0,33	3	3	1	1	5	5	1	3	1	1,72	0,14
K_6	0,20	0,20	0,33	0,20	0,20	1	5	0,20	0,33	0,14	0,36	0,03
K_7	0,14	0,14	0,20	0,20	0,14	0,14	1	0,20	0,33	0,20	0,22	0,02
K_8	1	1	3	1	1	5	5	1	3	1	1,72	0,14
K_9	1	0,33	3	0,33	0,33	3	3	0,33	1	0,33	0,80	0,07
K_{10}	0,33	1	3	1	1	5	5	1	3	1	1,59	0,13
Сумма											**12,32**	**1**

В табл. 5 использованы следующие обозначения: $K_1 \ldots K_{10}$ — номера атрибутов; G — среднее геометрическое n-й строки, являющееся оценкой компонента собственного вектора; q — нормализированная (к сумме G) оценка компонента собственного вектора.

Вычислим меру согласованности матрицы парных сравнений при помощи индекса согласованности (ИС):

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}, \quad (17)$$

где n — размер матрицы (в нашем случае $n = 10$); λ_{max} — максимальное собственное значение матрицы суждений.

Для определения адекватности оценки суждений вычислим отношение согласованности. Отношение согласованности (ОС) вычисляется как:

$$OC = h / ИС, \quad (18)$$

где h — индекс в таблице средних случайных индексов согласованности для матриц разного порядка [12] (табл. 6).

Таблица 6

Таблица средних случайных индексов согласованности для матриц разного порядка от 1 до 10

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

ОС не должен превышать 10%, иначе суждения необходимо пересмотреть.

На основании вышеприведенных формул получим значения матрицы парных сравнений 5:

$\lambda_{max} = 11{,}19;$ ИС = 0,13; ОС = 0,09.

ОС не превышает 10 — 15%, что является адекватной величиной.

Преобразование экспертных оценок в относительные значения. Преобразуем экспертные оценки (см. табл. 3) в относительные значения. В соответствии с алгоритмом относительные значения (табл. 7) вычисляются построчно.

Таблица 7

Относительные значения экспертных оценок

СЗИ	Атрибуты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,80	0	0,60	0,80	1	0,80	1	1	0,80	1
2	0,20	0	0,60	0,80	1	0,80	0,60	1	0,80	1
3	1	0	0,60	1	1	1	1	1	0,80	1
4	1	0	0,20	1	0	1	0,60	0	0	1
5	1	0	0,20	0,60	0	0,80	0,60	0	0	1
6	1	0	0,80	1	0,60	1	0,60	1	0,80	1
7	0,20	0,60	1	1	1	0,60	1	0,80	0,80	1
8	0,20	1	1	1	1	0,80	0,80	0,80	0,80	1
9	0,20	0,20	1	1	1	0,60	0,80	1	0,80	1

Выбор СЗИ на основании положений теории игр. Следующим шагом в данном подходе является выбор СЗИ на основании максимального обобщенного показателя и матрицы рисков.

Построим матрицу рисков. Для ее построения необходимо сформировать матрицу игры (табл. 8) на основании относительных значений в табл. 7.

Таблица 8

Матрица игры

Стратегии	СЗИ	Состояние природы K_j									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	0,80	0	0,60	0,80	1	0,80	1	1	0,80	1
	2	0,20	0	0,60	0,80	1	0,80	0,60	1	0,80	1
	3	1	0	0,60	1	1	1	1	1	0,80	1
	4	1	0	0,20	1	0	1	0,60	0	0	1
	5	1	0	0,20	0,60	0	0,80	0,60	0	0	1
	6	1	0	0,80	1	0,60	1	0,60	1	0,80	1
	7	0,20	0,60	1	1	1	0,60	1	0,80	0,80	1
	8	0,20	1	1	1	1	0,80	0,80	0,80	0,80	1
	9	0,20	0,20	1	1	1	0,60	0,80	1	0,80	1
	β_i	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0,80**	**1**

Численный показатель β вычисляется как:

$$\beta_j = \max(a_j), \quad (19)$$

где a — максимальное значение в столбце состояния природы K_j.

На основании матрицы игры построим матрицу рисков (табл. 9). Риск определим следующим выражением:

$$\Delta r_y = \beta_j - W_j \ . \quad (20)$$

Таблица 9

Матрица рисков

Стратегии	СЗИ	Состояние природы K_j										R_i
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1	0,20	1	0,40	0,20	0	0,20	0	0	0	0	0,2271
	2	0,80	1	0,40	0,20	0	0,20	0,40	0	0	0	0,33076
	3	0	1	0,40	0	0	0	0	0	0	0	**0,16405**
	4	0	1	0,80	0	1	0	0,40	1	0,80	0	0,52202
	5	0	1	0,80	0,40	1	0,20	0,40	1	0,80	0	0,57786
	6	0	1	0,20	0	0,40	0	0,40	0	0	0	0,21702
	7	0,80	0,40	0	0	0	0,40	0	0,20	0	0	0,2262
	8	0,80	0	0	0	0	0,20	0,20	0,20	0	0	0,16611
	9	0,80	0,80	0	0	0	0,40	0,20	0	0	0	0,25948
	q_i	0,16	0,14	0,05	0,13	0,14	0,03	0,02	0,14	0,07	0,13	

Выигрышной будет стратегия, обладающая *минимальным* риском. Риск рассчитывается как:

$$R_i = \sum_{j=1}^{n} r_{ij} q_j. \quad (21)$$

Минимальный риск (см. табл. 9) — $R_3 = 0{,}16$. Соответственно, на основании данной таблицы делается вывод о том, что СЗИ № 3 является лучшим решением из представленных девяти, так как риск при его выборе и эксплуатации минимален.

Построение матрицы обобщенных показателей. Матрица обобщенных показателей (табл. 10) формируется на основании значений табл. 7 и весов (q оценок компонентов собственных векторов). Обобщенный показатель W_i рассчитывается следующим образом:

$$W_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} q_j. \quad (22)$$

Таблица 10

Таблица обобщенных показателей СЗИ

СЗИ	Атрибуты										Wi
	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	К8	К9	К10	
1	0,80	0	0,60	0,80	1	0,8	1	1	0,8	1	0,759866
2	0,20	0	0,60	0,80	1	0,8	0,6	1	0,8	1	0,656203
3	1	0	0,60	1	1	1	1	1	0,8	1	0,822916
4	1	0	0,20	1	0	1	0,6	0	0	1	0,464942
5	1	0	0,20	0,60	0	0,8	0,6	0	0	1	0,409103
6	1	0	0,80	1	0,60	1	0,6	1	0,8	1	0,769947
7	0,2	0,6	1	1	1	0,6	1	0,8	0,8	1	0,76081
8	0,2	1	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8	1	0,820858
9	0,2	0,2	1	1	1	0,6	0,8	1	0,8	1	0,727483
qi	0,16	0,14	0,05	0,13	0,14	0,03	0,02	0,14	0,07	0,13	

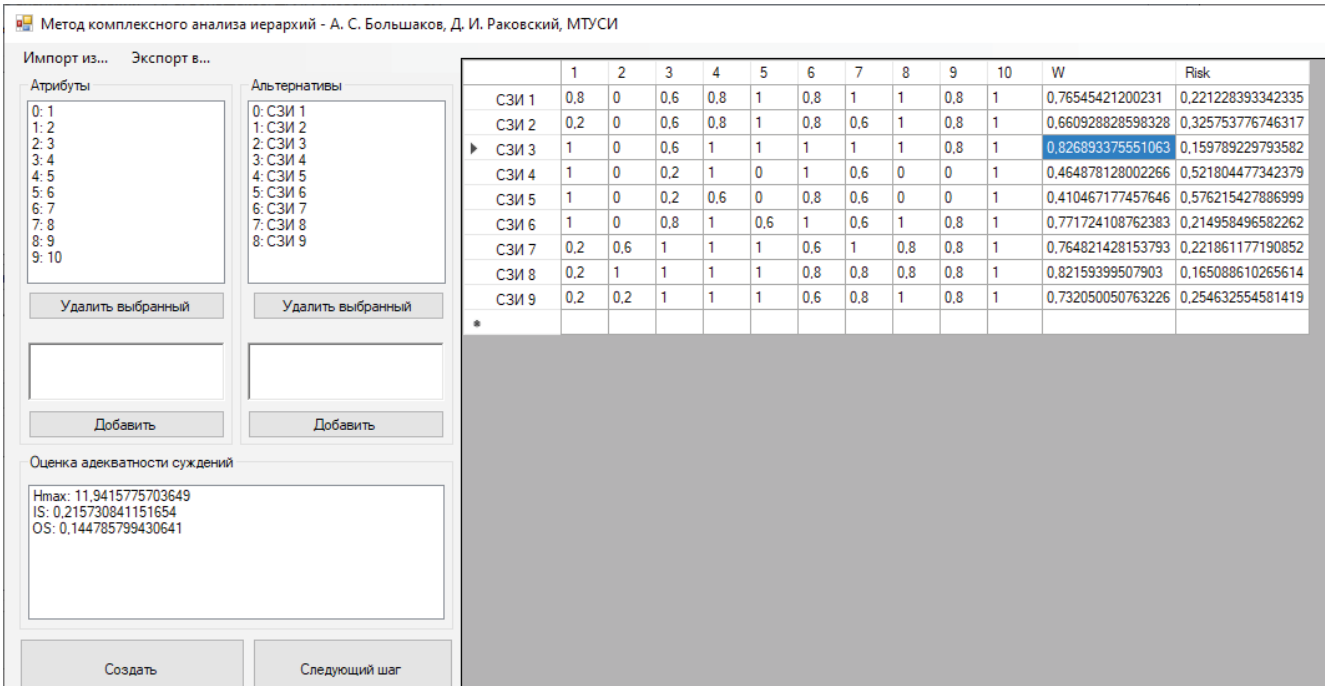


Рис. 2. Разработанное программное обеспечение, реализующее метод комплексного анализа иерархий

Необходимо выбрать максимальный обобщенный показатель — он будет соответствовать наилучшему СЗИ (по сумме оценок с учетом весов каждого атрибута).

Максимальный обобщенный показатель (см. табл. 10) — $W_3 = 0{,}823$. Соответственно, на основании данной таблицы делается вывод о том, что СЗИ № 3 является лучшим решением из представленных.

Решения, полученные на основании матрицы рисков и матрицы обобщенных показателей, совпали. Таким образом, пользователю будет рекомендовано приобретать и использовать СЗИ № 3.

Программное обеспечение

На основе выбранного метода с учетом контекста решаемой задачи (информационная безопасность) было разработано программное обеспечение для автоматизации принятия решений специалистами в области информационной безопасности (рис. 2). Данное программное обеспечение используется в лабораторном практикуме для студентов направления подготовки 11.04.02 — «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по магистерской программе «Безопасность и программная защита инфокоммуникаций».

Программное обеспечение реализовано на языке программирования C# с применением сторонней библиотеки *ClosedXML*[4] и реализует рассмотренный в работе подход. Внутри программного обеспечения сформирован базовый набор функций по работе с таблицами; присутствует возможность работы с *CSV*[5] и *Excel*-таблицами (в режиме импорта и экспорта). Пользователь имеет возможность экспортировать основные параметры построенных матриц парных сравнений (оценки адекватности суждений; значения рисков и обобщенных показателей по каждому СЗИ) в отдельный текстовый файл. Разработанное программное обеспечение имеет интуитивно понятный, дружественный к пользователю интерфейс.

Заключение

В работе проведен сравнительный теоретико-экспериментальный анализ методов принятия решений, включая: метод аналитических сетей; метод анализа иерархий; метод комплексного анализа иерархий; метод исключения и выбора, отражающего реальность; мультиатрибутный глобальный вывод качества. Проведенный анализ показал, что минимальным количеством операций парных сравнений обладают методы *Electre* и комплексного анализа иерархий.

Метод комплексного анализа иерархий, являющийся адаптированной версией метода анализа иерархий с применением элементов теории игр, имеет меньшее количество операций сравнения, которые зависят только от количества атрибутов, по которым сравниваются альтернативы. Следовательно, эффективным методом принятия решений с точки зрения минимизации операций парных сравнений можно признать *метод комплексного анализа иерархий*. Данный метод является наименее сложным (по количеству проводимых операций сравнения) и может быть использован при решении дискретных многокритериальных задач.

[4] ClosedXML. URL: https://github.com/ClosedXML/ClosedXML.

[5] CSV (Comma-Separated Values) — текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных.

Литература

1. Большаков А. С., Раковский Д. И. Программное обеспечение моделирования угроз безопасности информации в информационных системах // Правовая информатика. 2020. № 1. С. 26—39. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-26-39.
2. Большаков А. С., Рогатнева Е. А. Применение нечеткой логики для управления информационным риском // Тр. XIII Междунар. отраслевой науч.-техн. конф. (20—21 марта 2019 г.) / МТУСИ. М. : Изд. дом «Медиа паблишер», 2019. С. 331—335.
3. Дорошенко В. А., Друк Л. В., Герасимов А. Э. Математическое описание взаимовлияния технических средств распределенных по уровням систем управления с обратными связями // Лесной вестник. 2017. Т. 21. № 1. С. 118—124. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-1-118-124.
4. Князев В. В., Ловцов Д. А. Ситуационное планирование защищённой переработки информации в АСУ испытаниями сложных динамических объектов // Автоматика и телемеханика. 1998. № 9. С. 166—181.
5. Кравченко Т. К., Дружаев А. А. Адаптация методов семейства Electre для включения в экспертную систему поддержки принятия решений // Бизнес-информатика. 2015. № 2(32). С. 69—78.
6. Кузнецов М. А., Нгуен Т. У. Н. Использование методов Electre в задачах принятия решения // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2010. № 2. С. 40—46.
7. Лабинский А. Ю., Козлов А. А. Принятие решений с помощью метода аналитических сетей // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС РФ. 2018. № 4. С. 24—33.
8. Ловцов Д. А. Проблема информационной безопасности ГАС РФ «Правосудие» // Российское правосудие. 2012. № 5. С. 103—109.
9. Ломазов В. А, Прокушев Я. Е. Критерии выбора средств обеспечения информационной безопасности персональных данных // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 11. С. 84—86. DOI: 10.18454/IRJ.2016.53.015.
10. Петриченко Г. С., Нарыжная Н. Ю., Крицкая Л. М. Методика выбора средств защиты для корпоративной сети // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 121. С. 121—130. DOI: 10.21515/1990-4665-121-130.
11. Саати Т. Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосязаемых факторов // Cloud of science. 2016. № 2. С. 171—262.
12. Харитонов С. В., Улитина Е. В., Дик В. В. Применение метода анализа иерархий при согласовании результатов оценки // Прикладная информатика. 2012. № 6 (42). С. 108—113.

13. Яковличев А. Ю., Мильман И. Е., Пилюгин В. В. Использование визуализации при решении дискретных многокритериальных задач методами семейства Promethee // Научная визуализация. 2016. № 3. С. 78—94.
14. H. R. Weistroffer, Y. Li, "Multiple criteria decision analysis software", Ch. 29, in: S. Greco, M. Ehrgott, J. Figueira (eds), "Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys Series", Springer: New York, 2016.

Рецензент: ***Алексеев Владимир Витальевич,*** *доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН, почетный радист РФ, заведующий кафедрой информационных систем и защиты информации Тамбовского государственного технического университета, Российская Федерация, г. Тамбов.*
E-mail: vvalex1961@mail.ru

AN EFFICIENT MULTIPLE-CRITERIA DECISION ANALYSIS METHOD IN THE FIELD OF INFORMATION SECURITY

Aleksandr Bol'shakov, *Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Moscow Technical University of Communication and Informatics, Moscow, Russian Federation.*
E-mail: *alexbol57@mail.ru*

Dmitrii Rakovskii, *master's student of the Moscow Technical University of Communication and Informatics, Moscow, Russian Federation.*
E-mail: *dimitor1998@mail.ru*

Keywords: *information security, information protection, decision theory, decision-making methods, complex analytic hierarchy process method, discrete multiple-criteria problems, decision making automation, software.*

Abstract.
Purpose of work: *improving the methodological and legal basis for making decisions aimed at ensuring information security.*
Method of study: *comparative analysis of existing decision-making methods according to two criteria: number of comparison operations and number of matrices of paired comparisons.*
Results obtained: *a number of decision-making methods were considered among which the most efficient one in the context of the problem at hand was selected, i. e. the method ensuring the minimum number of pairwise comparison operations. The analysis given showed that the complex analytic hierarchy process method is the one possessing this property. This method has the least complexity (in terms of the number of comparison operations performed) and can be used for solving discrete multiple-criteria problems. The use of the chosen method is demonstrated by the authors using the case of selecting an information protection tool. Based on the chosen method and considering the context of the problem at hand, software for automated selection of the best information protection tool has been developed which is used in the teaching process in the form of a laboratory practicum for students whose field of study is "Information & Communications Technology and Communication Systems".*

References

1. Bol'shakov A. S., Rakovskii D. I. Programmnoe obespechenie modelirovaniia ugroz bezopasnosti informatsii v informatsionnykh sistemakh. Pravovaia informatika, 2020, No. 1, pp. 26-39. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-26-39.
2. Bol'shakov A. S., Rogatneva E. A. Primenenie nechetkoi logiki dlia upravleniia informatsionnym riskom. Tr. XIII Mezhdunar. otraslevoi nauch.-tekhn. konf. (20-21 marta 2019 g.) / MTUSI. M. : Izd. dom "Media pablisher", 2019, pp. 331-335.
3. Doroshenko V. A., Druk L. V., Gerasimov A. E. Matematicheskoe opisanie vzaimovliianiia tekhnicheskikh sredstv raspredelennykh po urovniam sistem upravleniia s obratnymi sviaziami. Lesnoi vestnik, 2017, t. 21, No. 1, pp. 118-124. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-1-118-124.
4. Kniazev V. V., Lovtsov D. A. Situatsionnoe planirovanie zashchishchennoi pererabotki informatsii v ASU ispytaniiami slozhnykh dinamicheskikh ob"ektov. Avtomatika i telemekhanika, 1998, No. 9, pp. 166-181.
5. Kravchenko T. K., Druzhaev A. A. Adaptatsiia metodov semeistva Electre dlia vkliucheniia v ekspertnuiu sistemu podderzhki priniatiia reshenii. Biznes-informatika, 2015, No. 2(32), pp. 69-78.
6. Kuznetsov M. A., Nguen T. U. N. Ispol'zovanie metodov Electre v zadachakh priniatiia resheniia. Prikaspiiskii zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii, 2010, No. 2, pp. 40-46.

7. Labinskii A. Iu., Kozlov A. A. Priniatie reshenii s pomoshch'iu metoda analiticheskikh setei. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS RF, 2018, No. 4, pp. 24-33.
8. Lovtsov D. A. Problema informatsionnoi bezopasnosti GAS RF "Pravosudie". Rossiiskoe pravosudie, 2012, No. 5, pp. 103-109.
9. Lomazov V. A, Prokushev Ia. E. Kriterii vybora sredstv obespecheniia informatsionnoi bezopasnosti personal'nykh dannykh. Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal, 2016, No. 11, pp. 84-86. DOI: 10.18454/IRJ.2016.53.015.
10. Petrichenko G. S., Naryzhnaia N. Iu., Kritskaia L. M. Metodika vybora sredstv zashchity dlia korporativnoi seti. Nauchnyi zhurnal KubGAU, 2016, No. 121, pp. 121-130. DOI: 10.21515/1990-4665-121-130.
11. Saati T. Otnositel'noe izmerenie i ego obobshchenie v priniatii reshenii. Pochemu parnye sravneniia iavliaiutsia kliuchevymi v matematike dlia izmereniia neosiazaemykh faktorov. Cloud of science, 2016, No. 2, pp. 171-262.
12. Kharitonov S. V., Ulitina E. V., Dik V. V. Primenenie metoda analiza ierarkhii pri soglasovanii rezul'tatov otsenki. Prikladnaia informatika, 2012, No. 6 (42), pp. 108-113.
13. Iakovlichev A. Iu., Mil'man I. E., Piliugin V. V. Ispol'zovanie vizualizatsii pri reshenii diskretnykh mnogokriterial'nykh zadach metodami semeistva Promethee. Nauchnaia vizualizatsiia, 2016, No. 3, pp. 78-94.
14. H. R. Weistroffer, Y. Li, "Multiple criteria decision analysis software", Ch. 29, in: S. Greco, M. Ehrgott, J. Figueira (eds), "Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys Series", Springer: New York, 2016.

ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

*Шепелёва О.Ю., Шепелёв П.Ю., Газуль С.М.**

Ключевые слова: *информационная безопасность, экономическая эффективность, риск-менеджмент, стратегическое корпоративное управление, информационные системы, модель, факторы, оценки.*

Аннотация.

Цель работы: *изучение современных подходов к оценке эффективности информационной безопасности предприятий малого и среднего бизнеса в России и совершенствование научно-методической базы теории оценки эффективности системы стратегического менеджмента информационной безопасности предприятия для повышения стабильности его функционирования и роста конкурентоспособности на основе использования инновационных методов.*

Метод: *предлагается использовать общенаучные методы, в том числе методы математического моделирования, которые на основе результатов статистического анализа выборки предприятий из базы данных Росстата позволяют разработать модель с наиболее значимыми факторами, влияющими на достоверность оценки информационной безопасности предприятия как составляющей части стратегического корпоративного управления.*

Результаты: *в статье оценка эффективности информационной безопасности рассматривается в качестве основополагающей в системе информационного управления стратегическим развитием современного предприятия. На основе многомерного социотехнического подхода проведена оценка эффективности системы менеджмента информационной безопасности российских предприятий. Результаты показали недостаточное развитие мер, связанных с оптимизацией использования информационных ресурсов и управлением рисками именно на уровне стратегического управления, при наличии у предприятий больших возможностей количественного измерения показателей информационной безопасности. Поэтому авторами была разработана модель, которая рассматривает наиболее значимые факторы, влияющие на достоверность оценки информационной безопасности предприятия малого и среднего бизнеса в России как составляющей части стратегического корпоративного управления, и может быть модифицирована в зависимости от его профиля.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-67-74

Введение

Постоянно растущая скорость внедрения информационных технологий во все сферы жизни современного общества, особенно в условиях, вынуждающих компании переходить на удаленный режим работы (по некоторым оценкам, более половины российских компаний перевели своих сотрудников полностью или частично на удаленный режим работы), тесно связана с вопросами обеспечения информационной безопасности (ИБ).

Поэтому эффективная система менеджмента ИБ компании должна быть направлена на минимизацию рисков реализации бизнес-процессов, рост инвестиций и их рентабельности, обеспечение общего уровня конкурентоспособности предприятия на основе анализа процессов её информационных систем и их развитие [1, 11, 12, 17].

* ***Шепелёва Ольга Юрьевна,*** *ассистент кафедры информатики Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация.*

E mail: shepeleva-olga@list.ru

Шепелёв Пётр Юрьевич, *магистрант Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация.*

E mail: peter_sh@mail.ru

Газуль Станислав Михайлович, *кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры информатики Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация.*

E mail: stanislav@gazul.ru

Анализ системы менеджмента предприятия

Интегральным показателем эффективности системы менеджмента информационной безопасности предприятия при этом может выступать оценка времени реакции системы на события:

$$T_{\text{рсИБ}} = \sum_{i=1}^{k} (T_{\text{обнИБ}i} + T_{\text{блокИБ}i} + T_{\text{регИБ}i} + T_{\text{оповИБ}i}),$$

где k — количество атрибутов, подлежащих измерению; $T_{рсИБ}$ — время реакции система менеджмента компании на событие; $T_{обнИБi}$ — время обнаружения события; $T_{блокИБi}$ — время блокирования несанкционированных действий при нарушении информационной безопасности; $T_{регИБi}$ — время регистрации события (ИБ); $T_{оповИБi}$ — время оповещения персонала службы информационной безопасности о выявленном событии.

Динамика $T_{рсИБ}$ позволяет оценить состояние системы в целом и результативность принимаемых мер и средств управления, так как своевременная реакция на событие становится возможной только при качественно налаженном взаимодействии IT-специалистов, риск-менеджеров и сотрудников службы безопасности с сотрудниками, обеспечивающими экономическую и кадровую безопасность, согласно предлагаемому процессу (рис. 1).

Хотя широкое использование информационных технологий и переход России к цифровой экономике [9, 10] позволяют говорить о серьезном увеличении объемов перерабатываемой информации [16], стоит заметить, что развиваются и формы несанкционированного доступа [6] к информационным ресурсам фирм, которые увеличивают риск потери капитала, репутации и всего бизнеса. Поэтому количественное измерение *эффективности* подсистемы информационной безопасности предприятия как элемента системы его стратегического управления является актуальной задачей для научного исследования.

Кроме этого, важно понимать, что из-за сложности и многомерности системы с огромным объемом данных, требующих постоянного обновления, менеджеры по ИБ часто перегружены и не могут самостоятельно разработать эффективные показатели оценки системы в целом, сосредотачиваясь в основном на реализации технических целей и контроле их достижения, в то время как лишь немногие компании разрабатывают комплексные многомерные оценки, и еще меньшее число систематически и непрерывно используют их в измерении собственных позиций информационной безопасности [14].

Здесь важно заметить, что ни одна система безопасности не способна дать 100%-ную гарантию защищенности [7] коммерческой информации. Но именно многоуровневая комплексная система защиты данных однозначно эффективнее в сравнении с применением отдельных методов обеспечения информационной безопасности, разделяемых на технические, административные, правовые, физические.

Стремительно растущий рынок информационной безопасности в России подтверждает ее востребованность в современных условиях (рис. 2), и ИБ должна быть включена в перечень целей стратегического управления каждым коммерческим предприятием вне зависимости от его размера, а не ограничиваться требованиями технического и организационного характера [15].

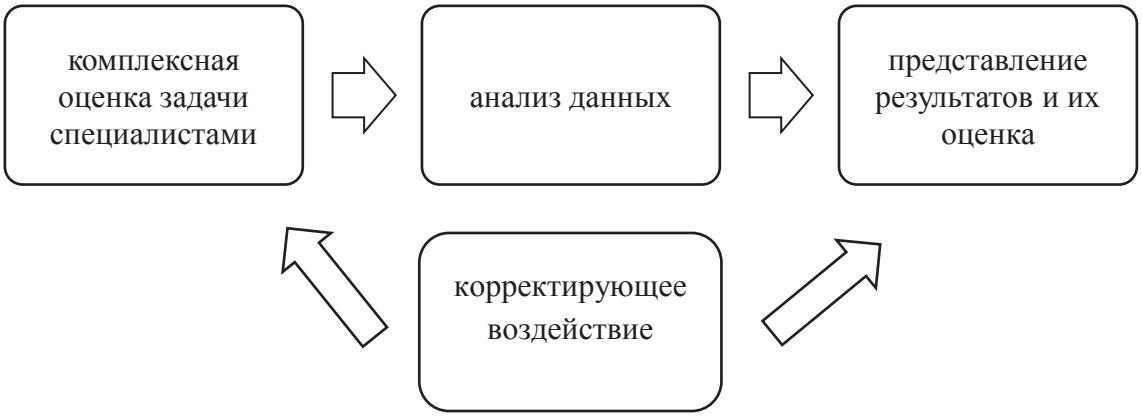


Рис.1. Процесс взаимодействия специалистов на основе непрерывного подхода «планирование-выполнение-проверка»

Около половины хакерских атак на коммерческие предприятия приходится на малый и средний бизнес. Безусловно, финансовые и репутационные потери крупных предприятий от разовых инцидентов могут выглядеть более впечатляюще, однако развиты в области обеспечения информационной безопасности они куда больше, чем малые и средние, реагирующие на необходимость расходов на комплексную оценку защищенности фирмы как на «ненужную» статью, препятствующую, с точки зрения лиц, принимающих решения, адекватному стратегическому развитию. То есть их менеджеры используют менее формализованные про-

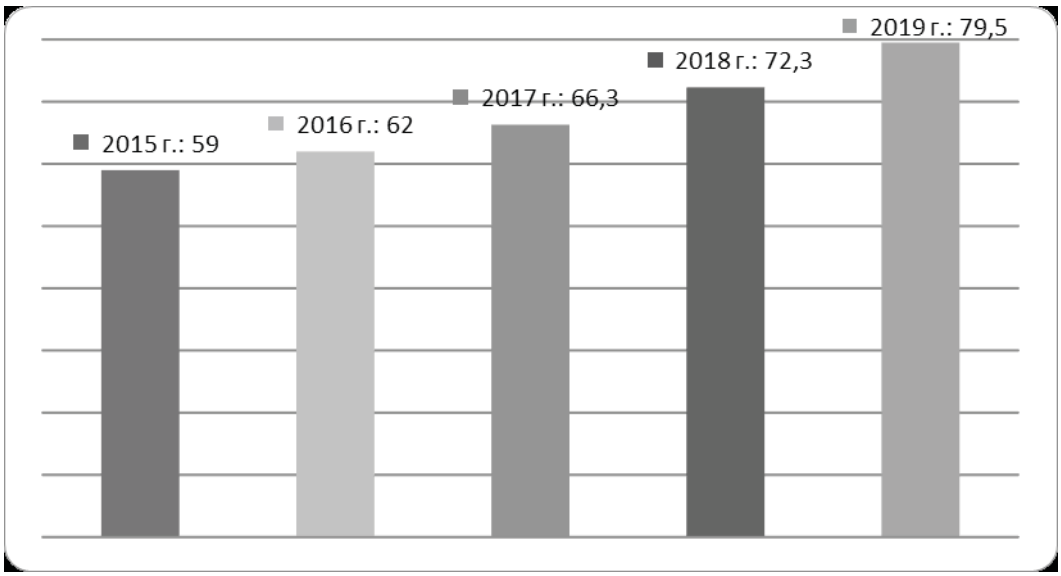


Рис. 2. Объем рынка информационной безопасности в России, млрд руб.

цедуры оценки, а значит, имеют и менее качественную информацию для прогнозирования инцидентов безопасности.

Соответственно, в России важно сосредоточиться на поддержке малого и среднего бизнеса, где ситуация с безопасностью в деловой среде является более критичной и может оказать существенное влияние на общую информационную и экономическую безопасность страны [13]. Здесь стоит обратить внимание еще на один фактор измерения и оценки системы информационной безопасности предприятия как составляющей части стратегического управления его развитием [5], а именно, на установление качественных подходов к измерению в ущерб разработке количественных методов.

Анализ литературы по теме исследования

Для достижения *цели исследования*, необходимо привести результаты литературного обзора. Анализ научных работ российских и зарубежных авторов показал, что в настоящее время разрабатываются *два базовых подхода* к оценке эффективности информационной безопасности:

– с точки зрения оценки рисков и уязвимостей;

– с точки зрения оценки метрик управления в соответствии со стандартами.

В первом случае возникают сложности с динамическим характером угроз [2—4], во втором — с большим количеством и разным характером требований к эффективному, гибкому и устойчивому состоянию системы [5].

Авторское исследование в большей степени базируется на втором подходе и представляет собой оценку возможностей стратегического управления информационной безопасностью предприятия в следующих аспектах: техническая безопасность, управление информационной системой, управление ресурсами, управление уязвимостями и риск-менеджмент, администрирование и управление безопасностью данных, управление непрерывностью бизнес-процессов, по которым экспертами предприятию выставляются оценки.

Предложенный вариант второго подхода требует проведения опроса, эксперимента и оценки уязвимости для анализа трех функциональных областей: люди, бизнес-процессы предприятия и используемые технологии.

Результаты литературного обзора показали, что методология, основанная на фактических данных, на основе всеобъемлющих рамок, позволит принимать более обоснованные и эффективные решения, а значит, существует потребность в разработке обобщенной *модели*, способной выделить наиболее значимые факторы успеха оценки эффективности информационной безопасности предприятия.

Модель

Для разработки инструмента, позволяющего оценить эффективность стратегического управления информационной безопасностью предприятия, использовалась международная стандартизованная среда *COBIT*, в которой показатель эффективности связан с количеством выявленных проблемных ситуаций и основными процессами *ITIL*/*ITSM* — оптимального сочетания людей, процессов и информационных технологий.

Полученные результаты продемонстрировали отрицательную зависимость между несоблюдением требований и наличием недостатков у системы внутреннего контроля с показателями информационной безопасности, тогда как предыдущий опыт организации при возникновении инцидентов с ИБ сказывался положительно.

Существующие модели оценки ИБ предприятия как составляющей части его стратегического корпоративного управления в основном сосредоточены либо на

производительности в конкретных областях, таких как стратегия ИБ, политика ИБ, комплаенс сотрудников, управление уязвимостями, программное обеспечение и др., либо на производительности конкретных секторов экономики. Это влечет за собой проблемы, связанные с отсутствием единой политики информационной безопасности, ограниченным использованием управления рисками и несвоевременным принятием решений в отношении управления уязвимостями и инцидентами ИБ.

Изучение существующих количественных моделей показало, что они основаны преимущественно на оценке управления информационной безопасностью предприятия путем использования опросов и показателей самооценки соответствия отраслевым метрикам, которые не дают общую применимую на практике картину или узко направлены на оценку рисков, результаты которой трудно применимы для стратегического управления развитием предприятия в реальных условиях.

В авторской модели для обеспечения постоянного улучшения результатов измерений используются ключевые показатели эффективности (*KPI*), которые были установлены на основе нормативных требований и международных стандартов информационной безопасности (*ISO*/*IEC* 27*k*, *COBIT* и др.).

Кроме этого, модель обеспечивает представление результатов для облегчения процесса принятия решений, поскольку менеджер получает информацию о конкретных проблемах и общей позиции безопасности в организации, а следовательно, может ставить достижимые цели и выбирать наилучшие альтернативы, своевременно корректируя меры воздействия и оптимально перераспределяя доступные ресурсы.

Модель рассматривает наиболее значимые факторы, влияющие на достоверность оценки информационной безопасности предприятия как составляющей части стратегического корпоративного управления (см. табл. 1).

Таблица 1

Значимые факторы успеха оценки эффективности ИБ предприятия

№ п/п	Название фактора	Описание фактора
1	Физический контроль информационной безопасности	Включает обеспечение мер физической безопасности внутри и за пределами организации посредством ограничения доступа к зданиям и оборудованию, контроля сохранности источников информации, контроля безопасности в прилегающих к объектам защиты районах.
2	Технический контроль информационной безопасности	Заключается в контроле работы информационных систем, выявлении аномалий и предотвращении несанкционированных действий посредством наложения технических ограничений на пользовательские возможности в пределах использования данных, технических средств, приложений и сетей.
3	Управление информационными ресурсами	Состоит в поддержании конфиденциальности и целостности информационных ресурсов на всех стадиях жизненного цикла информации. Включает шифрование, создание резервных копий, безопасное уничтожение данных, организацию защищенного удаленного доступа и др. аспекты.
4	Управление HR (Human resources)	Состоит в проверке компетенций и мотивов всех пользователей, взаимодействующих с информацией временно или на постоянной основе, проведении мероприятий повышения уровня осведомлённости о важности информационной безопасности.
5	Управление информационными рисками и обработка происшествий	Заключается в выявлении, анализе и минимизации рисков информационного характера при соблюдении рационального соотношения между рисками и инвестиционной привлекательностью. Подразумевает реагирование на происшествия и ликвидацию угроз при появлении.
6	Поддержка со стороны руководства	Наибольшая ответственность в вопросах информационной безопасности на предприятии возлагается на руководство, что обязывает его создать качественно организованные условия в текущей и стратегической перспективах. Подразумевается создание механизмов обратной связи между пользователями с целью формирования потребностей.
7	Политика ИБ и комплаенс	Состоит в неразрывности связей между стратегией и политикой управления информационной безопасностью, описании запрещенных действий, учете пользовательских нужд и соблюдении актуальных нормативных актов.
8	Степень зрелости управления безопасностью	Подразумевает необходимость в высокой оценке уровня зрелости управления безопасностью для обеспечения информационной безопасности, что может быть достигнуто за счет функционирования ИБ в форме отдельного бизнес-процесса, и поддержании позитивных настроений среди сотрудников предприятия в отношении политики ИБ.
9	Отношения с третьими лицами	Включает анализ уязвимостей в рамках отношений с партнерами и клиентами, исследования степени развитости в вопросе информационной безопасности. Подразумевает кооперацию между организациями для создания общего информационно-защищенного пространства.
10	Связь с внешней средой	Состоит в необходимости учитывать такие глобальные сферы, как социальная, экономическая и политическая при формировании гибкой системы информационной безопасности.

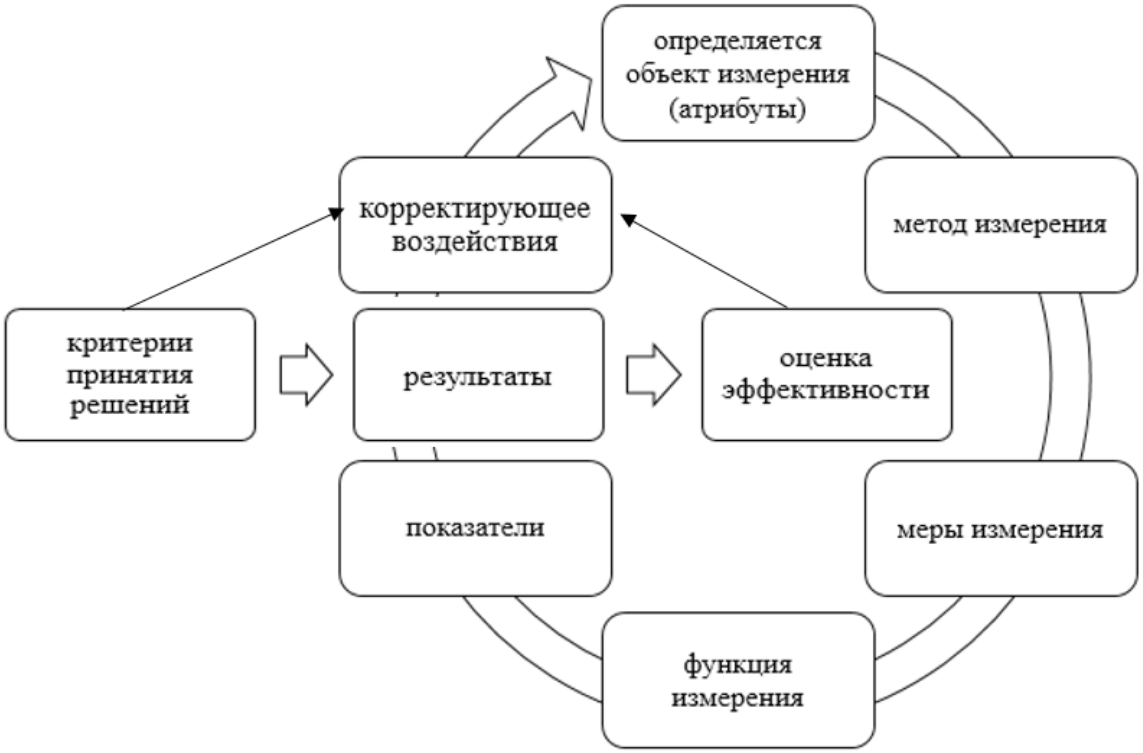


Рис. 3. Модель измерений, проводимых в структуре системы менеджмента информационной безопасности предприятия

Количество включаемых в модель элементов (см. таблицу) может быть увеличено в зависимости от предметной области применения модели, рыночной конъюнктуры и других внешних факторов, однако результаты авторского анализа практической литературы по данному направлению показывают, что выбранные в таблице факторы являются наиболее значимыми для учёта.

Её использование позволяет оценить уровень ИБ предприятия с трех сторон: технической, организационной и социальной. В соответствии с данными факторами специалисты оценивают текущий уровень информационной безопасности на предприятии и представляют результаты работы руководству, после чего анализируется разрыв актуальных и требуемых уровней факторов и принимается решение о реализации действий по устранению разрывов и внесению изменений в систему оцениваемых показателей.

На базе разработанной модели создается система измерений, для которых разрабатываются и вводятся конструктивные значения, исходя из потребностей достижения значимого фактора ИБ предприятия (рис. 3).

Они позволяют исследовать взаимное влияние показателей качества объектов измерений при сборе данных датчиками на информационную потребность, получать воспроизводимые, объективные и пригодные результаты для своевременного принятия управленческого решения.

Заключение

Таким образом, рассмотрен процесс многофакторного анализа [8] информационной безопасности для предприятий малого и среднего бизнеса путем представления модели, позволяющей оценить технические, организационные и социальные аспекты.

Представляется целесообразным прийти к пониманию, что существенное негативное воздействие на ИБ оказывают информационные риски и некомпетентность в управлении ими. Использование представленной авторами модели позволит не просто выяснить текущий уровень информационной безопасности на российских малых и средних предприятиях, а будет способствовать устранению уязвимостей в корпоративных информационных системах посредством реализации таких действий, как:

– отслеживание современных тенденций и трендов на рынке ИБ;

– создание и поддержание функционирующей системы управления безопасностью;

– управление качеством;

– четкое распределение ответственности между ролями, задействованными в обеспечении информационной безопасности;

– тотальное осведомление пользователей о важности ИБ;

– внедрение ИБ в перечень стратегических целей;

– непрерывное наблюдение за процессами и результатами деятельности;

– создание и поддержка системы для коммуникаций между пользователями.

Для этого предлагается:

– учитывать в стратегии развития предприятия потребность в обеспечении независимости управления его информационной безопасностью наряду с потребностью непрерывного управления качеством;

– четко регламентировать ответственных за информационную безопасность и культуру, их контроль и развитие;

– наряду с целью обеспечения эффективности бизнес-процессов, ставить цель обеспечения информационной безопасности предприятия, осуществлять её непрерывный мониторинг и контроль, обеспечивать координацию между сотрудниками, понимание целей и задач, взаимозависимости стратегии безопасности и целей организации.

Литература

1. Вертакова Ю. В., Плотников В. А. Развитие тенденций мирового кризиса под влиянием пандемии COVID-19 // Экономика коронакризиса: вызовы и решения: Сб. науч. тр. (27 апреля 2020 г.) / ИПУ РАН / Под ред. Р. М. Нижегородцева. М. : НИПКЦ-Восход-А, 2020. С. 32—35.
2. Зобнин А. Д., Кияев В. И. Биометрические технологии как механизм обеспечения информационной безопасности в цифровой экономике // Hypothesis. 2020. № 2 (11). С. 11—16.
3. Карцхия А. А., Макаренко Г. И., Сергин М. Ю. Современные тренды киберугроз и трансформация понятия кибербезопасности в условиях цифровизации системы права // Вопросы кибербезопасности. 2019. № 3 (31). С. 18—23.
4. Кияев В. И., Дятлов К. А. Использование IOT-технологий для мониторинговых систем в хозяйственной деятельности // Hypothesis. 2020. № 2 (11). С. 17—25.
5. Кияев В. И. Мультиагентные технологии в системах мониторинга и управления // Актуальные вопросы развития современной науки: теория и практика: Тр. XLI науч. конференции (1 марта — 30 апреля 2019 г.) / СПбГЭУ. СПб. : СПбГЭУ, 2019. С. 17—20.
6. Ловцов Д. А. Информационная безопасность эргасистем: нетрадиционные угрозы, методы, модели // Информация и космос. 2009. № 4. С. 100—105.
7. Ловцов Д. А. Проблема гарантированного обеспечения информационной безопасности крупномасштабных автоматизированных систем // Правовая информатика. 2017. № 3. С. 66—74. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-3-66-74.
8. Минаков В. Ф., Шепелёва О. Ю., Лобанов О. С. Многофакторная модель обеспечения безопасности конфиденциальных данных / Правовая информатика. 2020. № 1. С. 40—46. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-40-46.
9. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Шепелёва О. Ю. Модель конвергенции в цифровой экономике // Информатика: проблемы, методы, технологии: Тр. XX Междунар. науч.-метод. конф. (13—14 февраля 2020 г.) / ВорГУ. Воронеж : Вэлборн, 2020. С. 1504—1509.
10. Минаков В. Ф. Конвергенция и дивергенция в экономике: волновая природа // Информационные приоритеты и экономические ориентиры социального развития регионов России: Тр. Всеросс. науч.-практ. конф. (28—29 мая 2020 г.) / СтГАУ. Ставрополь : Агрус, 2020. С. 303—309.
11. Плотников В. А. Перспективы трансформации социально-экономической системы под воздействием цифровизации // Современное состояние экономических систем: экономика и управление: Тр. II Междунар. науч. конф. (23—24 марта 2020 г.) / ТГУ. Тверь : СФК-офис, 2020. С. 6—11.
12. Плотников В. А. Экономические системы как объект изучения в цифровую эпоху // Социально-экономическое развитие в условиях цифрового общества: Тр. IX Национ. науч.-прак. конф. Института магистратуры с международным участием (20—21 апреля 2020 г.) / СПбГЭУ. СПб. : СПбГЭУ, 2020. С. 113—118.
13. Трофимов В. В., Трофимова Л. А. Информационная безопасность в концепции национальной системы управления данными // Национальная безопасность России: актуальные аспекты: Тр. Всеросс. науч.-прак. конф. (30 июля 2019 г.) / ГНИИ «Нацразвитие». СПб. : ГНИИ «Нацразвитие», 2019. С. 14—19.
14. Barabanov A.V., Markov A.S., Tsirlov V.L. Tendencies in international evaluation of it-products for compliance with information safety requirements // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support. Proceedings of the 5th All-Russian Conference (15-16 May 2017) / УГАТУ. Уфа : УГАТУ, 2017. С. 111—114.
15. Barabanov A.V., Markov A.S., Tsirlov V.L. Methodological issues related to the evaluation of the communication networks equipment conformity to the information security requirements // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support. Proceedings of the 5th All-Russian Conference (15-16 May 2017) / УГАТУ. Уфа : УГАТУ, 2017. С. 105—110.
16. Vertakova Y., Plotnikov V., Babich T. Conceptual framework of state economic policy in the technological and social transformation conditions // E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 11016.

17. Pirogova O., Plotnikov V. Management of enterprise development based on adaptive value model in digital conditions // E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 10024.

Рецензент: ***Марков Алексей Сергеевич,*** *доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор МГТУ им. Н.Э.Баумана, г. Москва, Россия.*
E-mail: a.markov@bmstu.ru

ENTERPRISE INFORMATION SECURITY ASSESSMENT AS A PART OF STRATEGIC CORPORATE GOVERNANCE

Ol'ga Shepeleva, *Assistant Professor at the Department of Informatics of the Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russian Federation.*
E-mail: *shepeleva-olga@list.ru*

Petr Shepelev, *master's student at the Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russian Federation.*
E-mail: *peter_sh@mail.ru*

Stanislav Gazul', *Ph.D. (Economics), Senior Lecturer at the Department of Informatics of the Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russian Federation.*
E-mail: *stanislav@gazul.ru*

Keywords: *information security, economic efficiency, risk management, strategic corporate governance, information systems, model, factors, assessments.*

Abstract.

Purpose of the work: *studying modern approaches to assessing the efficiency of information security of small and medium-sized businesses in Russia and improving the methodological basis of the theory of assessing the efficiency of enterprise information security strategic management system with a view to increasing the stability of its functioning and raising its competitiveness based on the use of innovative methods.*

Methods used: *it is proposed to use general scientific methods, including mathematical modelling ones which allow, based on the results of a statistical analysis of a sample of businesses taken from the Federal Government Statistics Service database, to develop a model using the most significant factors impacting the reliability of assessment of enterprise information security as a component of strategic corporate governance.*

Results obtained: *in the paper, assessing the efficiency of information security is considered fundamental for the system of information management of the strategic development of a modern enterprise. Based on the multidimensional social-cum-technical approach, an assessment of efficiency of the information security management system of Russian enterprises was carried out. The results show an underdevelopment of measures related to the optimisation of using information resources and risk management specifically at the strategic management level, while enterprises have considerable opportunities for quantitatively measuring information security indicators. Therefore the authors developed a model which considers the most significant factors impacting the reliability of assessment of information security of a small and medium-sized business in Russia as a component of strategic corporate governance and can be modified depending on its profile.*

References

1. Vertakova Iu. V., Plotnikov V. A. Razvitie tendentsii mirovogo krizisa pod vliianiem pandemii COVID-19. Ekonomika koronakrizisa: vyzovy i resheniia: Sb. nauch. tr. (27 aprelia 2020 g.). IPU RAN. Pod red. R. M. Nizhegorodtseva. M. : NIPKTs-Voskhod-A, 2020, pp. 32-35.
2. Zobnin A. D., Kiiaev V. I. Biometricheskie tekhnologii kak mekhanizm obespecheniia informatsionnoi bezopasnosti v tsifrovoi ekonomike. Hypothesis, 2020, No. 2 (11), pp. 11-16.
3. Kartskhiia A. A., Makarenko G. I., Sergin M. Iu. Sovremennye trendy kiberugroz i transformatsiia poniatiia kiberbezopasnosti v usloviiakh tsifrovizatsii sistemy prava. Voprosy kiberbezopasnosti, 2019, No. 3 (31), pp. 18-23.
4. Kiiaev V. I., Diatlov K. A. Ispol'zovanie IOT-tekhnologii dlia monitoringovykh sistem v khoziaistvennoi deiatel'nosti. Hypothesis, 2020, No. 2 (11), pp. 17-25.

5. Kiiaev V. I. Mul'tiagentnye tekhnologii v sistemakh monitoringa i upravleniia. Aktual'nye voprosy razvitiia sovremennoi nauki: teoriia i praktika: Tr. XLI nauch. konferentsii (1 marta -– 30 aprelia 2019 g.). SPbGEU. SPb. : SPbGEU, 2019, pp. 17-20.
6. Lovtsov D. A. Informatsionnaia bezopasnost' ergasistem: netraditsionnye ugrozy, metody, modeli. Informatsiia i kosmos, 2009, No. 4, pp. 100-105.
7. Lovtsov D. A. Problema garantirovannogo obespecheniia informatsionnoi bezopasnosti krupnomasshtabnykh avtomatizirovannykh sistem. Pravovaia informatika, 2017, No. 3, pp. 66-74. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-3-66-74.
8. Minakov V. F., Shepeleva O. Iu., Lobanov O. S. Mnogofaktornaia model' obespecheniia bezopasnosti konfidentsial'nykh dannykh. Pravovaia informatika, 2020, No. 1, pp. 40-46. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-40-46.
9. Minakov V. F., Minakova T. E., Shepeleva O. Iu. Model' konvergentsii v tsifrovoi ekonomike. Informatika: problemy, metody, tekhnologii: Tr. XX Mezhdunar. nauch.-metod. konf. (13-14 fevralia 2020 g.). VorGU. Voronezh : Velborn, 2020, pp. 1504-1509.
10. Minakov V. F. Konvergentsiia i divergentsiia v ekonomike: volnovaia priroda. Informatsionnye prioritety i ekonomicheskie orientiry sotsial'nogo razvitiia regionov Rossii: Tr. Vseross. nauch.-prakt. konf. (28-29 maia 2020 g.). StGAU. Stavropol' : Agrus, 2020, pp. 303-309.
11. Plotnikov V. A. Perspektivy transformatsii sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy pod vozdeistviem tsifrovizatsii. Sovremennoe sostoianie ekonomicheskikh sistem: ekonomika i upravlenie: Tr. II Mezhdunar. nauch. konf. (23-24 marta 2020 g.). TGU. Tver' : SFK-ofis, 2020, pp. 6-11.
12. Plotnikov V. A. Ekonomicheskie sistemy kak ob"ekt izucheniia v tsifrovuiu epokhu. Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie v usloviiakh tsifrovogo obshchestva: Tr. IX Natsion. nauch.-prak. konf. Instituta magistratury s mezhdunarodnym uchastiem (20-21 aprelia 2020 g.). SPbGEU. SPb. : SPbGEU, 2020, pp. 113-118.
13. Trofimov V. V., Trofimova L. A. Informatsionnaia bezopasnost' v kontseptsii natsional'noi sistemy upravleniia dannymi. Natsional'naia bezopasnost' Rossii: aktual'nye aspekty: Tr. Vseross. nauch.-prak. konf. (30 iiulia 2019 g.). GNII "Natsrazvitie". SPb. : GNII "Natsrazvitie", 2019, pp. 14-19.
14. Barabanov A.V., Markov A.S., Tsirlov V.L. Tendencies in international evaluation of it-products for compliance with information safety requirements. Information Technologies for Intelligent Decision Making Support. Proceedings of the 5th All-Russian Conference (15-16 May 2017). UGATU. Ufa : UGATU, 2017, pp. 111-114.
15. Barabanov A.V., Markov A.S., Tsirlov V.L. Methodological issues related to the evaluation of the communication networks equipment conformity to the information security requirements. Information Technologies for Intelligent Decision Making Support. Proceedings of the 5th All-Russian Conference (15-16 May 2017). UGATU. Ufa : UGATU, 2017, pp. 105-110.
16. Vertakova Y., Plotnikov V., Babich T. Conceptual framework of state economic policy in the technological and social transformation conditions. E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. P. 11016.
17. Pirogova O., Plotnikov V. Management of enterprise development based on adaptive value model in digital conditions. E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. P. 10024.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ДЛЯ ВЫПУСКА НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ

*Макаренко Г.И.**

***Ключевые слова**: ранжирование, наукометрия, перечень ВАК, структура статей, DOI, импакт-фактор, индекс Хирша, библиотека Elibrary.*

Аннотация.

***Цель статьи** — выработка предложений по срочной оценке соответствия научного журнала требованиям Высшей аттестационной комиссии путем регулярного мониторинга достигнутых основных показателей каждого номера журнала.*

***Методологическую основу** исследования составили компаративный анализ, формально-правовой и статистический методы.*

***Результат:** во взаимосвязи с принятыми в научной периодике методами ранжирования предложено оценивать каждый очередной номер журнала по 26 параметрам, каждый из которых имеет собственную экспертную оценку, что позволит редакциям оперативно влиять через формализацию представления и на содержание научных статей, а также обеспечивать международную доступность к российским публикациям. Предложено также создать единую государственную систему регистрации и учета научных журналов.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-75-82

Состояние с научными журналами в Российской Федерации на протяжении последних лет по-прежнему неопределенно. Предпринятая в 2015 году успешная попытка ВАК сформировать новый Перечень изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, ориентированный на существующую в 2015 г. Номенклатуру научных специальностей, была подобно глотку свежего воздуха, но продлилась всего лишь пять лет, что для редакции научного журнала, планировавшего добиться включения журнала по определенным специальностям в Перечень ВАК, недостаточно — как раз к концу пятилетнего срока редакция выполняет все требования ВАК, набирает высококвалифицированную редколлегию, а вот тут эти требования и готовятся изменить.

Теперь речь идет уже о пересмотре всей Номенклатуры научных специальностей, а в связи с этим и тематики выпускаемых научных изданий. Поскольку в момент подготовки настоящей статьи это кажется неизбежным, самое время задуматься о разработке критериев оценки выпускаемой научной периодики, то есть о создании системы ранжирования научных журналов.

Система ранжирования изданий необходима как Министерству науки и высшего образования, так и авторам научных публикаций.

Министерство науки и высшего образования нуждается в ранжировании для определения оптимального количества научных журналов в стране по каждой научной специальности.

Авторам научных публикаций информация о ранжировании необходима, так как они стремятся разместить свои работы в наиболее авторитетных журналах, авторитет которого каждый определяет по-своему: объективных интегрированных общедоступных показателей пока не существует; основным знаком качества является включение журнала в Перечень ВАК, который очень важен для диссертантов.

В работе [1] представлено предложение Емелина Н.М.[1] о выполнении ранжирования журналов, а в работах [2, 3] излагается методика и алгоритм проведения экспертизы рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, включающий два этапа: подготовка для экспертных советов информационных материалов по журналам и оценка журналов экспертными советами.

Емелин Н.М. любезно прислал нам таблицу, содержащую по его алгоритму «Результаты ранжирования научных изданий по библиометрическим показателям по научной специальности «12.00.01 — Теория и исто-

[1] **Емелин Николай Михайлович**, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Госметодцентр», Москва, Россия.
E-mail: nme47@mail.ru

* ***Макаренко Григорий Иванович,** шеф-редактор научных журналов ФБУ «Научный центр правовой информации при Минюсте России», Москва, Россия.*
E-mail: t7920518@yandex.ru

Таблица 1

Среднее количество защит диссертаций в год за 2016-2018 г.	Количе-ство изданий	показатель журналов / защит в среднем	3 квартиль (75%) для показателя количество изданий / сред. количество защит в год	Количество избыточных журналов по 75% (3 квартиль)	2 квартиль (50%) для показателя «количество изданий / ср. кол-во защит в год»	Количество избыточных журналов по 50% (2 квартилю, медиане)
62	177	2,84	2,77	4	1,29	97

рия права и государства; история учений о праве и государстве», юридические науки по данным 2018 года». Нас это особенно заинтересовало, так как одно из изданий, «Мониторинг правоприменения», выпускается нашей редакцией. (В этой таблице «Мониторинг правоприменения» занимает 39 место из 173 изданий.)

Ранжирование выполняется по 6 показателям и имеет своей целью определить, «какое же количество журналов целесообразно иметь по каждой научной специальности и как отобрать наиболее сильные журналы по каждой научной специальности» [1].

Авторы выбрали следующие показатели, которые ежегодно определяются в РИНЦ:

- Двухлетний импакт-фактор РИНЦ;
- Двухлетний импакт-фактор по ядру РИНЦ:
- Пятилетний импакт-фактор РИНЦ:
- Пятилетний импакт-фактор по ядру РИНЦ;
- Пятилетний индекс Херфиндаля по цитируемым журналам;
- Десятилетний индекс Хирша

На основании обработки по предложенному ими алгоритму [2, 3] значений названных показателей, к которым добавляется среднее число защит диссертаций за 2018-2018 годы, определяются количество избыточных журналов по 2 квартилю и 3 квартилю (количество изданий / среднее количество защит в год).

По специальности «12.00.01 — Теория и история права и государства; история учений о праве и государстве» на 2018 год избыточными были для изданий 3 квартиля 4 журнала, а для изданий 2 квартиля — 97 журналов.

Для редакций эти результаты интересны, так как они указывают, на какие показатели следует обратить пристальное внимание при развитии нового издания (в полной версии), однако практически это показатели прошедшего года и фактически они обновляются раз в год в сентябре последующего года.

ВАК допускает подавать заявку на включение в Перечень ВАК после выпуска 8 номеров журналов и сроке выпуска журнала в течение 2-х лет. Поэтому для новичков вряд ли достижимы показатели, на которые опираются в расчетах авторы [1—3].

С другой стороны, для редакций научных журналов результаты ранжирования журналов интересны как цель, достижение которой жизненно необходимо для успешности существования. Попадание журнала во второй и третий квартиль списка ранжируемых изданий свидетельствует об успешности работы редакции.

При подаче заявки на включение в Перечень ВАК редакция должна подготовить объемный пакет документов, успешное оформление которого не гарантирует долгожданного положительного решения. Редакции не располагают объективным инструментом оценки своих усилий, подготовка пакета документов по требования ВАК является необходимым условием, но не достаточным, так как решение зависит в значительной степени от экспертного Совета. Да и нет механизма оценки журналов, не входящих в Перечень ВАК.

Включение журнала в Перечень ВАК осуществляется на основе решений экспертных Советов и в значительной степени субъективно; включение журнала в Перечень ВАК значительно повышает статус издания, журнал получает гораздо больше заявок от авторов статей на публикацию и у редакции появляется возможность выбора наиболее качественных публикаций. Однако где субъективизм, там есть злоупотребление.

Более полную оценку статья получает после выхода в свет в виде ссылок других ученых на вышедшую статью.

В ходе каждодневной работы редакции журналов также нуждаются в количественной оценке выпущенных журналов. Сегодня такое ранжирование вольно-невольно осуществляется на основе показателей, например, научной электронной библиотеки Elibrary, большинство которых формируются по итогам предыдущего года.

Это слишком большой временной лаг. Хотелось бы, чтобы большинство показателей качества журнала были доступны уже к следующему номеру издания.

В 2018—2019 гг. в ходе работы в составе инициативной группы над проектом отечественной базы научных изданий[2] Мацкевич И.М.[3] предложил выработать некоторые формальные показатели, которые должны помочь редакциям оценивать каждый вы-

[2] В России отсутствует единая государственная система регистрации и учета научных журналов; база Elibrary или КиберЛенинка не принадлежит государству, ряд российских высоконаучных журналов даже не входят в эти базы, публикуются на английском языке и размещаются в Scopus или иных западных ресурсах.

[3] **Мацкевич Игорь Михайлович**, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой криминологии и уголовно-исполнительского права Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина, Москва, Россия. E-mail: Mackevich2004@mail.ru

Таблица 2

Результаты ранжирования научных изданий по библиометрическим показателям по научной специальности «12.00.01 – Теория и история права и государства; история учений о праве и государстве», юридические науки по данным 2018 года

	Наименование журнала	ISSN	Место в общем рейтинге SCIENCE INDEX за 2018г	Интегр. показатель по 6 показателям	Ранг по 6 показателям
1	Экономическая политика (Economic Policy)	1994-5124	66	54,429	**1**
2	Вопросы государственного и муниципального управления	1999-5431	52	43,346	**2**
3	Журнал российского права	1605-6590	22	30,583	**3**
4	Закон	0869-4400	72	23,756	**4**
5	Государство и право	0132-0769	267	22,013	**5**
6	Сравнительное конституционное обозрение	1812-7126	392	20,198	**6**
7	Вестник Пермского университета. Юридические науки	1995-4190	260	18,143	**7**
8	Сибирский антропологический журнал	2542-1816	0	17,312	**8**
9	Lex russica (Русский закон)	1729-5920	94	14,063	**9**
10	Вестник экономического правосудия Российской Федерации	2500-2643	254	13,229	**10**
11	Российская юстиция	0131-6761	73	12,804	**11**
12	Вестник Томского государственного университета	1561-7793	74	12,239	**12**
13	Антиномии	2686-7206	0	11,539	**13**
14	Алтайский юридический вестник	2307-5309	2379	11,252	**14**
15	Российский юридический журнал	2071-3797	188	10,364	**15**
16	Законы России: опыт, анализ, практика	1992-8041	336	10,085	**16**
17	Труды Института государства и права РАН	2073-4522	725	10,073	**17**
18	Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право	2413-2446 2412-9593	266	9,437	**18**
19	Актуальные проблемы российского права	1994-1471	97	9,313	**19**
20	Научное обозрение. Серия 1. Экономика и право	2076-4650	1801	9,296	**20**

шедший номер журнала, в результате чего были разработаны и оценены показатели, представленные в таблице 3.

Цели у редакции журналов — обеспечить точное и безусловное выполнение всех формализованных требований к статье авторов, что бывает непросто. Редакции надо добиться единого шаблона представления статей, корректного представления аннотации и ключевых слов, полного и правильного описания источников в разделе «Литература».

Рассмотрим подробнее предлагаемые показатели.

Некоторые из этих показателей ранее обсуждались в работах [4, 5,].

Пути развития и критерии оценки российских журналов предлагались в [6].

Каждый показатель в таблице 3 оценивается некоторым количеством баллов. Эта экспертная оценка, она может пересматриваться в соответствии с мнением экспертного сообщества.

- Показатели 1 и 2 на начальном этапе равны нулю. Они могут появиться в некоторый неопределенный момент.
- Показатель DOI оценен сравнительно высоко. Это обосновано тем, что наличие DOI предоставляет международный доступ к статье, имеющей DOI, а также тем, что хотя получить DOI легко, но в российской практике научной периодики это до сих пор не распространено.
- Структура статей. В общем, международная практика требует точного соблюдения всех необходимых сведений об авторе — мы до сих пор сталкиваемся с тем, что реквизиты автора и/или рецензента часто неполные: вместо имени-отчества инициалы, должность и место работы, город и/или электронная почта не указана. Фактически идентифицировать автора невозможно. Кроме того, с учетом обязательности перевода на английский язык триады: «название статьи и

Таблица 2 (продолжение 1 с пропуском позиций)

№	Наименование журнала	ISSN	Место в общем рейтинге SCIENCE INDEX за 2018г	Интегр показатель по 6 показателям	Ранг по 6 показателям
22	Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения / Journal of Foreign Legislation and Comparative Law	1991-3222	1573	8,128	**22**
23	Труды Академии управления МВД России	2072-9391	2197	8,104	**23**
24	Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки. Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences	1997-1370 2313-6014	2776	7,882	**24**
25	Российское правосудие	2072-909X	1892	7,848	**25**
26	Юридический мир	1811-1475	283	7,473	**26**
27	Вопросы безопасности	2409-7543	911	7,311	**27**
28	Психопедагогика в правоохранительных органах	1999-6241	1640	7,295	**28**
29	Академический юридический журнал	1819-0928	1353	7,214	**29**
30	Национальная безопасность/NOTA BENE	2073-8560	1156	6,94	**30**
31	Государственная власть и местное самоуправление	1813-1247	581	6,878	**31**
32	Балтийский гуманитарный журнал	2311-0066	1563	6,858	**32**
33	Теория и практика общественного развития	1815-4964	119	6,804	**33**
34	Общество и право	1727-4125	481	6,398	**34**
35	Юридическая наука и правоохранительная практика	1998-6963	355	6,371	**35**
36	Вестник Арбитражного суда Московского округа	2686-7915	0	6,216	**36**
37	Законодательство	1681-8695	1152	6,139	**37**
38	Московский журнал международного права	0869-0049	2037	6,083	**38**
39	Мониторинг правоприменения	2226-0692	1186	6,079	**39**
40	Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского	1993-1778	351	6,064	**40**
41	Общество: политика, экономика, право	2071-9701	273	5,893	**41**
42	Научно-практический журнал «Вестник Восточно-Сибирского института МВД России»	2312-3184	837	5,846	**42**
43	Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России	2071-8284	1092	5,788	**43**
44	Ленинградский юридический журнал	1813-6230	370	5,683	**44**

автор — ключевые слова — аннотация» и транслитерированной литературы очень важно соблюдать логическую последовательность и не допускать повтора терминов из названия статьи в ключевых словах. Иностранный читатель анализирует именно эти сведения, после ознакомления с ними принимает решение о переводе на родной язык для более полного ознакомления со статьей. Если в разделе ключевых слов повторяются термины из названия, чем часто грешат российские авторы, количество полезной информации уменьшается, а вывод — авторы недостаточно компетентны. Четкая формулировка цели статьи — методы исследования — полученный результат способствует правильному переводу на английский язык и привлечению внимания иностранных ученых.

- Структура аннотации: «цель — метод исследования — результат». Нами в трех журналах с 2017 г. внедрено это требование и установлено, что такая структура статей способствует улучшению качества статей. Особенно это значимо для общественных наук, так как порой авторы могут сформулировать цель работы, но в чем состоит результат работы, неясно. Получается, что автор хочет заявить некоторую цель, но решение предложить не в состоянии. Разумеется, редакция не должна допускать публикации таких работ. В 2017 г. мы

Таблица 2 (продолжение 2 с пропуском позиций)

№	Наименование журнала	ISSN	Место в общем рейтинге SCIENCE INDEX за 2018г	Интегр показатель по 6 показателям	Ранг по 6 показателям
158	Юридический вестник Кубанского государственного университета	2078-5836	3351	0,469	**158**
159	Труды Оренбургского института (филиала) МГЮА	2073-8838	0	0,333	**159**
160	Вестник Московского университета. Серия 26. Государственный аудит	0201-7385	0	-0,035	**160**
161	Известия Юго-Западного государственного университета. Серия История и право	2223-1501	3384	-0,196	**161**
162	Ежегодник российского образовательного законодательства	1997-7549	0	-0,359	**162**
163	Труды Академии МВД Республики Таджикистан	2412-141X	0	-0,498	**163**
164	Транспортное право и безопасность	2500-1868	0	-0,623	**164**
165	Правовая жизнь	2307-5198	3504	-1,317	**165**
166	Гражданин. Выборы. Власть.	2587-6449	0	-1,324	**166**
167	Вестник Уфимского юридического института МВД России	1729-9187	3518	-1,654	**167**
168	Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Юридические науки	2413-1733	0	-1,779	**168**
169	Право: история и современность	2588-0012	0	-2,406	**169**
170	Труды по интеллектуальной собственности	2225-3475	0	-2,445	**170**
171	Международный правовой курьер (International legal Courier)	2311-4525	3472	-2,606	**171**
172	Advances in Law Studies	2409-5087	0	-3,551	**172**
173	Вестник Московского университета. Серия 11. Право	0201-7385 0130-0113	1862	-3,984	**173**

Бежевым цветом выделены научные издания, попавшие в 97 «избыточных» при установке границы по показателю «2 квартиль (50%) (Медиана) для показателя количество изданий / среднее количество защит в год».

внедрили в трех выпускаемых нами журналах[4] требование жесткой структуры статей «цель—метод—результат», что обеспечило прозрачную структуру статей и повысило читаемость статей, особенно юридических.

- Раздел «Литература». Этот раздел должен содержать источники, с которыми автор статьи дискутирует. Как только его не называют: список литературы, библиография — а между тем, это разные, хотя и близкие, понятия. В разделе «Литература» можно помещать только те издания, на которые автор ссылается — то есть ведёт дискуссию — в статье, и ссылка эта оформляется в квадратные скобки. ВАК рекомендует ссылаться на источники не старше пяти лет с даты первой публикации. В научной статье не стоит ссылаться на газетные или сомнительные источники. Мы часто встречаем в своей редакционной работе, когда автор ссылается на учебные пособия, на старые источники, на словари — одним словом, на источники, которые любой читатель научного журнала обязан знать в ходе получения образования. С другой крайностью — отсутствие ссылок на источники — по-прежнему приходится сталкиваться с мотивировкой, что статья настолько оригинальна, что дискутировать не с кем. К сожалению, еще ни разу в ходе редакционной деятельности нам не довелось получить этому подтверждения.

[4] *«Вопросы кибербезопасности»* (1-е место в рейтинге РИНЦ по тематике «Общие и комплексные проблемы технических и прикладных наук и отраслей народного хозяйства» по данным за 2019 г.), *«Мониторинг правоприменения»* (39 место среди 177 рецензируемых журналов по методике Емелина Н.М.[1] по специальности «12.00.01 — Теория и история права и государства; история учений о праве и государстве» по данным за 2018 г.) и *«Правовая информатика»*.

Таблица 3

Таблица расчета импакт-фактора журнала (индекс R)

	Наименование показателя	Число баллов	Откуда брать
1	Включён в перечень ВАК	150	сайт Elibrary
2	Включён в международные базы WoS или Scopus	300	сайт Elibrary
3	Импакт-фактор РИНЦ больше N (для каждой специальности значение N свое)	100	сайт Elibrary
4	Статьи имеет DOI, за каждую статью	50	из разметки статьи
5	Структура статей правильная (название, сведения об авторах-ключевые слова-аннотация-Литература)	75	из разметки статьи
6	Статья имеет перевод на английский Название-Автор-Ключевые слова, Аннотация-References транслитерирован на латиницу	20	из разметки статьи
7	Структура аннотации Цель-Метод исследования-Результат соблюдена	30	из разметки статьи
8	Литература по требованиям ВАК (источники не старше 5 лет), за каждый. Если их меньше 5, не начисляется вовсе	10	из разметки статьи
9	Литература имеет работающий DOI, за каждый	20	из разметки статьи
10	Литература на иностранном языке в источниках	50	из разметки статьи
11	Раздел Литература содержит источники не старше 5 лет, входящих в базы WoS или Scopus, за каждый	20	из разметки статьи
12	Сведения об авторах полные (ФИО, ученое звание, степень, должность и место работы, населенный пункт, страна, E-mail)	20	из разметки статьи
13	Доступный сайт	50	из паспорта журнала
14	Английский язык сайта	30	из паспорта журнала
15	Редакционный Совет (редколлегия) входит академик или член-корр. РАН, за каждого	40	из паспорта журнала
16	Редакционный Совет (редколлегия), входит академик или член-корр. отраслевой академии, за каждого	10	из паспорта журнала
17	Редакционный Совет (редколлегия), доктор наук	5	из паспорта журнала
18	Автор статьи, доктор наук без соавторов или все доктора наук	10	из разметки статьи
19	Автор статьи, кандидат наук без соавторов или все соавторы кандидаты наук или доктора наук	5	из разметки статьи
20	Статья на английском языке	50	из разметки статьи
21	Публичная рецензия статей на сайте, за каждую статью	100	сайт журнала
22	Наличие рецензий на монографии	50	из разметки статьи
23	Наличие рецензий на диссертацию	10	из разметки статьи
24	Самоцитируемость	10	из разметки статьи
25	Цитируемость статьи, за каждое цитирование	50	сайт Elibrary
26	Отрицательная цитируемость, за каждое цитирование	-5	сайт Elibrary

Для попадания в международные базы научной информации Web of Science или Scopus, которые высоко ценятся нашим Министерством науки и высшего образования, требуется точный перевод аннотации и тщательное выполнение транслитерации раздела «Литература». Малейшая неточность, и тот или иной источник не будет распознан — распознавание источников производится специальной программой (роботом), вольности и неточности в представлении и транслитерации источников трактуются как отсутствие источника.

Вообще, роль источников весьма высока. По ссылкам на источники, по ссылкам на Вашу статью формируется и вычисляется индекс Хирша, значение которого, с одной стороны, в российской наукометрии сильно преувеличено, что привело к недобросовестному накручиванию этого индекса, а, с другой стороны, зачем публиковать статьи, на которые никто не ссылается?

- Сведения об авторах должны содержать полные данные авторов и обязательно электронную почту — электронная почта является элементом современной научной культуры, удобным средством для ведения научной дискуссии.
- Сайт научного журнала должен содержать все сведения о журнале: редакционной коллегии и редакционном Совете, учредителе, требования к авторам и подаваемой статьи.
- Остальные показатели, в общем, очевидны и не требуют пояснения. Поясним только, почему предлагается давать сравнительно высокие оценки за публичные оценки каждой статьи и за рецензию на монографию. Здесь мы исходили из той логики, что опубликованная рецензия существенно повышает интерес к предмету рецензии; в современном мире нужен некий «путеводитель» по миру научной периодики, который подсказывает читателю о наиболее интересных и важных публикациях.
- Надо сказать несколько слово об оценках за цитируемость. Каждое цитирование повышает интерес к предмету цитирования — тут та же логика, что и выше. Игорем Михайловичем Мацкевичем было предложено ввести нулевую или отрицательную оценку за цитирование неверного результата (вывода, предложения), так как, давая отрицательную оценку некоторому автору, мы можем получить многочисленное цитирование неверного результата, подчас большего, чем хороший результат. Правда, пока неясно, как автоматизировать этот процесс.

Заключение

На сегодняшний день не существует больших проблем автоматизировать процесс обработки и вычисления импакт-фактора R каждого номера журнала; для размещения рецензируемых журналов в Elibrary все равно приходится делать разметку всех статей. Идеи по информационной поддержке производства научных изданий рассматривались в [7].

Для повышения уровня научных журналов, которые, независимо от формы собственности учредителя, являются российским достоянием, было бы правильно:

1. Создать при Миннауке агентство или иную структуру, обязанностью которой было бы создание и ведение единой государственной системы регистрации и учета научных журналов — как входящих в Перечень ВАК, так и не входящих[5].
2. Выработать единые правила представления научных журналов, которые сегодня предлагаются как отдельными авторами, так и различными ассоциациями научных редакторов и издателей.
3. Выработать единую позицию совместно с Книжной Палатой по доработке Закона об обязательном экземпляре; в действующей редакции установлено, что журналы должны представлять в Книжную Палату 16 обязательных экземпляров бесплатно, а авторефератов диссертаций и диссертаций в виде научных докладов — 9 экземпляров. Чем они отличаются с точки зрения научной значимости, неясно. Кроме того, сегодня все издания имеют и электронную форму. Было бы целесообразно в качестве обязательного экземпляра представлять также и электронную форму изданий в печатной форме, как это сделано для изданий в электронной форме, а количество бесплатных обязательных экземпляров научной периодики и других научных изданий в печатной форме сократить до трех, чтобы уменьшить затраты как на производство, так и на хранение.

Литература

1. Емелин Н. М. Экспертиза рецензируемых журналов: зачем она нужна // Известия Института инженерной физики. 2020. № 4. С. 98—100.
2. Емелин Н.М., Аляева Ю.В. Алгоритм оценки достаточности журналов, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий // Известия Института инженерной физики. 2019. № 4(54). С. 98—100.
3. Аляева Ю.В., Емелин Н.М. Метод определения рационального количества научных изданий при формировании Перечня рецензируемых научных изданий // Известия Института инженерной физики. 2020. № 1(55). С. 92—96.

[5] Здесь можно было бы использовать опыт Министерства юстиции РФ, где хранятся миллионы нормативно-правовых актов, и, частности, его федерального бюджетного учреждения «Научный центр правовой информации при Минюсте России» (www.scli.ru).

4. Макаренко Г.И. Современные требования к научным статьям // Мониторинг правоприменения. 2017. № 1(22). С. 62—65. DOI: 10.21681/2226-0692-2017-1-62-65 .
5. Пруглова М.Н. Некоторые рекомендации по опубликованию материалов в международных базах Scopus и Web of Science // Актуальные проблемы российского права. 2014. № 12. С. 2948—2952.
6. Кириллова О.В., Кузнецов А.Ю., Диментов А.В., Лебедев В.В., Шварцман М.Е. Категории и критерии оценки российских журналов и программы их развития // Научная периодика: проблемы и решения. 2014. № 5 (23). С. 20—34.
7. Боргест Н.М. Информационная поддержка издательской деятельности на примере выпуска научного журнала «Онтология проектирования» // В сборнике: Информационные технологии и системы, труды Пятой Международной научной конференции. ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет»; Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»; ИСА РАН ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»; ФГБОУ ВПО «Уральский федеральный университет». 2016. С. 72—75.

Рецензент: ***Запольский Сергей Васильевич,*** *доктор юридических наук, профессор, заслуженный юрист Российской Федерации, Главный научный сотрудник Института государства и права Российской академии наук, Российская Федерация, г. Москва.*
E-mail: zpmoscow@mail.ru

INFORMATION SUPPORT FOR PUBLISHING ACADEMIC JOURNALS

Grigoriy Makarenko, *executive editor of academic journals of the Federal State-Funded Institution "Scientific Centre for Legal Information under the Ministry of Justice of Russia", Moscow, Russian Federation.*
E-mail: *t7920518@yandex.ru*

Keywords: *ranking, scientometrics, Higher Attestation Commission list, structure of papers, DOI, impact factor, Hirsch index, Elibrary library.*

Abstract.
Purpose of the paper: *working out proposals for promptly assessing the compliance of scientific journals with the requirements of the Higher Attestation Commission using regular monitoring of key achieved indicators for each journal issue.*
Methodological basis of the study: *comparative analysis, formal legal and statistical methods.*
Results obtained: *considering established methods used for ranking academic periodicals, it is proposed to assess each journal issue by 26 parameters, each of which having its own expert evaluation, which will allow editorial boards to promptly impact the content of academic papers through presentation formalisation as well as to ensure international accessibility of Russian publications. It is also proposed to create a single government system for registration and inventory management of academic journals.*

References

1. Emelin N. M. Ekspertiza retsenziruemykh zhurnalov: zachem ona nuzhna. Izvestiia Instituta inzhenernoi fiziki, 2020, No. 4, pp. 98-100.
2. Emelin N.M., Aliaeva Iu.V. Algoritm otsenki dostatochnosti zhurnalov, vkhodiashchikh v Perechen' retsenziruemykh nauchnykh izdanii. Izvestiia Instituta inzhenernoi fiziki, 2019, No. 4(54), pp. 98-100.
3. Aliaeva Iu.V., Emelin N.M. Metod opredeleniia ratsional'nogo kolichestva nauchnykh izdanii pri formirovanii Perechnia retsenziruemykh nauchnykh izdanii. Izvestiia Instituta inzhenernoi fiziki, 2020, No. 1(55), pp. 92-96.
4. Makarenko G.I. Sovremennye trebovaniia k nauchnym stat'iam. Monitoring pravoprimeneniia, 2017, No. 1(22), pp. 62-65. DOI: 10.21681/2226-0692-2017-1-62-65 .
5. Pruglova M.N. Nekotorye rekomendatsii po opublikovaniiu materialov v mezhdunarodnykh bazakh Scopus i Web of Science. Aktual'nye problemy rossiiskogo prava, 2014, No. 12, pp. 2948-2952.
6. Kirillova O.V., Kuznetsov A.Iu., Dimentov A.V., Lebedev V.V., Shvartsman M.E. Kategorii i kriterii otsenki rossiiskikh zhurnalov i programmy ikh razvitiia. Nauchnaia periodika: problemy i resheniia, 2014, No. 5 (23), pp. 20-34.
7. Borgest N.M. Informatsionnaia podderzhka izdatel'skoi deiatel'nosti na primere vypuska nauchnogo zhurnala "Ontologiia proektirovaniia". V sbornike: Informatsionnye tekhnologii i sistemy, trudy Piatoi Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. FGBOU VPO "Cheliabinskii gosudarstvennyi universitet", Federal'nyi issledovatel'skii tsentr "Informatika i upravlenie", ISA RAN FGBOU VPO "Ufimskii gosudarstvennyi aviatsionnyi tekhnicheskii universitet", FGBOU VPO "Ural'skii federal'nyi universitet", 2016, pp. 72-75.