СТРУКТУРИЗАЦИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Бурый А.С.[1]

Ключевые слова: *мониторинг, информационно-коммуникационная технология, предметная область, интеграция данных и знаний, наблюдаемость данных, классификаторы.*

Аннотация

Цель работы: совершенствование научной и методической базы при разработке концепции формирования элементов информационной среды для предметной области исследования путем мониторинга информационных ресурсов для поддержания актуальности объектов правоотношений.

Методы: комплексное использование системного и сравнительного анализа, концептуально-логическое моделирование, формально-логическая разработка и обоснование структур построения распределенных информационных систем.

Результаты: предложен концептуальный подход к формированию объектов классификации на основе мониторинга информационных ресурсов заданной предметной области в рамках государственных информационных систем; исследовано взаимодействие киберфизической и социальной среды на уровнях переработки данных, информационного анализа и выявления знаний в целях получения интегрированных информационных структур и выявления синергетических свойств информационных систем; сформулирован тезис о тенденции сближения киберфизических и социальных процессов, для структурирования и анализа которых целесообразно использовать проблемно-ориентированный вариант комплексного «информационно-кибернетически-синергетического» подхода (ИКС-подхода) в парадигме технологий цифровой трансформации.

DOI: 10.21681/1994-1404-2023-1-52-61

Введение

Набирающая темпы цифровая трансформация (ЦТ) полностью форматирует облик современного общества. В основе ЦТ лежат четыре прорывных *технологии*: облачные вычисления, большие данные, Интернет вещей и искусственный интеллект (ИИ). Возможность получения больших объемов данных заставила по-новому посмотреть на их применение, хранение, переработку. Это тесно связано с разработкой и внедрением новых методов и алгоритмов на основе процедур ИИ в системах поддержки принятия решений, поиска информации [13], государственных информационных системах (ИС) [5], многочисленных автоматизированных информационных системах (АИС) городских служб [8, 9] и др. Традиционно каждая АИС опирается на разработанную базу данных и знаний (БДЗ). Однако в условиях интенсивного информационного взаимодействия в масштабе городской инфраструктуры возникает проблема интеграции ряда ИС, построенных под конкретные предметные области (здравоохранение, образование, науку, транспорт и др.).

Масштабная автоматизация различных сфер деятельности как в рамках определенных *предметных областей исследования* (ПОИ), так и в интегрированных сущностях требует формирования соответствующих БДЗ, что представляет собой довольно трудоемкий процесс, требующий определенных экспертных навыков [11], разработки моделей интеграции данных и систем управления данными [13].

Интеграция данных и знаний представляет собой наиболее динамично развивающееся направление современных информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), связанное с обеспечением интероперабельности АИС [3, 20].

Результатом интеграции могут выступать новые цифровые пространства научных знаний, требующие структуризации и формализации в соответствии с направленностью исследований [2]. Большинство информационных процессов, технологий, коммуникаций, необходимых ресурсов, а, следовательно, и БДЗ, ориентированы на определенные ПОИ и находятся в постоянном развитии, связанном с подключением новых

[1] ***Бурый Алексей Сергеевич,*** *доктор технических наук, эксперт Российской академии наук, директор департамента ФГБУ «Российский институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: a.s.burij@gostinfo.ru

данных, разработкой дополнительных сервисных приложений, оптимизацией структуры и другими процессами. Повсеместное увлечение термином «умный» (город, дом, парковка, вещи и др.) не всегда оказывается уместным, так как автоматизация одной-двух функций в системе управления любого уровня лишь с большой долей условности позволяет отнести технологию в разряд «умной». Однако нельзя не упомянуть об активной тенденции в представлении инфосферы общества [16, 19] как *умного пространства* или некоторой киберфизической среды, в которой человеко-машинное взаимодействие благодаря развитию и внедрению ИКТ и технологий ИИ [22, 23] обеспечивает создание распределенных, хорошо скоординированных интеллектуальных экосистем[2].

Примером динамично развивающихся умных пространств являются умные города [8, 9], в которых на основе интеллектуальных технологических шаблонов формируется городская инфраструктура, деловые, образовательные, научные узлы (ядра, площадки, подсистемы) коммуникационной среды.

Обеспеченность АИС различного уровня согласованными стандартизированными данными является залогом эффективности ИКТ. С этой целью осуществляется мониторинг как технических систем, так и данных (измерительной информации при решении задач контроля и управления сложными динамическими объектами [17, 18, 24], организационно-техническими структурами городской среды [8, 9], нормативного и правового сопровождения в ряде областей социальной сферы [10, 15, 16] и др.).

Мониторинг в информационно-телекоммуникационной среде, учитывая возрастающую роль АИС и процессов ЦТ, актуален как никогда. При этом это не только своевременное оповещение о проблемах в сетевой инфраструктуре, но и получение прогнозных оценок о состоянии и качестве организации хранилищ данных [1, 14]. Усложнение объектов контроля, функционирование которых осуществляется часто в конфликтной среде, включая сетевые, противоборствующие и даже враждебные факторы, приводит к необходимости организации когнитивного мониторинга объектов, основанного на процедурах адаптации, методах самообучения, машинной перестройки моделей и интеллектуальной поддержки [14].

Предметной *целью* предлагаемого исследования является развитие концептуального подхода к формированию элементов информационной среды предметной области исследования, представляемой как объединение физического, кибернетического и социального пространства путем мониторинга информационных ресурсов с целью поддержания актуальности объектов правоотношений для поддержки действующих государственных АИС.

Киберфизический и социальный контекст данных

Для формирования понятийного пространства [7, 10] заданной предметной области исследования ключевым элементом является модель знаний, которая в существующих условиях ЦТ выступает связующим элементом между киберпространством (КП) — область $O_{\text{КП}}$ и социальным пространством (СП) — область $O_{\text{СП}}$. В КП осуществляется сбор данных, управление ресурсами, предоставление вычислительных услуг, например, в облачных сервисах [6]. Обработка данных/больших данных направлена на преобразование: данных в информацию, информации в знания, знаний в понимание (объяснение, прогноз) или мудрость [25].

Социальное пространство относится к человеческому обществу, полному мышления, познания, знаний и коллективного разума. Социальная сеть или платформа объединяет заинтересованных пользователей для осуществления социальной коммуникации, сотрудничества (взаимодействия).

Физическое пространство (ФП) или область $O_{\text{ФП}}$ представляет собой реальный мир, подлежащий изучению, мониторингу или контролю. Это физические объекты (устройства, оборудование) в виде первичных потенциальных источников данных, существующая информация (документы, книги, отчеты и др.), выступающая источником знаний, а также интерфейсное оборудование (датчики, регистраторы, контроллеры) для поддержки взаимодействия между КП и СП:

$$O_{\text{ФП}} : O_{\text{КП}} \leftrightarrows O_{\text{СП}}. \quad (1)$$

Киберфизические системы (КФС) являются основными источниками разнотипных данных, наряду с Интернетом вещей, высокоавтоматизированным транспортом, беспилотными воздушными судами, «умными» медицинскими устройствами и др.

На рис. 1 представлено взаимодействие киберфизической и социальной среды.

Для управления процессами взаимодействия и интеграции ИКТ, достижения согласованной координации данных, информации и знаний и надежной адаптации, ориентированной на максимизацию информационной эффективности, предлагается использовать методику «двунаправленного вычислительного моста» между указанными сферами, основанную на *пирамиде знаний* Р. Акоффа[3]. К традиционным уровням данных, информации, знаний и мудрости или понимания («Д-И-З-М») [25] добавлены три переходных уровня (2, 4, 6):

– уровень преобразования данных в информацию (на рис. 1 — уровень 2, инструментами которого являются методы и алгоритмы анализа данных для выявления скрытых данных — предпочтения

[2] URL: https://решение-верное.рф/Gartner-Top-10-Strategic-Technology-Trends-for-2019 (дата обращения: 12.11.2022).

[3] Ackoff R.L. From data to wisdom // Journal of Applied Systems Analysis. 1989. Vol. 16. P. 3—9.

Рис. 1. Взаимодействие киберфизической и социальной среды

покупателей, взаимосвязи различных видов данных и др. [28]);

– уровень 4 — преобразования информации в знания или генерация знаний (различная пользовательская информация);
– уровень 6 — преобразования знаний в понимание (мудрость) или генерация когнитивного качества (например, за счет осуществления протоколов взаимодействия между интеллектуальными продуктами и пользователями, включая при необходимости этапы обучения).

Оставшиеся уровни целевой функциональности «Д-И-З-М» соответствуют своим названиям и обеспечивают:

– сбор данных из разных пространств (уровень 1);
– обмен информацией между пространствами КП, СП, ФП и облегчение коммуникации (уровень 3);
– формирование когнитивных способностей и обмен знаниями (например, в интернет-среде; уровень 5);
– развитие когнитивных функций, позволяя интеллектуальным продуктам самостоятельно адаптироваться к изменению контекста, а также использования знаний для задач принятия решений (уровень 7).

Киберфизическую предметную область представим пятиуровневой структурой 5С (от *англ.* ***C****onnection,* ***C****onversion,* ***C****yber,* ***C****ognition,* ***C****onfiguration*) на рис. 1, где стрелками показаны взаимодействия между уровнями рассматриваемых моделей: пирамиды знаний и киберфизико-социальной системы (КФСС).

Относительно уровней архитектуры КФС типа 5С отметим следующее:

– на уровне У1 «коммуникационной среды» реализуются технологии на основе «умных» датчиков, которые обеспечивают включение регистрации или любых других исполнительных устройств по времени при обнаружении движения объектов контроля или срабатывании различных сенсоров (температурных или других датчиков контроля параметров окружающей среды);
– на уровне У2 «конверсии» производится анализ данных на основе глубокой аналитики, включая облачные вычислительные приложения, для задач контроля сроков службы оборудования, планирования обслуживания, управления ресурсами, самоопределения критических сроков и точек (например, для устранения аварийных ситуаций);
– на киберуровне У3 разрабатываются цифровые модели физических сущностей, которые совместно с системой двусторонних информационных связей с реальным объектом образуют понятие цифрового двойника (digital twin), применяемого как на этапе проектирования изделий, так и в ходе эксплуатации;
– на уровне У4 «самопознания» формируются результаты самоконтроля (самооценки), полученные в ходе диагностирования объекта, принятые самим объектом решения, а также возможные рекомендации по дальнейшему управлению, если обнаруженные нештатные ситуации не учтены в существующей конструкторской документации;
– на уровне У5 «самоконфигурации» реализуются интеллектуальные решения, принятые КФС автономно в ходе оптимизации своего состояния, исходя из целевых факторов применения КФС, на основе заложенного программного обеспечения и возможностей БДЗ.

Элементы социосферы представлены структурой КФСС в контексте социального производства [28]:

– на уровне «подключения» осуществляется сбор данных от возможных источников данных (Интернета всего — *IoE*, включая СП, ФП и КП);
– на уровне «конверсии» из разнородных данных (структурированных, полуструктурированных, неструктурированных), хранящихся в различных распределенных БДЗ, формируется полезная информация, используя соответствующую аналитику;
– на уровне «коммуникации» осуществляются коммуникации типа *P2P* (между людьми-пользователями, разработчиками, потребителями информации), *P2M* — человеко-машинные (социофизическое взаимодействие) и межмашинные — взаимодействие вида *M2M*, характерное для физического пространства;
– уровень «вычислений» является ядром структуры КФСС; вычисления относятся к процессам последовательных преобразований данных:

$$\text{УВ} := \text{данные} \rightarrow \text{информация} \rightarrow \text{знания}$$

и возникновения инсайтов[4] — новых знаний; на этом уровне особую роль играют облачные вычисления и аналитика данных, которые доступны практически для пользователей в большинстве случаев и позволяют решать широкий круг задач, включая диагностику, прогнозирование и текущее управление;
– уровень «познания» — это когнитивный уровень, отвечающий за обмен знаниями, которые после их генерации на вычислительном уровне используются как в социальном, так и физическом пространстве: в СП экспертные знания могут явиться причиной получения инсайтов, а в ФП автоматизация знаний позволяет интеллектуальным устройствам реализовывать свойства самоадаптации, самообучения, самостоятельного принятия решений; применительно к социальному и физическому пространству уровень познания играет роль Интернета мышления;
– уровень «конфигурации» — представляет собой управляющую и обратную связь вида (1) из КП в социальное и физическое пространство; цель этого уровня — преобразовать знания в *понимание* для принятия решений, включая задачи диагностирования, прогноза и предписывающей аналитики, представляющей собой объединение темпоральных данных с алгоритмами прогнозирования, используя вычислительные (компьютерные) науки[5] (информатику) и математику;
– уровень «коллективного интеллекта», где объединяются данные киберпространства, социопространства и физического пространства. В ФП решение принимается в соответствии с машинным интеллектом через Интернет интеллекта (*IoI* — *Internet of Intelligence*). При этом важную роль на этом уровне играют алгоритмы машинного обучения, эволюционного обучения, трансфертного обучения и многозадачного обучения.

Киберфизические системы соединяют киберпространство и физическое пространство, так как входящие в них физические датчики, регистраторы и другие устройства формируют массивы данных, которые на вычислительном уровне (в киберпространстве) используются для вычислений, мониторинга и управления (выработки управляющих решений) [9].

Пример — разработка эргатических систем под требуемую задачу, когда необходимо обеспечить оптимальные или рациональные показатели информационных, технических, программных признаков проектируемых объектов [18, 19, 24].

Цифровые аспекты правовой сферы

Доступная цифровая среда, удобство представления информации, связанное с оперативностью получения, преобразования и анализа данных, за счет управления оцифрованными административными процедурами, профилями клиентов, цифровой идентификацией, общими и конфиденциальными данными неизбежно подвергает каждую компанию (организацию) различным формам *киберрисков*. Здесь вступают в действие *цифровые правила*: работая в цифровой среде, управляя данными, необходимо предотвращать любые киберугрозы, выбирая цифровые решения, платформы или инструменты, соответствующие законодательству.

Правительство и регулирующие органы играют ключевую роль в поощрении предприятий к цифровой трансформации в рамках продвижения технологического развития организаций, могут способствовать инновациям, предоставляя правовые нормы, отражающие общественные ценности, такие как права людей и потребителей, обеспечивая защиту персональных данных и информации. Цифровые правила должны удовлетворять потребности пользователей, давая правильные указания по созданию надежной правовой базы, внушая доверие к внедрению новых технологий, которые должны обеспечивать[6]:
– защиту пользователей в случае ошибочного удаления их данных платформами;
– меры прозрачности для цифровых платформ, в том числе в отношении онлайн-рекламы и алгоритмов, используемых для рекомендации контента пользователям;
– новые стандарты для тщательного изучения того, как работают платформы, включая доступ исследователей к ключевым данным крупнейших

[4] Инсайт (от англ. insight — озарение) — это спонтанное и не имеющее ничего общего с прошлым опытом человека решение; свойство человеческого разума, помогающее умозрительно постигать целое.

[5] Вычислительные науки основаны на применении принципов информатики и программной инженерии для решения научных задач.

[6] Цифровое регулирование: правовые аспекты цифровой эпохи. URL: https://www.euronovategroup.com/digital-regulations-legal-aspects-of-the-digital-era/ (дата обращения: 17.12.2022).

платформ, чтобы понять и оценить возможные онлайн-риски;
– новые правила отслеживания бизнес-пользователей на онлайн-рынках для выявления продавцов нелегальных товаров или услуг;
– инновационный процесс сотрудничества между государственными органами для обеспечения эффективного правоприменения на едином рынке.

Следующим направлением исследования цифровой социальной сферы выступают *социальные сети*. В настоящее время правительства во всем мире становятся все более зависимыми от общественного мнения в отношении разработки и реализации социальной политики. Роль социальных сетей жизненно важна для этой новой тенденции [27].

Интеллектуальный мониторинг и контроль государственной политики с использованием социальных сетей и облачных вычислений весьма востребован в наши дни. Однако экспоненциальный рост использования платформ социальных сетей широкой общественностью дал правительству более широкое представление о том, как преодолеть эту давно назревавшую дилемму. Облачное электронное управление в настоящее время реализуется благодаря доступности ИТ-инфраструктуры и активному распространению современных методов переработки данных.

Методы аналитики социальных сетей включают следующие методы анализа данных [27]:
– описательный анализ дает статистику о количестве твитов (сообщений в Twitter) и новых пользователей, числе упоминаний (ссылок) вашего информационного ресурса, облаке слов и др., но надо учитывать, что это анализ только конкретной выборки данных, а не всей совокупности данных, из которой выборка взята;
– контент-анализ занимается получением смыслового содержания из данного текста, что достигается с помощью таких методов, как анализ настроений, эмоций, тематическое моделирование и др.;
– сетевой анализ позволяет идентифицировать различные сообщества и группы пользователей на основе их мнения об объекте (событии);
– геопространственный анализ связан с анализом на основе местоположения объекта (продукта, логистики, маркетинга).

Таблица 1

Сопоставление понятий наблюдаемости и мониторинга данных

Признак сравнения	Мониторинг (М)	Наблюдаемость (Н)
Определение	**Мониторинг** — это инструмент или техническое решение, позволяющее инженерам по данным отслеживать и понимать состояние своих систем. **М.** основан на сборе предопределенных наборов метрик или журналов.	**Наблюдаемость** — это инструмент или техническое решение, которое позволяет инженерам по данным активно отлаживать свою систему. **Н.** основана на изучении свойств и шаблонов, не определенных заранее.
Особенности процесса	**М.** является реактивным процессом, как ответ на обстоятельства.	**Н.** — проактивный процесс, когда известны модели обстоятельств и принимается решение по выбору оптимального варианта.
Инструменты относительно переработки данных	Инструменты **М.** настроены на сбор информации, большая часть которой оказывается фактически не востребованной; **М.** фокусируется на инфраструктуре и на точечных наблюдениях; данные, доступные благодаря **М.**, часто являются единственным ожидаемым результатом.	**Н.** активно собирает данные, чтобы сосредоточиться на том, что важно; например, на факторах, которые определяют операционные решения и действия; **Н.** фокусируется на приложениях, акцент делается на технологические процессы; **Н.** предполагает, что источники данных будут способствовать аналитическому процессу, который затем будет оптимально отображать состояние приложения или системы.
Преимущества наблюдаемости	**М.** устанавливает факт того или иного события (сбоя, нарушения).	**Н.** помогает понять, почему это произошло; - именно наблюдаемость данных позволяет проводить их мониторинг; - **Н.** позволяет поддерживать данные в актуальном состоянии; - полная или сквозная **Н.** позволяет организациям намного быстрее разобраться в проблемах работы приложений, включая облачные среды и микросервисы.
Перспективы развития	Когнитивный **М.** — использование обучаемых и самообучаемых методов и моделей, подстройка которых осуществляется из контекста объекта управления и ранее полученных результатов.	В условиях усложнения данных, вызванного развитием экосистем, перспективным является применение методов ИИ и машинного обучения, обеспечивая управляемость сложных динамических объектов, в том числе и при снижении качества данных.

Новые взгляды на данные

Растущие объемы данных, производимых в мире, которые, по некоторым оценкам, достигнут уровня 175 *Зеттабайт* в 2025 г.[7], сопровождаются и большими технологическими изменениями в способах хранения и обработки данных. Сегодня 80% обработки и анализа данных происходит в центрах обработки данных и централизованных вычислительных мощностях, а 20% — в интеллектуальных подключенных объектах.

Благодаря доступности вычислительных мощностей и развитию программной аналитики в новых направлениях науки о данных активно развивается, например, такое направление статистики, как разведочный анализ данных (*exploratory data analysis — EDA*) [4].

Для больших объемов данных актуальной становится организация поиска, интеграции, очистки и подготовки данных для анализа. Для описания программных процессов, которые обеспечивают отделение *критической* информации от *рутинной*, используется понятие «наблюдаемость данных».

Наблюдаемость данных — это новый уровень в современном стеке технологий обработки данных, обеспечивающий специалистам по работе с данными видимость, автоматизацию и оповещение о поврежденных данных (т. е. о дрейфе данных, повторяющихся значениях, повреждениях данных). Это способность понимать, оценивать и управлять состоянием данных, потребляемых различными технологиями на протяжении всего жизненного цикла данных, поэтому определяющими свойствами данных при этом являются их *актуальность*, *полнота*, *структурированность*, *распределенность*, *происхождение* или *принадлежность* к источнику данных.

Наблюдаемость как элемент (базовое свойство) системы управления выступает совместно со свойством *управляемости*, важнейшим условием информационно-технической функциональности объекта управления, в качестве которого обычно рассматриваются сложные динамические объекты [16, 17, 26]. В этом случае наблюдаемость характеризует наличие информационных связей между пространством состояний объекта и пространством изменений, т. е. формируемыми измерительными данными. Проблема наблюдаемости заключается не столько в получении внутреннего состояния из наблюдений, сколько в сборе «правильных» наблюдений[8].

В табл. 1 представлено сопоставление понятий наблюдаемости и мониторинга данных по выделенным признакам сравнения.

Основным направлением в развитии методов мониторинга и наблюдаемости данных должен стать подход, основанный на знаниях (см. рис. 1), как при разработке приложений на уровне модельно-алгоритмического или математического обеспечения задач управления, принятия решений, обработки знаний, распознавания образов, интеллектуального анализа данных, так и на уровне их программного обеспечения.

Система мониторинга информационно-правовой предметной области исследования

Поскольку цифровая трансформация — это непрерывный процесс, цифровые правила необходимо обновлять, вводить новые объекты правоотношений, появляющиеся в документах, в нормативных правовых актах, а на их основе — и в АИС различного уровня [5].

Для определения статуса системы, процесса, продукции, услуги проводится мониторинг[9] объектов с целью *управления качеством*. Мониторинг используется в тех случаях, когда при построении какого-либо процесса необходимо постоянно отслеживать происходящие в реальной предметной среде явления, с тем чтобы включать результаты текущих наблюдений в процесс управления.

На рис. 2 представлена структура взаимовлияния физического, социального и киберпространства. По мере развития информационно-коммуникационных технологий можно говорить об устойчивой тенденции к сближению этих пространств, т. е. о расширении совместной *Области 1*, для которой справедливо:

$$O_1 := O_{\text{ФП}} \cap O_{\text{КП}} \cap O_{\text{СП}},\ O_1 \neq \emptyset. \qquad (2)$$

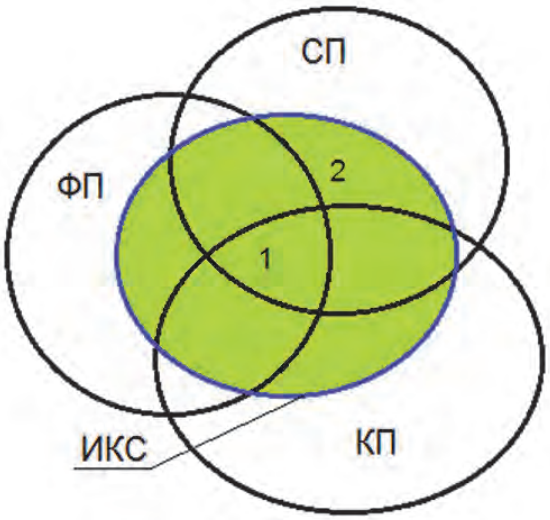

Рис. 2. Интегративная роль ИКС-подхода в объединении КП, ФП и СП

Скорость сближения указанных пространств во многом определяется уровнем развития ИКТ, которые обеспечивают *единое информационное пространство*, инфраструктуру которого, как и структу-

[7] URL: https://rspectr.com/novosti/ (дата обращения 19.12.2022)

[8] Bigelow S.J., Nolle T. What is observability? A beginner's guide. URL: https://www.techtarget.com/searchitoperations/definition/observability (дата обращения: 17.12.2022).

[9] ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (п. 3.11.3). Введ. 2015-09-28.

рирование *Области 2* взаимодействия, целесообразно проводить на основе комплексного ИКС-подхода («информационно-кибернетического-синергетического») [8, 17—19].

Комплексный ИКС-подход может найти приложение при разработке стандартов комплексирования данных и знаний в ходе их интеграции в областях пересечения указанных на рис. 2 пространств. Так, с позиций информационного взаимодействия *Область 2* может ассоциироваться с технико-экономической информацией:

$$O_2 := O_{\text{КП}} \cap O_{\text{СП}}\,. \tag{3}$$

Рассмотрим задачу мониторинга информационного пространства с целью поиска объектов *технико-экономической и социальной информации* (ТЭСИ), составляющих суть общероссийских классификаторов ТЭСИ [10, 11], для формирования *концептуальной модели* мониторинга, целью которого является поиск новых потенциальных объектов для включения в состав классификаторов. Особенность данных объектов классификации — в том, что одним из необходимых *условий* их включения в состав классификаторов является публикация информации о них в *нормативных правовых актах* (НПА) заданного уровня.

Представим *систему мониторинга* (СМ) в информационной среде Σ в виде алгебраической структурно-функциональной динамической модели взаимодействия по определенным правилам совокупности универсальных алгебр и гомоморфизма φ:

$$\begin{cases} \Sigma = \langle E, a_i^* \in A^* \rangle; \\ \varphi : \ D \to A^*, \end{cases} \tag{4}$$

где $E = \langle D,\ R \rangle$ — внешняя информационная среда (например, различные информационные ресурсы заданной ПОИ, выбранные для мониторинга); $D = \{d_l\}$ — множество документов НПА, анализируемых в ходе мониторинга, причем $l = 1, \dots, |D|$; $R = \{r_u\}, u = 1, \dots, |R|$ — ресурсы (БДЗ, библиотеки, АИС), доступные для мониторинга; a_i^* — результат мониторинга: новый объект правоотношений, информация о котором обнаружена в анализируемых НПА; φ — отображение множества документов D во множество $A^* = \{\emptyset, 1, \dots\}$ результатов мониторинга.

Элементами (объектами) множества D могут быть законодательные акты (постановления, указы, решения и др.) и ряд других документов, выбранных для информационного поиска. Именно документы такого уровня служат обоснованием для включения объектов в состав общероссийских классификаторов ТЭСИ, являющимися обязательными для применения в государственных АИС и при межведомственном обмене информацией[10].

[10] Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» (ст. 2, п. 7).

Таким образом, рассматриваемая СМ контролирует заданную ПОИ, объекты которой составляют соответствующий классификатор, который можно характеризовать *состоянием* в виде следующего кортежа:

$$\bar{a}(t) = \langle a_1,\ a_2, \dots, a_i, \dots, a_{N^t} \rangle, \tag{5}$$

размер N^t которого определен на момент времени t последнего проведенного мониторинга данной ПОИ.

Любое состояние из выражения (5):

$$a_i : \{\mathrm{C}(Q_j)\} \tag{6}$$

соответствует множеству объектов классификации мощности $|C|$ для заданной ПОИ классификатора Q_j, где j — номер классификатора. Для ряда ПОИ количество объектов классификации (6) пополняется редко (например, классификаторы валют, стран мира и др.).

Определение. Состояние $\bar{a}(t)$ предметной области называется *наблюдаемым*, если все объекты классификатора являются обоснованными и актуальными для применения в АИС.

Положительный исход — когда в результате мониторинга обнаружен новый объект, что можно представить следующим выражением:

$$a_{N^t}^* := \{\mathrm{C}(Q_j)\} + c^*(N^t),$$

где $c^*(\cdot)$ — новый объект (или группа объектов) классификации, выявленная на момент времени t.

ПОИ становится *частично* наблюдаемой, если на момент времени $(t+1) = t + \Delta t$ в результате очередного мониторинга выявлены новые объекты классификации — $c^*(\cdot)$ для включения в состав классификатора путем внесения изменений в соответствии с процедурой, установленной действующими *правилами стандартизации*, но пока еще (в соответствии с процедурой внесения изменений в общероссийские классификаторы) официально в них не включены. Частичная наблюдаемость может привести к рискам, связанным с учетной политикой, статистическими оценками секторов экономики, которые формируют экономические *индикаторы* и на основе которых строится процесс управления.

Высокая экономическая динамика как способ развития хозяйственной системы характеризуется процессами смены состояний, появлением новых объектов (продуктов и услуг). В этой связи экономическая статистика постоянно выступает в роли «догоняющего», стремясь своевременно включить в анализ новые объекты, чтобы обеспечить некоторое постоянство анализируемой ПОИ для выявления роли факторов, влияющих на выбранную систему показателей и оценок. Поэтому в рассматриваемом подходе к организации мониторинга предметных областей особого внимания заслуживает вопрос выбора интервала (периодичности) проведения мониторинга — Δt.

Заключение

С учетом роста объемов и разнообразия измерительных данных дальнейшие направления развития приложений АИС и ИКТ представляется целесообразным строить на основе интеграции данных и интеллектуализации методов и моделей переработки данных, сокращая тем самым границы между *физическим* пространством объектов управления — источников данных и *кибернетическим* пространством — анализа и принятия решений по управлению данными объектами.

Основным направлением в развитии методов мониторинга на основе наблюдаемости данных должен стать подход на базе выявления новых знаний, полученных в ходе реализации методов машинного обучения для анализа получаемых данных.

Разработка когнитивных систем мониторинга *нормативно-правовой базы* для постоянного контроля нормативно-правовой среды позволит своевременно выявлять новые объектов правоотношений для включения в состав общероссийских классификаторов, обеспечивая актуализацию баз данных и знаний ведомственных информационных ресурсов.

Одним из актуальных направлений дальнейших исследований видится разработка автоматизированных информационных систем мониторинга предметных областей на основе методов построения онтологических структур существующих классификаторов для сокращения области поиска и ускорения его проведения.

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

Литература

1. Аллакин В.В., Будко Н.П., Васильев Н.В. Общий подход к построению перспективных систем мониторинга распределенных информационно-телекоммуникационных сетей // Системы управления, связи и безопасности. 2021. № 4. С. 125—227. DOI: 10.24412/2410-9916-2021-4-125-227 .
2. Антопольский А.Б., Каленов Н.Е., Серебряков В.А., Сотников А.Н. О едином цифровом пространстве научных знаний // Вестник РАН. 2019. Т. 89. № 7. С. 728—735. DOI: 10.31857/S0869-5873897728-735 .
3. Бова В.В. Онтологическая модель интеграции данных и знаний в интеллектуальных информационных системах // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 4 (165). С. 225—237.
4. Брюс П., Брюс Э. Практическая статистика для специалистов Data Science. СПб. : БХВ-Петербург, 2019. 304 с. ISBN 978-5-9775-3974-6.
5. Бурый А.С. Совершенствование государственных информационных систем как тренд цифрового общества // Правовая информатика. 2020. № 3. С. 19—28. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-19-28 .
6. Бурый А.С. Облачные вычисления в цифровой трансформации информационных технологий // Правовая информатика. 2021. № 2. С. 4—14. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-04-14 .
7. Бурый А.С. Формирование терминосистем на основе онтологий // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 1 (65). С. 4—11.
8. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Информационные технологии цифровой трансформации умных городов // Правовая информатика. 2022. № 2. С. 4—13. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-2-04-13 .
9. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Информационные структуры умного города на основе киберфизических систем // Правовая информатика. 2022. № 4. С. 15—26. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-4-15-26 .
10. Бурый А.С., Слепынцева Л.И. Цифровизация контента документов по стандартизации. Часть 1. Состояние и современные тенденции // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 1 (59). С. 105—113.
11. Джумайло Е.С., Баранюк В.В. Методика онтологического связывания объектов в автоматизированных системах с использованием классификаторов // International Journal of Open Information Technologies. 2018. Т. 6. № 6. С. 97—102.
12. Жукова Н.А., Андриянова Н.Р. Проблема когнитивного мониторинга распределенных объектов // НТИ. Сер. 2: Информационные процессы и системы. 2019. № 2. С. 18—29.
13. Кашников А., Лядова Л. Интеграция гетерогенных источников данных на основе рекурсивной декомпозиции // International Journal "Information Technologies & Knowledge". 2011. № 3 (5). С. 274—284.
14. Кучукова Н.Н., Вершков Н.А. Математическая модель подсистемы поиска и ранжирования документов в информационно-поисковых системах // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Сер. Экономика. Информатика. 2018. Т. 45. № 1. С. 176—183. DOI: 10.18413/2411-3808-2018-45-1-176-183 .
15. 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 .

16. 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 .
17. Ловцов Д.А. Теория защищенности информации в эргасистемах : монография. М. : РГУП, 2021. 276 с. ISBN 978-5-93916-896-0.
18. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
19. Ловцов Д.А. Системология информационного права // Правосудие. 2022. Т. 4. № 1. С. 41—70. DOI: 10.37399/2686-9241.2022.1.41-70 .
20. Макаренко С.И., Соловьева О.С. Основные положения концепции семантической интероперабельности сетецентрических систем // Журнал радиоэлектроники. 2021. № 4. DOI: 10.30898/1684-1719.2021.4.10 .
21. Миков А.И. Информационные процессы и нормативные системы в IT: Математические модели. Проблемы проектирования. Новые подходы. М. : Либроком, 2020. 256 с. ISBN 978-5-397-07358-5.
22. Осипов Г.С. Лекции по искусственному интеллекту. М. : Ленанд, 2022. 272 с. ISBN 978-5-9710-5520-4.
23. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М. : Эдиториал УРСС, 2002. 352 с. ISBN 5-8360-0330-0.
24. Buryi A.S. Structure complexity of distributed information-control systems. Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Teoriya i Sistemy Upravleniya, 1994, No. 5, pp. 160–167.
25. Duan Y, Zhan L, Zhang X, Zhang Y. Formalizing DIKW architecture for modeling security and privacy as typed resources. In: International Conference on Testbeds and Research Infrastructures, 2019, pp. 157–168. Springer, Cham.
26. Fatemi M., Setoodeh P., Haykin S. Observability of stochastic complex networks under the supervision of cognitive dynamic systems. Journal of Complex Networks, 2014, No. 5, pp. 433–460.
27. Singh P., Dwivedi Y. K., Kahlon K.S. et al. Smart Monitoring and Controlling of Government Policies Using Social Media and Cloud Computing. Information Systems Frontiers, 2020, 22, pp. 315–337. DOI: 10.1007/S10796-019-09916-Y .
28. Yin D, Ming X, Zhang X. Understanding Data-Driven Cyber-Physical-Social System (D-CPSS) Using a 7C Framework in Social Manufacturing Context. Sensors, 2020, No. 20 (18), art. no. 5319. DOI: 10.3390/s20185319 .

STRUCTURING INFORMATION RESOURCES MONITORING SYSTEMS

Aleksei Buryi, *Dr.Sc. (Technology), expert at the Russian Academy of Sciences, Department Director at the Russian Standardisation Institute, Moscow, Russian Federation.*
E-mail: a.s.burij@gostinfo.ru

Keywords: *monitoring, information and telecommunication technology, subject area, data and knowledge integration, data observability, classifiers.*

Abstract

Purpose of the paper: improving the research and methodological foundations for developing the concept of forming the information medium elements for the studied subject area using monitoring information resources for maintaining the topicality of objects of legal relations.

Methods of study: multi-faceted use of system and comparative analysis, logical concept modelling, formal logical development and justification of structures for building distributed information systems.

Study findings: a conceptual approach is put forward for forming the objects of classification based on monitoring information resources of the specified subject area within the framework of government information systems. The interaction between the cyber-physical and social medium at the levels of data processing, information analysis and knowledge elicitation with a view to generating integrated information structures and identifying synergetic properties of information systems is studied. A proposition is put forward that there exists a tendency of tendency of rapprochement between cyber-physical and social processes, and for structuring them it is advisable to use the problem-oriented variant of the multi-faceted information, cybernetics and synergetics approach within the digital transformation technologies paradigm.

References

1. Allakin V.V., Budko N.P., Vasil'ev N.V. Obshchii podkhod k postroeniiu perspektivnykh sistem monitoringa raspredelennykh informatsionno-telekommunikatsionnykh setei. Sistemy upravleniia, sviazi i bezopasnosti, 2021, No. 4, pp. 125–227. DOI: 10.24412/2410-9916-2021-4-125-227 .

2. Antopol'skii A.B., Kalenov N.E., Serebriakov V.A., Sotnikov A.N. O edinom tsifrovom prostranstve nauchnykh znanii. Vestnik RAN, 2019, t. 89, No. 7, pp. 728–735. DOI: 10.31857/S0869-5873897728-735 .
3. Bova V.V. Ontologicheskaia model' integratsii dannykh i znanii v intellektual'nykh informatsionnykh sistemakh. Izvestiia IuFU. Tekhnicheskie nauki, 2015, No. 4 (165), pp. 225–237.
4. Brius P., Brius E. Prakticheskaia statistika dlia spetsialistov Data Science. SPb. : BKhV-Peterburg, 2019. 304 pp. ISBN 978-5-9775-3974-6.
5. Buryi A.S. Sovershenstvovanie gosudarstvennykh informatsionnykh sistem kak trend tsifrovogo obshchestva. Pravovaia informatika, 2020, No. 3, pp. 19–28. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-19-28 .
6. Buryi A.S. Oblachnye vychisleniia v tsifrovoi transformatsii informatsionnykh tekhnologii. Pravovaia informatika, 2021, No. 2, pp. 4–14. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-04-14 .
7. Buryi A.S. Formirovanie terminosistem na osnove ontologii. Informatsionno-ekonomicheskie aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniia, 2022, No. 1 (65), pp. 4–11.
8. Buryi A.S., Lovtsov D.A. Informatsionnye tekhnologii tsifrovoi transformatsii umnykh gorodov. Pravovaia informatika, 2022, No. 2, pp. 4–13. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-2-04-13 .
9. Buryi A.S., Lovtsov D.A. Informatsionnye struktury umnogo goroda na osnove kiberfizicheskikh sistem. Pravovaia informatika, 2022, No. 4, pp. 15–26. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-4-15-26 .
10. Buryi A.S., Slepyntseva L.I. Tsifrovizatsiia kontenta dokumentov po standartizatsii. Chast' 1. Sostoianie i sovremennye tendentsii. Informatsionno-ekonomicheskie aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniia, 2021, No. 1 (59), pp. 105–113.
11. Dzhumailo E.S., Baraniuk V.V. Metodika ontologicheskogo sviazyvaniia ob"ektov v avtomatizirovannykh sistemakh s ispol'zovaniem klassifikatorov. International Journal of Open Information Technologies, 2018, t. 6, No. 6, pp. 97–102.
12. Zhukova N.A., Andriianova N.R. Problema kognitivnogo monitoringa raspredelennykh ob"ektov. NTI, ser. 2: Informatsionnye protsessy i sistemy, 2019, No. 2, pp. 18–29.
13. Kashnikov A., Liadova L. Integratsiia geterogennykh istochnikov dannykh na osnove rekursivnoi dekompozitsii. International Journal "Information Technologies & Knowledge", 2011, No. 3 (5), pp. 274–284.
14. Kuchukova N.N., Vershkov N.A. Matematicheskaia model' podsistemy poiska i ranzhirovaniia dokumentov v informatsionno-poiskovykh sistemakh. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gos. un-ta, ser. Ekonomika. Informatika, 2018, t. 45, No. 1, pp. 176–183. DOI: 10.18413/2411-3808-2018-45-1-176-183 .
15. 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 .
16. 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 .
17. Lovtsov D.A. Teoriia zashchishchennosti informatsii v ergasistemakh : monografiia. M. : RGUP, 2021. 276 pp. ISBN 978-5-93916-896-0.
18. Lovtsov D.A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021. 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
19. Lovtsov D.A. Sistemologiia informatsionnogo prava. Pravosudie, 2022, t. 4, No. 1, pp. 41–70. DOI: 10.37399/2686-9241.2022.1.41-70 .
20. Makarenko S.I., Solov'eva O.S. Osnovnye polozheniia kontseptsii semanticheskoi interoperabel'nosti setetsentricheskikh sistem. Zhurnal radioelektroniki, 2021, No. 4. DOI: 10.30898/1684-1719.2021.4.10 .
21. Mikov A.I. Informatsionnye protsessy i normativnye sistemy v IT: Matematicheskie modeli. Problemy proektirovaniia. Novye podkhody. M. : Librokom, 2020. 256 pp. ISBN 978-5-397-07358-5.
22. Osipov G.S. Lektsii po iskusstvennomu intellektu. M. : Lenand, 2022. 272 pp. ISBN 978-5-9710-5520-4.
23. Tarasov V.B. Ot mnogoagentnykh sistem k intellektual'nym organizatsiiam: filosofiia, psikhologiia, informatika. M. : Editorial URSS, 2002. 352 pp. ISBN 5-8360-0330-0.
24. Buryi A.S. Structure complexity of distributed information-control systems. Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Teoriya i Sistemy Upravleniya, 1994, No. 5, pp. 160–167.
25. Duan Y, Zhan L, Zhang X, Zhang Y. Formalizing DIKW architecture for modeling security and privacy as typed resources. In: International Conference on Testbeds and Research Infrastructures, 2019, pp. 157–168. Springer, Cham.
26. Fatemi M., Setoodeh P., Haykin S. Observability of stochastic complex networks under the supervision of cognitive dynamic systems. Journal of Complex Networks, 2014, No. 5, pp. 433–460.
27. Singh P., Dwivedi Y. K., Kahlon K.S. et al. Smart Monitoring and Controlling of Government Policies Using Social Media and Cloud Computing. Information Systems Frontiers, 2020, 22, pp. 315–337. DOI: 10.1007/S10796-019-09916-Y .
28. Yin D, Ming X, Zhang X. Understanding Data-Driven Cyber-Physical-Social System (D-CPSS) Using a 7C Framework in Social Manufacturing Context. Sensors, 2020, No. 20 (18), art. no. 5319. DOI: 10.3390/s20185319 .