

Беларусь, Республика Казахстан, Республика Молдова, Республика Польша, Украина. Российская Федерация, Китайская Народная Республика) за 2016–2018 гг. // Государственное объединение «Белорусская железная дорога». – Минск: Центр научно-технической информации, 2019. – 136 с.

УДК 004.896 + 004.891

**Ю.А. Антохина¹, М.Ю. Охтилев¹, В.Н. Коромысличенко¹,
П.А. Охтилев¹, И.В. Войтов², В.Н. Штепа²**

¹Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
Санкт-Петербург, Россия

²Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВИЗАЦИИ ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА

***Аннотация.** В статье приведено обоснование применения разработанной интеллектуальной технологии и реализующей её платформы информационно-аналитического обеспечения для задач цифровизации водопроводно-канализационного хозяйства на примере биологических очистных сооружений.*

**Yu.A. Antokhina¹, M.Yu. Okhtilev¹, V.N. Koromyslichenko¹,
P.A. Okhtilev¹, I.V. Voitov², V.N. Shtepa²**

¹St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
St. Petersburg, Russia

²Belarusian State Technological University
Minsk, Belarus

INTELLIGENT ANALYTICAL SOFTWARE PLATFORM AND ITS APPLICATION FOR THE TASKS OF DIGITALIZATION OF WATER AND SEWERAGE SYSTEM

***Abstract.** The article provides a rationale for the use of the developed intelligent technology and the information and analytical support platform that implements it for the tasks of digitalization of the water supply and sewerage system using the example of biological treatment facilities.*

В настоящее время в Российской Федерации и Республике Беларусь в целом, их ключевых отраслях активно внедряется парадигма цифровизации и интеллектуализации – в сфере информационных технологий.

Так, например, на данный момент проектирование и управление очисткой сточных вод в рамках планирования технологического развития осуществляется в условиях информационной неопределённости, связанной со сложностью протекания биохимических, физико-химических, гидравлических, газодинамических процессов, имеющих место на биологических очистных сооружениях (БОС). Это требует внедрения сложных и дорогостоящих систем автоматизации, которые реализуют алгоритмы управления, не дающие, по факту, запланированного эколого-ресурсного эффекта.

При этом обширный объем недоопределённых и несистематизированных данных весьма затруднителен для обработки и понимания хода технологических процессов в режиме реального времени, что требует привлечения в штат очистных сооружений высококвалифицированных специалистов (при крайне остром «кадровом голоде»). Однако, даже вовлечение в работу БОС таких «штучных» профессионалов периодически оказывается, учитывая сложность и многофакторность операций, малоэффективным, особенно при возникновении нештатных ситуаций. Отсюда констатируется кризис компетенций в отрасли – персонал не имеет знаний и навыков для эксплуатации современных технологий очистных сооружений. Перспективным решением видится автоматизация технологических процессов БОС на основе цифровизации экспертных знаний и интеллектуализации.

В то же время, известно, что выработка эффективных управленческих решений возможна только по результатам комплексного анализа информационной обстановки. В этой связи, высокую значимость для создаваемых комплексных автоматизированных систем (АС) мониторинга состояния и управления (МСУ) сложными организационно-техническими объектами и процессами (СОТОП) приобретает унифицированная интеллектуальная информационная технология (ИИТ) [1, 2].

При ее внедрении, как показал опыт, важное значение имеет специальное интегрированное информационно-аналитическое обеспечение и прозрачная объяснительная компонента глубинных причинно-следственных связей, заложенных в результатах функционирования системы управления, позволяющие на

конструктивном системном уровне предоставить комплексную информационную поддержку и обоснование альтернативных решений по управлению СОТОП. Такие средства позволят обеспечить максимальную наблюдаемость состояния СОТОП на всех этапах жизненного цикла.

Кроме того, сформировавшаяся к настоящему моменту консервативная парадигма гетерогенного функционирования СОТОП при их промышленной эксплуатации не обеспечивает скоординированного оптимального управления киберфизической инфраструктурой объектов контроля и управления в едином цифровом пространстве. Более того, при этом отсутствует унифицированная цифровая среда, которая позволила бы преодолеть имеющуюся фрагментарную автоматизацию технологических процессов, несогласованность и низкий уровень эффективности применения существующими АС разнородных цифровых активов. Использование такой цифровой среды также может привести к снижению влияния человеческого фактора при интеграции, обработке и анализе вручную накапливаемых массивов информации, особенно при возникающих нештатных/аварийных ситуациях. Такое положение дел приводит к низкой эффективности оптимизации технологического цикла эксплуатации и управления СОТОП.

Создание и внедрение единой цифровой среды позволит также преодолеть комплекс сдерживающих факторов развития и внедрения перспективных АС МСУ СОТОП в условиях санкционного давления и обеспечить импортозамещение и технологический суверенитет и достичь необходимого опережающего уровня технологической зрелости. В связи с этим, внедрение адаптивной интеллектуальной информационной технологии в АС МСУ СОТОП имеет высокую и безусловную степень актуальности. Одним из наиболее эффективных и проверенных авторами данной статьи на практике на протяжении многих лет способом такого внедрения является использование платформенных решений при проектировании, изготовлении и эксплуатации перспективных АС [3, 4].

Коллективом специалистов из СПбГУАП и БГТУ сформирован опережающий фундаментальный и технологический задел в виде разработанной интеллектуальной информационной технологии (ИИТ), базирующейся на интеллектуальной аналитической программной платформе (ИАП). Применение ИИТ и ИАП позволяет формировать и исполнять многофункциональные прикладные решения на основе извлечения, комплексирования, цифровизации и интерпретации разноаспектных экспертных знаний, манипулирования ими, а также

генерации на их основе вычислений и рекомендаций, базируясь при этом на следующих принципах теории искусственного интеллекта и ориентированных на широкомасштабное внедрение:

- построения и применения онтологических баз знаний (формализованной структуры описания децентрализованной информационной среды предметной области, технологических конфигураций бизнес-логики, спецификаций алгоритмов и интеллектуальных интерфейсов с использованием средств когнитивной графики);

- онтолого-управляемого комплексного моделирования структурно-функционального облика специальных прикладных задач с использованием разработанного авторами теоретического аппарата G-моделей (моделей представления экспертных знаний с визуальной нотацией) и G-сетей (схем организации потоковых, асинхронных и параллельных вычислений в режиме реального времени);

- применения адаптивной единой технологической среды и инструментальных средств визуального проектирования прикладных решений непосредственно технологами – экспертами предметной области без знания языков программирования (посредством визуального метаязыка проектирования на основе парадигмы так называемого «программирования без программирования»);

- верифицируемости, трассируемости и транспарентности спецификаций описания логики функционирования прикладных решений, обеспечивающих объяснимость и выводимость предлагаемых системой результатов;

- использования технологий интеграции данных, информации и знаний на базе семантических медиаторов – программных предметных посредников обеспечения интероперабельности (функциональной, лингвистической и семантической «совместимости» со смежными автоматизированными системами);

- организации интегрированной информационной среды (единого информационного пространства (ЕИП)) на базе построения единого пространства метаданных, а также использования масштабируемых гибридных хранилищ данных и открытых программных интерфейсов;

- непрерывного сквозного мониторинга, интеллектуального ретроспективного и предиктивного анализа больших разнородных, неполных и противоречивых данных в масштабе реального времени.

Предлагаемая ИИТ может быть использована в составе разрабатываемой инфраструктуры цифровой среды АС МСУ при решении разнородных задач интегрированного информационно-аналитического обеспечения СОТОП, в том числе, для:

– организации защищенного ЕИП абонентов – участников интегрированной АС МСУ с целью обеспечения их автоматизированного информационного взаимодействия на этапах испытаний и эксплуатации изделий и поддержки принятия решений;

– интеграции и каталогизации данных и знаний о процессах выработки и реализации управленческих решений в виде их цифровых двойников и сквозных цифровых нитей – хронологии и ретроспективы по всем стадиям процессов применения на единых принципах интерпретации, обработки, анализа и представления данных, информации и знаний;

– автоматизации процессов информационно-аналитического обеспечения непрерывной предиктивной, ретроспективной и дополненной аналитики и обработки распределенных данных и знаний, мониторинга и поддержки принятия решений, в т.ч., в режиме реального времени – на основе единой цифровой ИАП;

– формирования в защищённом ЕИП (с использованием единых технологий) интегрированных информационных ресурсов, инфраструктуры сбора данных из разнородных информационных сред и эксплуатируемых АС, обработки, доступа и обмена полной, непротиворечивой, достоверной и актуальной информацией об объектах мониторинга и управления и связанных с ними технологических процессах.

В связи с вышесказанным, применение предлагаемой ИАП и реализующей её ИИТ для решения задач цифровизации организаций водопроводно-канализационных хозяйств и промышленных предприятий представляется чрезвычайно перспективной и актуальной.

Список использованных источников

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. — 1408 с.: ил. — Парал. тит. англ.

2. Поспелов Д.А. Искусственный интеллект. – В 3-х кн. Кн. 2. Модели и методы: Справочник. – М.: Радио и связь. 1990г. – 304 с.

3. Городецкий В.И. От инженерии знаний к науке о знаниях // 21 национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2023). Труды конференции. В 2-х томах. Смоленск, Принт-Экспресс, 2023. 410 с. Том.1. С. 14-29

4. Охтилев М.Ю. Системы искусственного интеллекта и их применение в автоматизированных системах мониторинга состояния

сложных организационно-технических объектов (Монография).– СПб.: ГУАП, 2018.– 261с.

УДК 332.1

А.С. Васильчук

Центросоюз РФ «Российский университет кооперации»
Мытищи, Россия

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

***Аннотация.** С целью обеспечения экономической безопасности регионов, необходимо последовательно решать задачи формирования моделей экономической безопасности регионов. Как показывают проведенные исследования, модели экономической безопасности регионов целесообразно формировать на основе цифровых технологий, в частности, развивать туманные и облачные технологии.*

A.S. Vasilchuk

Central Union of the Russian Federation “Russian University of Cooperation”
Mytishchi, Russia

PROBLEMS OF FORMATION OF MODELS OF ECONOMIC SECURITY OF REGIONS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

***Abstract.** In order to ensure the economic security of the regions, it is necessary to consistently solve the problems of forming models of economic security of the regions. As the research shows, it is advisable to form models of economic security of regions based on digital technologies, in particular, to develop fog and cloud technologies.*

С целью достижения целей и задач экономической безопасности региона, предложено разработать модель экономической безопасности региона в виде капсулы безопасности (Рисунок 1).

Внешний контур капсулы безопасности региона предлагается построить на эталонных (пороговых) показателях национальных целей, это будет внешний контур, к достижению максимальных показателей которого должны стремиться субъекты РФ, что позволит достичь, при разработке и выполнении стратегий региональных экономических политик, поставленных целей и задач, следовательно, позволяет построить ориентиры устойчивой и динамичной экономики региона.

Внутренний контур капсулы безопасности должен быть четко определен, исходя из региональных условий и особенностей. Важно