



ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

03 [198] 2024

В. Цветкова

Система научной и технической информации в едином информационном пространстве России **4**

Д. Малыгин

Микросервисная архитектура в облачных системах: риски и возможности применения в 2024–2030 гг. **24**

Е. Кручинин, З. Лященко, А. Лященко

Оценка эффективности алгоритмов разработки и условий эксплуатации нейросети, фиксирующей контакт с поверхностью **44**



ISSN 0204-3653

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № 77-12208 от 29 марта 2002 г.
Учредитель и издатель ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
Тираж до 500 шт.
Периодичность выхода 6 раз в год

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Научно-редакционный совет

Трусов А. В. – доктор технических наук, директор Пермского ЦНТИ – филиала ФГБУ «РЭА» Минэнерго России (председатель совета); **Адамцевич Л. А.** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве НИУ МГСУ; **Антопольский А. Б.** – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ИНИОН РАН; **Баканов А. С.** – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ИППИ РАН; **Баканов В. М.** – профессор кафедры «Персональные компьютеры и сети» факультета информационных технологий МГУПИ; **Гулев С. К.** – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, руководитель лаборатории Института океанологии РАН; **Гуриев М. А.** – доктор технических наук, профессор, президент Союза операторов Интернета, председатель Совета фонда гражданских инициатив политики Интернета, член попечительского Совета фонда развития Интернета; **Добролюбов С. А.** – доктор географических наук, профессор, академик РАН, декан географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова; **Дзегеленок И. И.** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры вычислительных машин, систем и сетей НИУ «МЭИ»; **Дуань С.** – кандидат технических наук, магистр информационных технологий и бизнеса, генеральный директор Харбинской международной ассоциации научно-технического сотрудничества и обмена (КНР); **Евтушенко С. И.** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве НИУМГСУ; **Еремин Н. А.** – доктор технических наук, главный научный сотрудник ИПНГ РАН; **Железнов М. М.** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве НИУ МГСУ; **Залиханов М. Ч.** – доктор географических наук, профессор, академик РАН, заведующий Центром геоинформатики и чрезвычайных ситуаций КБГУ; **Каленов Н. Е.** – доктор технических наук, главный научный сотрудник МСЦ РАН; **Козьминых С. И.** – доктор технических наук, профессор кафедры информационной безопасности Финансового университета; **Лобанов И. В.** – кандидат юридических наук, доцент, ректор РЭУ им. Г. В. Плеханова; **Лопатина Н. В.** – доктор педагогических наук, заведующая кафедрой библиотечно-информационных наук МГИК, ведущий научный сотрудник ФИПС; **Образцов С. М.** – доктор физико-математических наук, начальник лаборатории математического моделирования АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»; **Партх П.** – доктор технических наук, Энергетический университет Пандита Диндайала (Индия); **Поляк Ю. Е.** – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН; **Сайпуллаев И. А.** – кандидат экономических наук, доцент, декан факультета экономики и управления Наманганского инженерно-строительного института (Республика Узбекистан); **Сотников А. Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заместитель директора МСЦ РАН; **Тикунов В. С.** – доктор географических наук, профессор, заведующий лабораторией комплексного картографирования, заведующий региональным центром мировой системы данных географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова; **Трусов В. А.** – доктор технических наук, профессор НИУ ВШЭ; **Филиппов С. П.** – доктор технических наук, академик РАН, директор ИНЭИ РАН; **Цветкова В. А.** – доктор технических наук, профессор кафедры библиотечно-информационных наук МГИК.

Содержание

От редакции

- 3 А. Горшкова**
ЦОДы: проблемы практики

Базы данных

- 4 В. Цветкова**
Система научной и технической информации в едином информационном пространстве России

- 12 И. Соболевская, А. Сотников**
Взаимодействие единого цифрового пространства научных знаний с существующими информационными системами

- 24 Д. Малыгин**
Микросервисная архитектура в облачных системах: риски и возможности применения в 2024–2030 гг.

ТЭК

- 34 А. Мельников, А. Распопов, А. Бачурин, Е. Гниломёдов**
Повышение эффективности информационных систем в процессе цифровизации ТЭК



ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

Искусственный интеллект

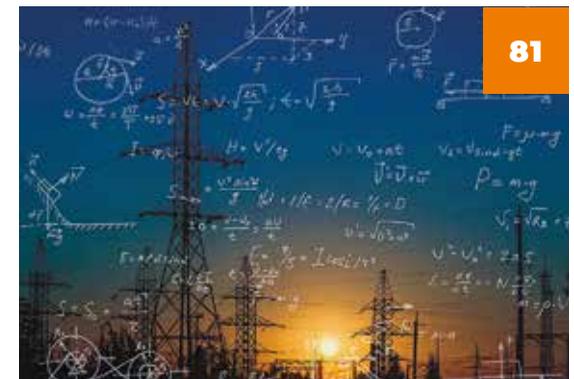
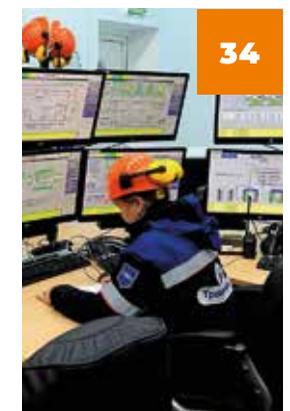
- 44 Е. Кручинин, З. Лященко, А. Лященко**
Оценка эффективности алгоритмов разработки и условий эксплуатации нейросети, фиксирующей контакт с поверхностью

Строительство

- 58 В. Бабчук, Л. Адамцевич**
Отечественные инструменты автоматизации проектирования объектов капитального строительства
- 68 А. Корнюш, Н. Иванов**
Современные средства анализа данных на службе строительных компаний

Математика

- 81 М. Кутернин, Г. Паршикова, А. Перфильев, А. Силаев**
Применение собственных функций в управлении энергосоздающими и энергопотребляемыми подразделениями экономики





Founder's word

3 A. Gorshkova
Data centers: problems of practice

Databases

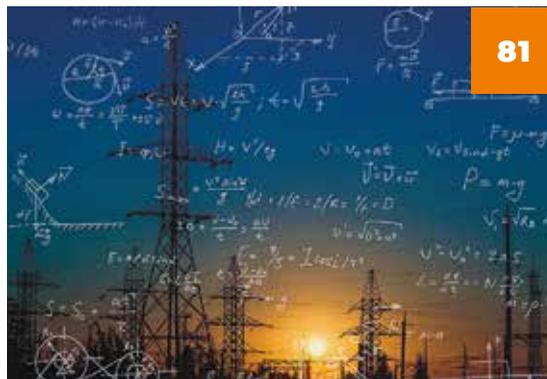
4 V. Tsvetkova
Scientific and technical information system in the unified information space of Russia

12 I. Sobolevskaya, A. Sotnikov
Interaction of the unified digital space of scientific knowledge with existing information systems

24 D. Malygin
Microservice architecture in cloud systems: risks and application opportunities in 2024–2030

Fuel and energy complex

34 A. Melnikov, A. Raspopov, A. Bachurin, E. Gnilomedov
Increasing the efficiency of information systems in the process of digitalization of the fuel and energy complex



Contents

Artificial intelligence

44 E. Kruchinin, Z. Lyashchenko, A. Lyashchenko
Evaluation of the efficiency of development algorithms and features of the operating conditions of a neural network recording contact with a surface

Construction

58 V. Babchuk, L. Adamtsevich
Domestic tools for automation of design of capital construction projects

68 A. Korniyush, N. Ivanov
Modern means of data analysis in the service of construction companies

Mathematics

81 M. Kuternin, G. Parshikova, A. Perfil'ev, A. Silaev
Application of own functions in the management of energy-producing and energy-consuming units of the economy

S
T
R
U
C
T
U
R
E
S
T
R
U
C
T
U
R
E
S

**ЦОДы:
проблемы практики**

Активное внедрение центров хранения и обработки данных порождает все больше и больше вопросов, связанных с практикой их использования, особенно если речь идет об отраслевых дата-центрах.

До сих пор большинство отраслевых ЦОДов создаются производственными компаниями для собственных нужд и исключительно на базе собственных данных. В результате, ресурсы таких дата-центров достаточно ограничены и не позволяют внедрить полноценные системы искусственного интеллекта. Синхронизация и гармонизация баз данных разных компаний упирается в проблемы конфиденциальности информации и сильной конкуренции на отраслевых рынках.

Не решенной остается проблема дефицита вычислительных мощностей. Крупные промышленные и отраслевые компании часто вынуждены самостоятельно создавать и поддерживать центры сбора, обработки и хранения данных, что требует значительных инвестиций, наличия квалифицированных кадров и технических ресурсов, при этом для компаний создание ЦОДов остается непрофильным направлением. Небольшие или узкопрофильные компании часто не могут позволить такие инвестиции.

Предложения майнинговых компаний о предоставлении своих ЦОДов для внедрения систем искусственного интеллекта упирается в проблемы обеспечения кибербезопасности и отсутствия нормативно-правовой базы, четко регулирующей взаимоотношения операторов ЦОДов и заказчиков систем ИИ.

Тем не менее развитие дата-центров идет опережающими экономику и промышленность темпами, что требует продолжения работы по усовершенствованию методик и правил функционирования этой новой сферы.

Главный редактор журнала «ИРР»,
Горшкова Анна



СИСТЕМА НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ РОССИИ

Аннотация. Рассмотрена Государственная система научной и технической информации (ГСНТИ), созданная в СССР в 1960-х гг. прошлого века. Проанализировано ее состояние от момента создания до настоящего времени. Обращено внимание на основные регламентирующие постановления и проекты государственного уровня. Исследованы кадровое, информационное и финансовое состояния научной среды на современном этапе. Предложены направления развития информационной инфраструктуры России на настоящем этапе.

Ключевые слова:

научная и техническая информация, государственная система научной информации, состояние научной среды, постановления и проекты.

Цветкова Валентина
Профессор, д. т. н.,
Всероссийский институт
научной и технической
информации Российской
академии наук – ВИНТИ РАН
E-mail: vats08@mail.ru

Источник: Gorodenkoff / depositphotos.com

УДК 004.65
DOI 10.52815/0204-3653_2024_3198_4
EDN: CDHJAL

«История настолько ускоряется, что вскоре в одну-единственную жизнь будет целиком вмещаться вся совокупность перемен, которые за свои жизни пережили все наши предки».

**Б. Вербер,
«Третье человечество»**

Созданная в 1960–1970 гг. прошлого века Государственная система научной и технической информации (ГСНТИ) была одним из лучших реализованных проектов в СССР. Она охватывала союзные и республиканские информационные центры, отраслевые и межотраслевые структуры и низовые центры НТИ на предприятиях. Она была системно проработана, у нее был единый координационный центр в лице Государственного комитета СССР по науке и технике (ГКНТ СССР), и она достаточно четко выполняла возложенные на нее функции по информационному обеспечению. К работе в структуре ГСНТИ были привлечены информационные, библиотечные, архивные службы – это было Единое информационное пространство. Один из основоположников ГСНТИ О. В. Кедровский отметил: «Мы можем с уверенностью утверждать, что создание ГСНТИ явилось наиболее представительной в мировой практике попыткой организации в масштабах страны рационального распределения труда по сбору, обработке и распространению документальных источников информации» [1, с. 460].

На настоящем этапе вновь обостряется задача активизации ГСНТИ, как инфраструктуры доступа к мировым современным знаниям и научно-технологическим достижениям, необходимым для развития экономики. Вопросы состояния и развития

ГСНТИ были рассмотрены в работах [2, 3]. Можно дискутировать о названии ГСНТИ или НСНТИ (национальная) или СНТИ (система НТИ) или СНИ (система научной информации). Сегодня мы говорим именно о государственной системе, поскольку промышленность, научные и образовательные структуры нуждаются в господдержке в форме ГСНТИ.

Период перестройки 1990-х гг. не мог не затронуть информационную инфраструктуру страны. Однако на государственном уровне в 1997 г. было принято Постановление № 950, благодаря которому, если не был остановлен, то в значительной степени был замедлен распад системы. В это постановление постоянно вносились изменения и дополнения. Обратим внимание на изменения и дополнения от 27 сентября 2022 г. [4]: утверждено новое Положение о Государственной системе научно-технической информации; координация работ по формированию и использованию государственных ресурсов научно-технической информации возложена на Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (п. 12), при министерстве в качестве совещательного органа создан совет Государственной системы научно-технической информации; скорректирован состав организаций, обеспечивающий формирование, ведение и организа-



Запись информации на лазерный диск
Источник: nanofakt.ru

цию использования федеральных информационных фондов, баз и банков данных по различным видам источников научнотехнической информации и направлений науки и техники. В его состав введены: ФГБУ «Российский центр научной информации» (РЦНИ) – по методологической поддержке мероприятий по руководству и управлению научными данными, по российским и зарубежным научным изданиям и базам данных; ФГАНУ «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти имени А. В. Старовойтова» – по ведущимся в стране и законченным открытым НИР и ОКР (бывший ЦИТИС); ФГУП «Научнотехнический центр оборонного комплекса «Компас» – по научно-исследовательским, опытно-конструкторским и технологическим работам; ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики Российской Федерации – по использованию результатов научнотехнической деятельности организаций в сфере топливно-

энергетического комплекса, энергосбережения. Но оказалась пропущенной ГПНТБ СО РАН, которая вела значительную работу по информационной поддержке Сибирского региона.

Еще в 2019 г. был принят федеральный проект «Информационная инфраструктура» от 28.05.2019 г. на период (01.11.2018 г. – 31.12.2024 г.) [5]. В этой программе есть все, «о чем мечталось и снилось»: об облачных технологиях, об искусственном интеллекте, об интеллектуальной собственности, но нет ни слова о таком секторе, как «информационная деятельность» или «научная и техническая информация». Видимо, авторы проекта не задумывались, что для научной разработки нужна научная и техническая информация (НТИ) и соответствующие структуры ее производящие и поддерживающие.

Есть наработки, которые позволяют задуматься над необходимостью воссоздания общенациональной инфраструктуры, которые нашли отражение в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [6]. Стратегия непосредственно касается состояния научной информации, она затрагивает такие необходимые для научно-технологического развития факторы (п. 16), как:

- 1) существенное сокращение времени между получением новых знаний и созданием технологий и продукции, и их выходом на рынок;
- 2) резкое увеличение объема научнотехнологической информации, возникновение принципиально новых способов работы с ней и усложнение форм организации, аппаратных и программных инструментов проведения научных исследований и разработок;
- 3) рост требований к квалификации исследователей, привлечение талантливых высококвалифицированных работников в науку, инженерию, технологическое предпринимательство;
- 4) возрастание роли международных стандартов;
- 5) создание и поддержка функционирования отечественных систем хранения

уникальной информации и данных, необходимых для проведения научных исследований и разработок;

- б) интеграция технологий искусственного интеллекта и активного использования их возможностей для повышения качества и эффективности научных исследований и разработок, в том числе посредством создания методологии обмена научными данными и информацией, развития отечественных сервисов, предназначенных для сбора, хранения и обработки таких данных. Таким образом, внимание вновь привлечено к информационной инфраструктуре.

В стратегии отмечены негативные тенденции (п. 1), которые в значительной степени затрагивают информационную деятельность. В том числе:

- 1) формирование информационных ресурсов и организация информационного обеспечения стали менее рациональными, наблюдается дублирование процессов обработки;
- 2) слабая кадровая обеспеченность информационных специалистов с владением информационно-телекоммуникационными технологиями;
- 3) не решены вопросы длительного хранения электронной информации.

Информационная деятельность питается и питает научную среду.

Научная среда, как экономическая составляющая общества, характеризуется:

- 1) состоянием научных кадров;
- 2) состоянием научного книгоиздания, то есть выпуском научной литературы, преимущественно научных книг и журналов;
- 3) состоянием материальной поддержки – финансированием.

Научные кадры. По утверждению Высшей школы экономики общая численность персонала, занятого исследованиями и разработками с 2010 г. по 2023 г., сократилась на 9,1%, а число исследователей – на 9,2% (с 368,9 до 340,7 тыс. человек). При этом численность научных кадров пока не вернулась к уровню 2010 г. [7].





Научное книгоиздание [8] характеризуется сокращением как книжных, так и журнальных изданий. С 2017 по 2023 гг. выпуск книг сократился со 117046 до 96344 наименований. Выпуск периодических изданий также имел отрицательную динамику: в 2017 г. – 7544 наименования, в 2023 г. – 6222 наименования, при этом число журналов в 2023 г. составило 5440. Значительную часть информационных задач взяли на себя библиотеки, которые оказались более адаптивными к изменениям среды, к новым технологиям. Библиотеки стали формировать электронные каталоги, которые заменяют библиографические базы данных и позволяют ориентироваться в межбиблиотечном информационном пространстве [9].

Финансирование в последние 5 лет составляет около 1% ВВП. Президент России В. В. Путин отметил, что в бюджете на 2024 г. объем средств на развитие науки увеличен, однако в реальном выражении расходы немного снизились на фоне инфляции [10]. В смете на 2024 г. наблюдается дальнейшее снижение расходов на науку, которые составят около 0,66% ВВП. Если принять уровень финансирования науки в 1988 г. за норму, то в 2024 г. выделяется уже всего 41% от нее [11]. Сократилось число исследователей и научных организаций. Если исследователей в 1990 г. насчитывалось 992600, то в 2022 г. – 340666 человек; научно-исследовательских центров и конструкторских бюро в 1990 г. было 4747, а в 2022 г. – 1833 [11]. Настоящий период требует пристального внимания как к кадровой обеспеченности, так и к финансированию научной деятельности в целом и ее основного компонента – научной и технической информации.

На этом фоне происходит изменение подходов к оценке научной деятельности [12]: наблюдается переход от сугубо количественных библиометрических показателей на основе публикаций (данных) из Web of Science Core Collection – (США, фирма Clarivate Analytics) и Scopus – (Нидерланды, фирма Elsevier), к рейтингованию журналов, что еще больше подвергается критике из-за сложности и нечеткости применения. Три предложенных

Серверная суперкомпьютеров
Источник: hardwareluxx.ru



База данных Scopus
Источник: kasto / depositphotos.com

перечня: «Белый список» – около 30 тыс. журналов из разных стран с четырьмя уровнями важности (ответственный исполнитель РЦНИ); Перечень Высшей аттестационной комиссии (ВАК) – основной, более 2 тыс. журналов, критерии отбора которых не вполне понятны, с тремя категориями важности, но третья категория нигде не учитывается; Перечень российских переводных журналов – около 1200 журналов, учитывается как составная часть перечня ВАК с первой категорией важности.

В перечнях нет согласованности, категории (уровни) расходятся, названия журналов и ISSN требуют уточнения. В этой связи необходимо уточнить целевые функции перечней; согласовать категоричность и отработать все нечеткости. Может быть это и есть одна из задач новой ГСНТИ, на основе консолидации усилий информационных, библиотечных, образовательных структур?

В ноябре 2022 г. Агентством стратегических инициатив и Российским экспортным центром был запущен проект «Горизонт – 2040»

[13]. Проект не направлен непосредственно на информационную деятельность, но, поскольку его основной задачей является видение ключевых вызовов на период до 2040 г., по-видимому, информационная инфраструктура в этом проекте займет достойную позицию. Основные задачи проекта видятся в определении ключевых вызовов и трендов, которые с разной степенью вероятности могут произойти в социально-экономической жизни как российского, так и мирового сообщества на горизонте до 2040 г. Среди наиболее важных трендов проекта выделено направление, связанное с созданием и развитием перспективных интегрированных информационных ресурсов (ИИР) в сфере цифровизации и биотехнологий, которые становятся все более дорогими, включая вызовы, связанные с разработкой стандартов по защите новых типов данных. «Горизонт – 2040» определяет в числе основных направлений развития следующие: развитие искусственного интеллекта (ИИ) как самообучающихся

систем различного назначения с распознаванием образов, работа с большими данными, управление сложными процессами и др. ИИ становится технологической базой для всей системы производства, распределения, потребления и управления.

Задача настоящего периода – проанализировать состояние информационной инфраструктуры, акцентируя внимание на вопросах:

1. Какой должна быть в России информационная инфраструктура и какова роль государства в управлении ею?
2. Нужны ли России собственные генераторы информационных ресурсов или достаточно иметь доступ к зарубежным базам и банкам данных, таким как WOS CC и Scopus?
3. Насколько достаточно и правомерно проводить оценку состояния, строить работу российской науки и проводить оценку продуктивности российских ученых исключительно на основе данных двух зарубежных библиометрических систем WOS CC и Scopus, индексирующих не более 10–15% российских публикаций [14]?
4. Каковы роль и значение межгосударственного сотрудничества [15]?

Предложения

Современные условия и перспективы развития информационной инфраструктуры требуют:

- разработки и реализации программы развития национальных информационных ресурсов, которая могла бы войти в систему национальных проектов страны, как один из важнейших драйверов роста и развития государства в новых условиях, для чего необходимо сформировать государственный заказ на подготовку, ведение и поддержку ресурсов НТИ, сформировать рабочую группу для разработки проекта программы, в которую должны войти информационные, библиотечные, архивные, образовательные структуры;

- консолидации усилий информационных, библиотечных и архивных структур по созданию национальных информационных ресурсов. Межведомственная разобщенность приводит к несогласованности технологических и процедурных решений (методическую роль могли бы взять ВИНТИ и/или ГПНТБ России и/или РЦНИ);
- обеспечения сохранности как традиционных, так и электронных информационных ресурсов, включая сохранность хотя бы одного экземпляра печатной научной литературы (РКП) и носителей долговременного хранения. Оцифровка решает вопросы доступности, но не решает вопросы сохранности;
- решения кадровых вопросов. Уровень подготовки специалистов для информационной и библиотечной деятельности в настоящее время ограничен, в части информационных технологий и проектирования информационных систем подготовка еще более слабая;
- проведения реальной интеграции ресурсов как внутри ГСНТИ, так и с системами стран СНГ, БРИКС, ЕАЭС, что становится новой областью взаимовыгодного сотрудничества.

Существующий уровень развития ИТ позволяет без существенных затруднений создавать национальные электронные информационные ресурсы с учетом всех основных языков, используемых в мире, делая эти ресурсы общедоступными.

Заключительный аккорд

Таким образом, в России складывается тяжелая ситуация, при которой существуют хорошо отработанные системы хранения данных, в том числе «Большие данные», облачные технологии, элементы искусственного интеллекта – Chat GPT – Generative Pre-trained Transformer, но отсутствуют согласованные методологические решения, которые бы позволили создать эффективную, жизнеспособную информационную систему на государственном уровне.

THE SYSTEM OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION IN THE UNIFIED INFORMATION SPACE OF RUSSIA

Tsvetkova Valentina, Professor, Doctor of Technical Sciences, All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences – VINITI RAS. E-mail: vats08@mail.ru

Abstract. The State System of Scientific and Technical Information (GSNTI), created in the USSR in the 60s of the last century, is considered. Its condition has been analyzed from the moment of creation to the present. Attention is drawn to the main regulatory resolutions and state-level projects. The personnel, information and financial condition of the scientific environment at the present stage is investigated. The directions of development of the information infrastructure of Russia at the present stage are proposed. **Keywords:** scientific and technical information, the state system of scientific information, the state of the scientific environment, resolutions and projects.

Библиографический список

1. Кедровский О. В. Записки конформиста. – Томск: Изд-во ООО «Центр полиграфических работ». 2009. С. 460.
2. Цветкова В. А., Родионов И. И., Гиляревский Р. С. Задачи развития информационной сервисной инфраструктуры России на современном этапе // Информационные ресурсы России. № 4 (188), 2022. С. 72–83.
3. Библиотечная история. Современное состояние и перспективы изучения: Коллективная монография. – Москва: МГИК, 2021. С. 22–37; 153–184; Цветкова В. А. Глава «Исторические аспекты информационной инфраструктуры: теоретико-методологический подход» – С. 22–37; Глава «Информационная инфраструктура России: с 18 века по настоящее время» – С. 153–184.
4. Постановление Правительства РФ от 24 июля 1997 г. № 950 «Об утверждении Положения о Государственной системе научно-технической информации» с изменениями и дополнениями от: 10 июля 1998 г., 31 марта 2009 г., 22 апреля 2010 г., 6 июня 2013 г., 16 июля 2014 г., 4 мая 2018 г., 27 сентября 2022 г.
5. Паспорт федерального проекта «Информационная инфраструктура», утвержденный правительственной комиссией по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности. Протокол № 9 от 28 мая 2019 г. URL: <http://base.garant.ru> (дата обращения 03.06.2023 г.).
6. «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации». Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 (29 февраля 2024). URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/> (дата обращения: 17.05.2024 г.).
7. Кадры российской науки. НИУ «Высшая школа экономики» – Институт статистических исследований и экономики знаний. URL: <https://issek.hse.ru/news/871682314.html> (дата обращения: 13.02.2024 г.).
8. Выпуск книг и периодических изданий в России. РКП. URL: <https://issek.hse.ru/news/871682314.html> (дата обращения: 13.02.2024 г.).
9. Шрайберг Я. Л., Цветкова В. А., Маршак Б. И. Особенности разработки и реализации крупной информационной системы национального масштаба в сфере образования и науки // НТИ. Сер. 1. 2014. № 11. С. 16–21.
10. Путин предложил увеличить финансирование российской науки. URL: <https://rentv/news/1188742-putin-poruchil-uvlechit-finansirovanie-rossiiskoi-nauki> (Дата обращения 25.05.2024 г.).
11. Финансирование науки в России в 2023 г. URL: <https://www.yaplakal.com/forum/topic2736904.html> (Дата обращения 25.05.2024 г.).
12. Методика оценки результативности научной деятельности молодых ученых научных организаций и образовательных организаций высшего образования. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 11 сентября 2023 г. № 887. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407714271/> (дата обращения 01.06.2024 г.).
13. Проект «Горизонт – 2040». URL: https://asi.ru/government_officials/horizont2040/ (дата обращения 30.05.2024 г.).
14. Ерохина Е. Российская наука в Scopus и WoS: количество или качество. Пастель доля российских публикаций в мировых базах данных. URL: <https://indicator.ru/engineering-science/rossijskaya-nauka-v-scopus-i-wos-kolichestvo-ili-kachestvo.htm> (дата обращения: 07.06.2024 г.).
15. Цветкова В. А., Шрайберг Я. Л., Родионов И. И. Информационная инфраструктура России на современном этапе: опыт и тенденции развития // Состояние и перспективы развития международной государственной сети научно-технической информации: Сборник материалов международной научно-практической конференции. Минск, 19–20 июня 2023 г. – М.: Государственная публичная научно-техническая библиотека России. 2024. С. 48–56.

Bibliography:

1. Kedrovsky O. V. Notes of a conformist. Tomsk: Publishing house of LLC "Center of printing works". 2009. p. 460.
2. Tsvetkova V. A., Rodionov I. I., Gilyarevsky R. S. Tasks of development of information service infrastructure of Russia at the present stage // information resources of Russia. No. 4 (188), 2022. pp. 72–83.
3. Library history. The current state and prospects of study: A collective monograph. – Moscow: IPCC, 2021. pp. 22–37; 153–184; Tsvetkova V. A. Chapter "Historical aspects of information infrastructure: a theoretical and methodological approach" – pp. 22–37; chapter "Information infrastructure of Russia: from the 18th century to the present" – pp. 153–184.
4. Resolution of the Government of the Russian Federation dated July 24, 1997 No. 950 "On Approval of the Regulations on the State System of Scientific and Technical Information" with amendments and Additions dated: July 10, 1998, March 31, 2009, April 22, 2010, June 6, 2013, July 16, 2014, May 4, 2018, September 27 2022.
5. The passport of the federal Information Infrastructure project, approved by the government Commission for Digital Development, assumes the use of information technologies to improve the quality of life and business conditions. Protocol No. 9 of May 28, 2019 URL: <http://base.garant.ru> (accessed 06/03/2023).
6. "Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation". Decree of the President of the Russian Federation No. 145 dated February 28, 2024 (February 29, 2024). URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/> / / date of application: 05/17/2024).
7. Cadres of Russian science. Higher School of Economics is an Institute for Statistical Research and Knowledge Economics. URL: <https://issek.hse.ru/news/871682314.html> (date of circulation: 02/13/2024).
8. Issue of books and periodicals in Russia. In the Red Army. URL: <https://issek.hse.ru/news/871682314.html> (date of address: 02/13/2024).
9. Shraiberg Ya. L., Tsvetkova V. A., Marshak B. I. Features of the development and implementation of a large national-scale information system in the field of education and science // NTI. Serb. 1. 2014. No. 11. pp. 16–21.
10. Putin proposed to increase funding for Russian science. URL: <https://rentv/news/1188742-putin-poruchil-uvlechit-finansirovanie-rossiiskoi-nauki> (accessed 05/25/2024).
11. Financing of science in Russia in 2023. URL: <https://www.yaplakal.com/forum/topic2736904.html> (accessed 05/25/2024).
12. Methodology for evaluating the effectiveness of scientific activities of young scientists of scientific organizations and educational institutions of higher education. Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated September 11, 2023 No. 887. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407714271/> / / date of application 06/01/2024).
13. Project "Horizon – 2040". URL: https://asi.ru/government_officials/horizont2040/ / / date of application 30.05.2024).
14. Erokhina E. Russian Science in Scopus and WoS: quantity or quality. The share of Russian publications in global databases is being investigated. URL: <https://indicator.ru/engineering-science/rossijskaya-nauka-v-scopus-i-wos-kolichestvo-ili-kachestvo.htm> (date of application: 06/07/2024).
15. Tsvetkova V. A., Shraiberg Ya. L., Rodionov I. N. I. Information infrastructure of Russia at the present stage: experience and development trends // state and prospects of development of the international state network of scientific and technical information: a collection of materials of the international scientific and practical conference. Minsk, June 19–20, 2023 – Moscow: State Public Scientific and Technical Library of Russia. 2024. pp. 48–56.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЕДИНОГО ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ С СУЩЕСТВУЮЩИМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Соболевская Ирина
Старший научный сотрудник
Межведомственного
суперкомпьютерного
центра РАН – филиала
ФНЦ НИИСИ РАН, старший
научный сотрудник ФНЦ
НИИСИ РАН, Национальный
исследовательский центр
«Курчатовский институт»,
к. ф. - м. н.

Сотников Александр
Заместитель директора
Межведомственного
суперкомпьютерного
центра РАН – филиала
ФНЦ НИИСИ РАН, главный
научный сотрудник ФНЦ
НИИСИ РАН, Национальный
исследовательский центр
«Курчатовский институт»,
д. ф. - м. н., профессор

Аннотация. Существующие информационные ресурсы не являются непосредственными составляющими единого цифрового пространства научных знаний, но могут выступать его источниками. Источники этих знаний отбираются по критериям качества и достоверности. В работе приведена классификация информационных систем. Приводится краткий обзор существующих научных информационных ресурсов и сервисов, проведен анализ информационных систем с точки зрения возможности интеграции этих систем с единым цифровым пространством научных знаний. Приведены примеры научных информационных систем.

Ключевые слова:

единое цифровое пространство научных знаний (ЕЦПНЗ), онтология, информационные системы (ИС), государственные информационные системы (ГИС), национальная электронная библиотека (НЭБ), интеграция.

Введение

Единое цифровое пространство научных знаний (ЕЦПНЗ) – структурированная информационная среда, обеспечивающая [1]:

- формирование и хранение в виде связанных данных поливидовой цифровой научной информации, достоверность которой подтверждена научным сообществом;
- многоаспектный поиск данных, визуализацию и навигацию по связанным ресурсам, в том числе относящимся к различным тематическим научным направлениям;
- избирательное предоставление информации, ориентированное на различные группы пользователей [2]. Концепция формирования ЕЦПНЗ основана на принципах Semantic WEB [3]. В настоящее время предложена структура онтологии ЕЦПНЗ [4, 5] и сформулированы принципы формирования контента.

Основой контента ЕЦПНЗ являются цифровые научные ресурсы, представленные в виде метаданных, описывающих физические сущности (людей, природные явления, публикации и пр.); оцифрованные мультимедийные объекты (фото-, аудио-, видеодокументы, 3D-модели музейных объектов и пр.). Особенность ЕЦПНЗ в том, что его программная оболочка должна интегрировать

разнородные многоаспектные ресурсы из различных областей науки [2, 6]. Источниками наполнения ЕЦПНЗ являются ресурсы цифрового научного пространства, отличающихся достоверностью и актуальностью.

ЕЦПНЗ, по определению, не является собственно генератором научных знаний, а рассматривается как интегратор для научных целей существующих информационных систем – как государственных (ГИС), так и отраслевых информационных систем (НИС), таких как MathNet, СоциоНет и др.

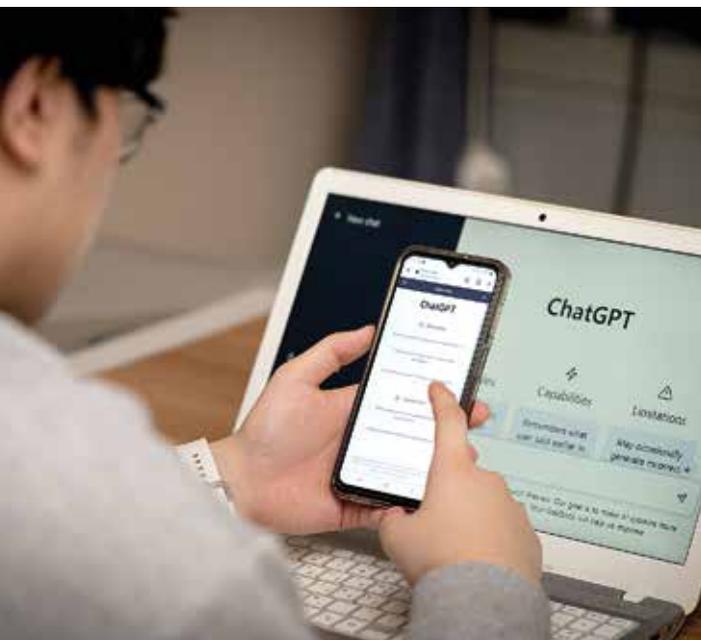
В этой связи целесообразно проанализировать существующие в стране информационные системы (ИС) и выделить из них те, которые могут служить источниками контента ЕЦПНЗ.

Информационные системы

Классификация информационных систем. Информационные системы могут классифицироваться по-разному [7, 8], в том числе по характеру представления и логической организации хранимой информации [9]:

- фактографические, предназначенные для сбора и хранения информации в виде множества экземпляров одних или нескольких типовых структур данных, которые отражают сведения по конкретному факту, событию, происшествию и т. д.;

Источниками наполнения единого цифрового пространства являются ресурсы цифрового пространства, отличающиеся достоверностью и актуальностью



Студент использует Chat GPT
Источник: jupix / depositphotos.com

- документальные, предназначенные для сбора и хранения структурированной информации, типовым единичным элементом которой является документ и его реквизиты;
- геоинформационные, предназначенные для сбора и хранения данных, организованных в виде отдельных информационных объектов, привязанных к общей электронной топографической основе. Классификация ИС может также проводиться по выполняемым функциям и решаемым задачам. По этому критерию ИС можно разделить на следующие классы [10]:
- справочные, к ним относятся системы предоставляющие пользователям совокупные классы объектов, систематизированных в виде электронных карточек, картотек, электронных записных книжек, словарей и т. д.;
- информационно-поисковые системы, предоставляющие пользователям возможности поиска и получения информа-

ции, по ключевым словам, в составе некоторого информационного пространства;

- расчётные системы, производящие для пользователя обработку информации;
- технологические системы, обеспечивающие автоматизацию всего технологического цикла организации или отдельных её компонентов.

Кроме того, согласно Федеральному закону от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ (ред. от 12.12.2023 г.) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (статья 13) [11], информационные системы включают в себя:

- 1) государственные информационные системы – федеральные информационные системы и региональные информационные системы, созданные на основании федеральных законов, законов субъектов Российской Федерации, на основании правовых актов государственных органов;
- 2) муниципальные информационные системы, созданные на основании решения органа местного самоуправления;
- 3) иные информационные системы.

Так как информация, представляемая в ЕЦПНЗ, является верифицированной научной информацией, то наибольший интерес при формировании ЕЦПНЗ представляет возможность интеграции, в первую очередь, с ГИС, содержащими фактографическую, документальную и геоинформационную компоненты.

Научные информационные системы. Научные информационные системы предназначены для обеспечения научной деятельности. Они формируются и функционируют по следующим основным принципам:

1. Предметная ориентация. НИС создаются и развиваются в рамках определенных научных дисциплин или междисциплинарных областей.
2. Интеграция информационных ресурсов. НИС объединяют различные источники научной информации: публикации, базы данных, экспериментальные данные, патенты, нормативные документы и т. д. Примерами таких НИС являются:

- Springer Nature SciGraph [12] – междисциплинарная ИС, объединяющая данные из различных источников издательства Springer Nature. SciGraph интегрирует информацию из большого числа источников, включая научные публикации, патенты, гранты, организации, персоналии и т. д.;
 - Figshare [13] позволяет пользователям загружать, хранить и публиковать широкий спектр цифровых объектов, включая наборы данных, изображения, таблицы, графики, видео, презентации и другие форматы;
 - Zenodo [14] – цифровой репозиторий с открытым доступом, созданный для хранения и публикации научных данных, статей, программно-обеспечения, презентаций, изображений и других исследовательских материалов. Пользователи могут создавать сообщества внутри Zenodo для совместной работы и публикации материалов. Zenodo разработан совместно Европейским центром ядерных исследований (CERN) и Европейской комиссией как репозиторий для публикации и распространения научных результатов, полученных в рамках финансируемых ЕС исследований.
3. Поддержка исследовательского цикла:
 - информационная поддержка: поиск, обработка, хранение, анализ информации;
 - технологическая поддержка: облачные вычисления, виртуальные лаборатории и т. п.

Государственные информационные системы. Государственная информационная система – это информационная система федерального или регионального уровня, созданная на основании федеральных законов, законов субъектов Российской Федерации, правовых актов государственных органов. Государственные информационные системы создаются для обеспечения обмена информацией между собой, а также в иных установленных федеральными законами целях (Федеральный закон «Об ин-

формации, информационных технологиях и о защите информации» от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ); [15].

Информация, хранящаяся в государственных информационных системах, считается официальной. Организации, участвующие в функционировании ГИС, обязаны обеспечивать точность и актуальность этой информации, предоставлять доступ к ней в установленных законом случаях, а также защищать её от незаконного доступа, уничтожения, изменения, блокирования и других незаконных действий [16].

ГИС формируются на основе нескольких ключевых принципов:

1. Законность: ГИС создаются и функционируют в соответствии с законодательством страны. Это означает, что все данные, хранящиеся в системе, должны быть собраны и обработаны в соответствии с действующими законами о защите персональных данных и конфиденциальности информации.
2. Централизация: ГИС обычно централизованы, они управляются и контролируются одним или несколькими государственными органами. Это позволяет обеспечить единый стандарт и управление данными, а также упрощает доступ к информации для различных государственных учреждений.
3. Открытость: ГИС должны быть открытыми и доступными для общественности в соответствии с законодательством о свободе информации.
4. Безопасность: ГИС должны быть защищены от несанкционированного доступа, изменения или уничтожения данных. Это достигается путем использования различных мер безопасности, таких как шифрование, аутентификация и авторизация.
5. Эффективность: ГИС должны быть эффективными и способными обрабатывать большие объемы данных. Это достигается путем использования современных технологий и инфраструктуры, а также оптимизации процессов сбора, хранения и обработки данных.

6. Интеграция: ГИС должны быть интегрированы с другими системами и базами данных, чтобы обеспечить обмен информацией и взаимодействие между различными государственными учреждениями.
7. Адаптивность: ГИС должны быть гибкими и способными адаптироваться к изменяющимся потребностям и требованиям. Это достигается путем постоянного обновления и модернизации системы.

Важно отметить, что принципы формирования ГИС могут варьироваться, в зависимости от конкретной системы.

Наряду с ГИС существуют ведомственные информационные системы (ВИС).

Сравнение государственных информационных систем и ведомственных информационных систем

Государственные информационные системы и ведомственные информационные системы имеют ряд отличий [17]:

1. Уровень управления: ГИС управляются на уровне государства, в то время как ВИС управляются на уровне отдельных ведомств или организаций.
2. Сфера применения: ГИС обычно охватывают широкий спектр государственных функций и услуг, в то время как ВИС обычно ориентированы на конкретные задачи или функции определенного ведомства.
3. Доступность: ГИС обычно доступны для всех государственных учреждений и граждан, в то время как ВИС могут быть доступны только для сотрудников конкретного ведомства.
4. Открытость: ГИС обычно более открыты и доступны для общественности, в то время как ВИС могут быть более закрытыми и ограниченными в доступе.
5. Законодательство: ГИС обычно регулируются более строгими законами и правилами, в то время как ВИС могут быть регулированы менее строгими правилами.

6. Интеграция: ГИС обычно интегрированы с другими государственными системами и базами данных, в то время как ВИС могут быть более изолированными.
7. Финансирование: ГИС обычно финансируются из государственного бюджета, в то время как ВИС могут финансироваться из бюджета конкретного ведомства.

Ниже приведен обзор некоторых ГИС, представляющих интерес для интеграции с ЕЦПНЗ.

Примеры государственных информационных систем

Государственные информационные системы Министерства культуры РФ. НЭБ – федеральная государственная информационная система, создаваемая Министерством культуры Российской Федерации при участии крупнейших библиотек, музеев, архивов, издателей и других правообладателей.

Оператором НЭБ является Российская государственная библиотека.

В НЭБ представлены переведенные в электронную форму книги, включая редкие и ценные издания, рукописи, диссертации, авторефераты, монографии, изоиздания, ноты, картографические издания, патенты и периодическая литература.

Основой формирования фондов НЭБ, согласно указанию Президента Российской Федерации от 17.02.2018 г. № Пр-294, является обязательный экземпляр печатного издания в электронной форме, получаемый Российской государственной библиотекой. Доступ к таким объектам предоставляется после заключения лицензионного соглашения с правообладателями. Приказ № 231 от 24.01.2015 г. «О вводе в промышленную эксплуатацию информационной системы «Национальная электронная библиотека» [18].

ГИС МК РФ – Геоинформационная система Министерства культуры Российской Федерации (ГИС МК РФ) – единственная картографическая система МК РФ. Система предоставляет информацию (на карте и в табличных представлениях) руководителям в сфере культуры о выполнении регионами [19].

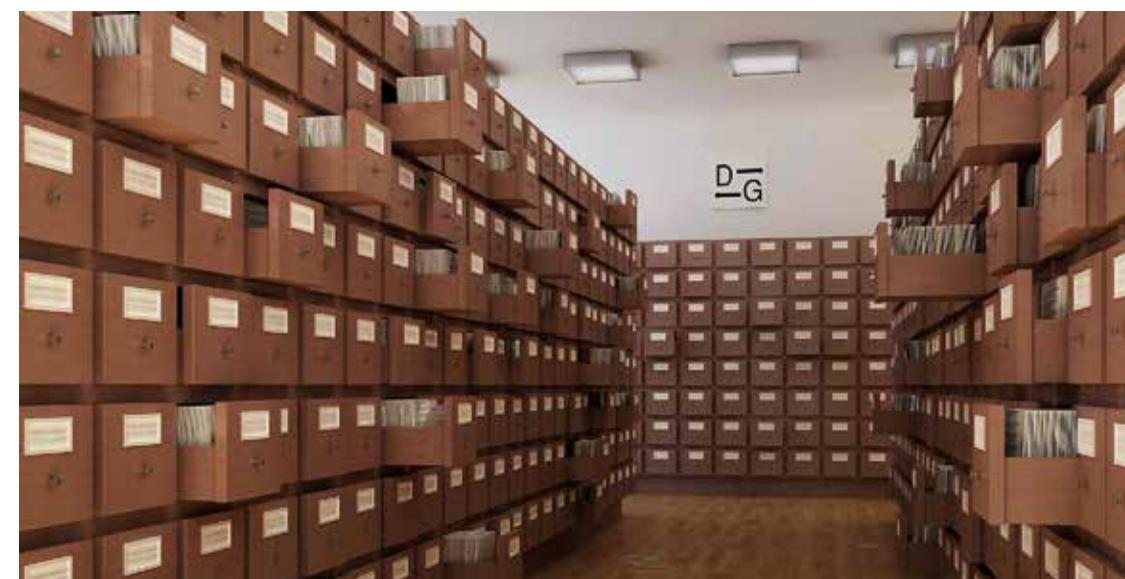
ФГИС Госкаталог – Государственный каталог Музейного фонда Российской Федерации – единственная информационная система, в которой собирается и хранится информация обо всех музеях и музейных предметах нашей страны, осуществляется их государственный учёт [20]. Приказ № 960 от 04.10.2011 г. «О порядке и сроках ввода в эксплуатацию Федеральной государственной информационной системы «Государственный каталог Музейного фонда Российской Федерации» [21].

АИС ЕГРОКН – Единый государственный реестр объектов культурного наследия (ЕГРОКН) – государственная информационная система, которая предназначена для обеспечения автоматизации технологических процессов ведения актуальных сведений об объектах культурного наследия (ОКН) и ведения единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ в электронном виде (более – 144 000 зарегистрированных объектов и более 5000 объектов в процессе регистрации), как на фе-

деральном, так и на региональном уровнях. Публичная часть сведений из ЕГРОКН о зарегистрированных объектах культурного наследия отображается на портале открытых данных Министерства культуры РФ и доступна для ознакомления всем желающим [22]. Приказ № 2508 от 30.12.2014 г. «О порядке и сроке ввода в промышленную эксплуатацию федеральной автоматизированной информационной системы «Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» (первая очередь) [23].

Культура.РФ – Приказ № 632 от 21.03.2016 г. «О вводе в промышленную эксплуатацию единого интернет-портала для популяризации культурного наследия и традиций России (Культура.рф)» [24]. Проект «Единое информационное пространство в сфере культуры» – это система с разветвленной структурой взаимодействия между органами исполнительной власти и учреждениями культуры разных уровней подчинения: федеральными, региональными, муниципальными.

Каталоги старых библиотек
Источник: stanslavov1 / depositphotos.com





Научная электронная библиотека eLibrary.ru
Источник: fizkes / depositphotos.com

ми. С помощью этого проекта учреждения и организации сферы культуры получают доступ к информационному пространству социальных сетей, ведущих новостных и развлекательных ресурсов России, могут делать почтовые рассылки и выстраивать коммуникацию со своими потенциальными посетителями на всех уровнях. Основная задача системы – распространение достоверной и актуальной информации о мероприятиях культурной жизни. Система позволяет получить доступ к информационным партнерам федерального уровня, доступным способом рассказать о реальной активности культурной жизни региона [25].

Государственные информационные системы Министерства науки и высшего образования РФ. ГИС СЦОС – система объединяет информацию обо всех онлайн-курсах в стране и результатах их освоения учащимися. Решение реализовано в виде создания единого реестра онлайн-курсов путем интеграции образовательных платформ. Формирование и ведение реестра будет контролировать Минобрнауки России.

Рассчитанная на высшую школу ГИС, создана на базе информационного ресурса (портала), обеспечивающего доступ по принципу «одного окна» к онлайн-курсам, реализуемым различными образовательными платформами, и созданного в рамках приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» [26]. Постановление Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1836, приказ Минобрнауки 30.04.2021 г. № 358 «О вводе в эксплуатацию ГИС СЦОС».

Государственные информационные системы Росреестра. ГИС ЕЭКО – государственная информационная система ведения единой электронной картографической основы (ГИС ЕЭКО) [27].

ГКГН – Государственный каталог географических названий. Работы по созданию и ведению Государственного каталога географических названий осуществляются в соответствии с Федеральным законом от 18.12.1997 г. № 152-ФЗ «О наименованиях географических объектов» и приказом Росреестра от 22.06.2022 г. № П/0241 «Об утверждении

Порядка регистрации и учета наименований географических объектов, издания словарей и справочников наименований географических объектов, а также выполнения работ по созданию государственного каталога географических названий и его ведения». Оператором государственного каталога географических названий является ППК «Роскадастр». Внесению в государственный каталог подлежат наименования географических объектов Российской Федерации, континентального шельфа и исключительной экономической зоны Российской Федерации, а также наименования географических объектов, открытых или выделенных российскими исследователями в пределах открытого моря и Антарктики [28].

Большая российская энциклопедия. «Большая российская энциклопедия» (БРЭ) – российский общенациональный научно-образовательный интерактивный энциклопедический портал на базе Большой российской энциклопедии с привлечением других российских научных энциклопедий, музеев, архивов и библиотек, организаций науки и образования, учреждений культуры. Портал БРЭ создается по распоряжению Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2804-р [29]. Основу контента БРЭ составляют дополненные и расширенные статьи универсальной Большой российской энциклопедии, отраслевых и региональных энциклопедий. Подготовка энциклопедических статей подразумевает участие экспертов из разных областей знания в целях реализации принципа междисциплинарности, а также формирование пользовательского интерактивного инструментария, обеспечивающего взаимосвязанность информационных единиц контента [30].

Примеры ведомственных информационных систем и информационных систем открытого доступа

Ниже приведен краткий перечень некоторых негосударственных (как российских, так и зарубежных) ИС, финансируемых органи-

зациями или частными лицами и имеющих открытый доступ к части (или полностью) своего контента.

Math-Net.Ru. Общероссийский портал, предоставляющий интегрированную ИС, предоставляющую пользователям возможности в поиске научной информации по математике, физике, информационным технологиям и смежным наукам. Math-Net принадлежит и управляется Математическим институтом им. В. А. Стеклова РАН (МИАН) [31].

eLibrary.ru. Научная электронная библиотека принадлежит ООО «Научная электронная библиотека». Это коммерческий проект, финансируемый и развиваемый за счет средств самой компании. Доступ к части контента eLibrary.ru предоставляется на платной основе по подписке для организаций, однако значительная часть контента в eLibrary.ru находится в открытом бесплатном доступе [32].

«КиберЛенинка». Научная электронная библиотека открытого доступа, содержащая полные тексты научных статей и журналов по различным дисциплинам. «КиберЛенинка» принадлежит одноимённому некоммерческому проекту, который был создан в рамках программы «Научный архив России» [33].

DOAJ (Directory of Open Access Journals). Каталог, индексирующий и обеспечивающий доступ к высококачественным, рецензируемым журналам открытого доступа. DOAJ индексирует более 16 000 открытых академических журналов из более чем 130 стран мира. DOAJ принадлежит и управляется некоммерческой организацией Infrastructure Services for Open Access [34].

arXiv.org. Открытый архив электронных публикаций в области физики, математики, компьютерных наук и других смежных дисциплин. Все материалы, находящиеся в arXiv.org, доступны для чтения и скачивания. Авторы сами загружают свои работы в архив. Публикации не рецензируются, а только проходят проверку модераторами на соответствие требованиям архива. Архив принадлежит и управляется Корнеллским университетом [35].

Semantic Scholar. Это открытая научная поисковая система и интеллектуальная платформа, основанная на искусственном интеллекте и машинном обучении, предназначенная для поиска и анализа научной информации. Semantic Scholar полностью принадлежит и управляется некоммерческой исследовательской организацией «Институт Аллена», использующей этот проект для продвижения открытой науки и развития технологий искусственного интеллекта [36].

BASE (Bielefeld Academic Search Engine). Это портал для поиска научных публикаций, принадлежащий Университету Билефельда в Германии. База данных BASE включает более 240 млн документов из более чем 8000 источников [37].

PubMed Central. Это открытый архив биомедицинских и общественных наук, поддерживаемый Национальной медицинской библиотекой США. Содержит более 6 млн научных статей [38].

Europe PMC. Европейский аналог PubMed Central, поддерживаемый Wellcome Trust и финансируемые европейскими организациями. Содержит более 2,5 млн научных статей [39].

BioOne. Это база данных, объединяющая более 180 ведущих мировых издателей, предоставляющих полнотекстовые статьи из более чем 200 журналов и 36 тыс. книг по биологии и экологии. BioOne принадлежит группе издателей, включающей общество Society for the Study of Evolution и издательство John Wiley & Sons [40].

ChemSpider. Это открытая база данных химических веществ, управляемая Королевским химическим обществом (UK). Содержит информацию о более 67 млн химических соединений. Предоставляет различные данные о физических, химических и биологических свойствах [41].

PubChem. Это открытая база данных, управляемая Национальным институтом здоровья (NIH) США. Содержит информацию о химических структурах, свойствах и биологической активности соединений. Включает данные о более чем 100 млн химических веществ [42].

Это далеко не полный перечень научных ИС. Однако, информационная составляющая этих БД может представлять интерес с точки зрения ее интеграции в ЕЦПНЗ. Контент некоторых ИС можно считать верифицированным с точки зрения научного сообщества. А именно: информация, содержащаяся, например, в **Math-Net** или в **PubChem** «интегрируется» в ЕЦПНЗ «по умолчанию» (т. к. МИАН и НИИ соответственно «несут ответственность» за информацию, представленную на ими контролируемом сайте).

Взаимодействие единого цифрового пространства научных знаний с информационными системами

Взаимодействие ЕЦПНЗ с ИС предусматривает различные технологии, зависящие от конкретных ИС. В некоторых случаях в ЕЦПНЗ достаточно разместить идентификатор объекта, однозначно определяющий его в ИС, по которому можно получить подробную информацию о нем в сетевом режиме (это относится, например, к взаимодействию ЕЦПНЗ с БРЭ и НЭБ и другими документальными ИС). В других случаях из ИС могут быть выгружены и включены в ЕЦПНЗ метаданные объектов, а собственно цифровые оригиналы остаются на серверах, поддерживающих ИС (такой подход характерен для архивных ИС).

Третий вариант, когда объект полностью хранится в ЕЦПНЗ, характерен для музейных объектов, оцифровка которых осуществляется целенаправленно для отражения их моделей в ЕЦПНЗ. Этот же вариант реализуется при взаимодействиях с каталогами и реестрами географических названий, которые позволяют импортировать данные в табличной форме [43, 44].

Для обеспечения взаимодействия ЕЦПНЗ с ИС, в первую очередь, необходимо определить перечень ИС, содержащих верифицированную актуальную научную информацию. Очевидно, что отбор таких систем должен производиться на основе экспертной оценки. Для решения этой задачи может быть использован разработанный в МСЦ РАН сетевой программный комплекс «Экспертиза» [45, 46].

Для каждой из отобранных ИС необходимо определить и согласовать правила взаимодействия с ЕЦПНЗ, обеспечивающие надежность связи и актуальность передаваемой информации.

Для ИС, которые предоставляют в ЕЦПНЗ метаданные о своих объектах, необходимо определить набор этих метаданных, разработать технологию первоначальной их загрузки в ЕЦПНЗ и последующей актуализации. Для решения этой задачи могут использоваться возможности программных оболочек, поддерживающих «ИС-доноров», в большинстве из которых предусмотрен экспорт данных в стандартных обменных форматах (таких как CSV [47], JSON [48] RDF/XML [49] и др.). В связи с этим одной из задач при создании ЕЦПНЗ является разработка комплекса настраиваемых конвертеров, обеспечивающих пакетную загрузку данных из этих форматов.

Заключение

В настоящее время установлены рабочие контакты с разработчиками БРЭ, с оператором НЭБ, импортируются данные из географических реестров. Кроме этого, разрабатываются программные средства для импорта данных из стандартных программ, поддерживающих ИС, в частности, из программ «Камис» – одной из наиболее распространенных в российских музеях [50].

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNEF-2024-0014.

ЦОД

Источник: Gorodenkoff / depositphotos.com



THE COMMON DIGITAL SPACE OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE INTERACTION WITH THE EXISTING INFORMATION SYSTEMS

Sobolevskaya Irina, Senior Researcher, Interdepartmental Supercomputer Center of the Russian Academy of Sciences – branch of the Federal State Institution “Federal Scientific Center Research Institute for Systems Research of the Russian Academy of Sciences”, Senior Researcher, Federal State Institution “Federal Scientific Center Research Institute for Systems Research of the Russian Academy of Sciences”, National Research Center “Kurchatov Institute”, Candidate of Physical and Mathematical Sciences.

Sotnikov Aleksandr, Deputy Director, Interdepartmental Supercomputer Center of the Russian Academy of Sciences – branch of the Federal State Institution “Federal Scientific Center Research Institute for Systems Research of the Russian Academy of Sciences”, Chief Researcher, Federal State Institution “Federal Scientific Center Research Institute for Systems Research of the Russian Academy of Sciences”, National Research Center “Kurchatov Institute”, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor.

Abstract. Existing information resources are not direct components of the Common Digital Space of Scientific Knowledge. But that resources can act as its sources. The sources of this knowledge are selected according to the criteria of quality and reliability. The paper provides a classification of information systems. A brief overview of existing scientific information resources and services is provided, and an analysis of information systems is carried out in terms of the possibility of integrating these systems with a Common Digital Space of Scientific Knowledge. Examples of scientific information systems are given.

Keywords: Common Digital Space of Scientific Knowledge (CDSK), ontology, Information Systems (IS), State Information Systems (SIS), National Electronic Library (NEB), integration.

Библиографический список:

- Савин Г.И. Единое цифровое пространство научных знаний: цели и задачи // Информационные ресурсы России, 2020. № 5. С. 3–5. DOI: 10.51218/0204-3653-2020-5-3-5.
- Каленов Н.Е., Соболевская И.Н., Сотников А.Н. Единое цифровое пространство научных знаний в мировом информационном пространстве // Информационное общество, 2021. № 1. С. 30–41. DOI: 10.51218/1605-9921-2021-1-30-41.
- Атаева О.М., Каленов Н.Е., Серебряков В.А. Онтологический подход к описанию единого цифрового пространства научных знаний // Электронные библиотеки, 2021. Т. 24, № 1. С. 3–19. DOI: 10.26907/1562-5419-2021-24-1-3-19.
- Власова С.А., Каленов Н.Е., Сотников А.Н. Онтология вспомогательных и политематических предметных классов единого цифрового пространства научных знаний // Электронные библиотеки, 2024. Т. 27, № 1. С. 22–42. DOI: 10.26907/1562-5419-2024-27-1-22-42.
- Каленов Н.Е., Власова С.А., Сотников А.Н. Онтология универсального подпространства Единого цифрового пространства научных знаний // Научный сервис в сети Интернет: труды XXV Всероссийской научной конференции (18–21 сентября 2023 г., онлайн). М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2023. С. 184–195. DOI: 10.20948/abrau-2023-14.
- Каленов Н.Е., Сотников А.Н. Унифицированная структура онтологии единого цифрового пространства научных знаний // Научная информация в современном мире: глобальные вызовы и национальные приоритеты. Материалы 10-й международной конференции НТИ-2022. 25–26 октября 2022 г. М., ВИНТИ. 263 с., 2022. С. 76–82.
- Арский Ю.М., Никольская И.Ю., Гоннова С.М. Формирование системы тематической классификации с целью развития информационного обмена в научно-технической сфере // Научно-техническая информация. серия I: организация и методика информационной работы, 2015. № 9. С. 23–26.
- Лазарев Д.А. Классификация информационных систем // Научный аспект, 2023. Т. 21. № 5. С. 2707–2717.
- Тельнов Ю.Ф. Композиция сервисов и объектов знаний для формирования образовательных программ // Прикладная информатика, 2014. № 1(49). С. 75–81.
- Изотова М.С., Изотов Н.Д., Гулякин Д.В. Информационные системы (ИС). Классификация ИС // Тенденции развития науки и образования, 2020. № 68-1. С. 19–21.
- URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://communities.springernature.com/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://figshare.com/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://zenodo.org/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://bigenc.ru/c/gosudarstvennaia-informatsionnaia-sistema-ffc148 (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- Сучков А.П. Единая модель государственных данных: сценарии развития // Информатика и ее применения, 2022. Т. 16. № 4. С. 99–105.
- Босов А.В. Порталы в системах органов государственной власти // Информатика и ее применения, 2008. Т. 2, № 1. С. 44–54.
- URL: https://culture.gov.ru/upload/medialibrary/d8e/d8ece5a69f4695b8113ef72d940f5434.pdf (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://givc.ru/solution/information-system/geoinformation-system/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://givc.ru/solution/information-system/state-catalogue/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://culture.gov.ru/documents/o-poryadke-i-srokakh-vvoda-v-eksploatatsiyu-federalnoy-gosudarstvennoy-informatsionnoy-sistemy-gosud-041011/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://culture.gov.ru/documents/o-poryadke-i-srokakh-vvoda-v-eksploatatsiyu-federalnoy-gosudarstvennoy-informatsionnoy-sistemy-gosud-041011/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://culture.gov.ru/documents/o-poryadke-i-srokakh-vvoda-v-prom355637/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://www.culture.ru/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://culture.gov.ru/activities/information_systems/avtomatizirovannaya_informatsionnaya_sistema_edinoe_informatsionnoe_prostranstvo_v_sfere_kultury/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://online.edu.ru/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://portal.fppd.cgkipd.ru/main (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://bigenc.ru/p/about-project?ysclid=lv26zw23dq688622841 (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://www.mathnet.ru/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp? (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://cyberleninka.ru/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://doaj.org/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://arxiv.org/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://www.semanticscholar.org/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://www.base-search.net/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://europepmc.org/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- URL: https://bigenc.ru/c/gosudarstvennaia-informatsionnaia-sistema-ffc148 (last access date: 01.07.2024).
- Suchkov A. P. Unified model of government data: development scenarios // Informatics and its applications, 2022. Vol. 16. No. 4. Pp. 99–105
- Bosov A. V. Portals in the systems of government bodies // Informatics and its applications, 2008. Vol. 2, No. 1. Pp. 44–54.
- URL: https://culture.gov.ru/upload/medialibrary/d8e/d8ece5a69f4695b8113ef72d940f5434.pdf (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://givc.ru/solution/information-system/geoinformation-system/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://givc.ru/solution/information-system/state-catalogue/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://culture.gov.ru/documents/o-poryadke-i-srokakh-vvoda-v-
- of the Common Digital Space of Scientific Knowledge for Educational Purposes // CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), 2022. – Vol. 3066. – P. 164–172. DOI: 10.20948/abrau-2021-5s-ceur Scopus: 2-s2.0-85122650508.
- Shafiranovich, Y. Common Format and MIME Type for CSV Files // IETF. 2005. p. 1. doi:10.17487/RFC4180. RFC 4180.
- Crockford D. The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON) // IETF. 2006. 10 p. doi:10.17487/RFC4627.
- John Hebler, Matthew Fisher, Ryan Blace, Andrew Perez-Lopez. Semantic Web Programming // John Wiley & Sons, 2009. 648 p.
- URL: https://www.kamis.ru/kamis/moduli/ (дата последнего обращения: 01.07.2024).
- eksploatatsiyu-federalnoy-gosudarstvennoy-informatsionnoy-sistemy-gosud-041011/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://givc.ru/solution/information-system/cultural-heritage-objects/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://culture.gov.ru/documents/o_poryadke_i_sroke_vvoda_v_prom355637/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://www.culture.ru/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://culture.gov.ru/activities/information_systems/avtomatizirovannaya_informatsionnaya_sistema_edinoe_informatsionnoe_prostranstvo_v_sfere_kultury/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://online.edu.ru/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://portal.fppd.cgkipd.ru/main (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://cgkipd.ru/science/names/reestry-gkgn.php (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://docs.cntd.ru/document/563887375?ysclid=lv0ujmokwg847184046 (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://bigenc.ru/p/about-project?ysclid=lv26zw23dq688622841 (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://www.mathnet.ru/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp? (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://cyberleninka.ru/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://doaj.org/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://arxiv.org/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://www.semanticscholar.org/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://www.base-search.net/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://europepmc.org/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://bioone.org/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://www.chemspider.com/ (last accessed: 01.07.2024).
- URL: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/ (last accessed: 01.07.2024).
- Kalenov N. E., Sotnikov A. N. Unified representation of the ontology of a single digital space of scientific knowledge // Electronic libraries, 2023. Vol. 26, No. 1. P. 80–103. DOI: 10.26907/1562-5419-2023-26-1-80-103.
- Nikolay Kalenov, Irina Sobolevskaya, Alexander Sotnikov Using the Capabilities of the Common Digital Space of Scientific Knowledge for Educational Purposes // CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), 2022. Vol. 3066. P. 164–172. DOI: 10.20948/abrau-2021-5s-ceur Scopus: 2-s2.0-85122650508.
- Kalenov N. E., Sotnikov A. N. Unified representation of the ontology of a single digital space of scientific knowledge // Electronic libraries, 2023. Vol. 26, No. 1. P. 80–103. DOI: 10.26907/1562-5419-2023-26-1-80-103.
- Nikolay Kalenov, Irina Sobolevskaya, Alexander Sotnikov Using the Capabilities of the Common Digital Space of Scientific Knowledge for Educational Purposes // CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), 2022. – Vol. 3066. – P. 164–172. DOI: 10.20948/abrau-2021-5s-ceur Scopus: 2-s2.0-85122650508.
- Shafiranovich, Y. Common Format and MIME Type for CSV Files // IETF. 2005. p. 1. DOI: 10.17487/RFC4180. RFC 4180.
- Crockford D. The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON) // IETF. 2006. 10 p. DOI: 10.17487/RFC4627.
- John Hebler, Matthew Fisher, Ryan Blace, Andrew Perez-Lopez. Semantic Web Programming // John Wiley & Sons, 2009. 648 p.
- URL: https://www.kamis.ru/kamis/moduli/ (last accessed: 01.07.2024).

МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА В ОБЛАЧНЫХ СИСТЕМАХ: РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В 2024–2030 ГГ.

Аннотация. Статья посвящена анализу микросервисной архитектуры (МСА) в контексте облачных систем (ОС) и ее растущей роли в IT-индустрии. Основное внимание уделено возможностям, которые микросервисы предоставляют для ОС (в т. ч. гибкость, масштабируемость и повышение производительности). Рассматриваются ключевые характеристики, такие как непрерывная интеграция, автоматизированное масштабирование и улучшенное управление данными. Также обсуждаются связанные риски, включая сложности управления, безопасности и высокие начальные затраты. Представлены прогнозы и перспективы развития МСА в ближайшем десятилетии.

Малыгин Дмитрий
Директор проектов, компания
ООО «Т1 Диджитал»
E-mail: dmitri_ma@rambler.ru

Ключевые слова:

микросервисная архитектура, облачные системы, гибкость, масштабируемость, безопасность, непрерывная интеграция.

Микросервисная архитектура характеризуется способностью разделять большие, сложные системы на множество независимо работающих и легко управляемых модулей

Введение

Микросервисная архитектура (МСА) – один из передовых подходов в разработке программного обеспечения (ПО), который постоянно привлекает внимание исследователей и практиков в сфере информационных технологий (ИТ). МСА стала значимым элементом современных ОС и характеризуется способом создания программных продуктов, предполагающим разработку независимых друг от друга модулей. Каждая часть отвечает за определенную задачу и может быть изменена или расширена без перемен в других. При этом сервисы взаимодействуют между собой с помощью обмена сообщениями. Такая гибкость взаимодействия особенно заметна в контексте быстрого развития цифровых технологий и постоянно растущих требований к универсальности, масштабируемости и надежности программных решений [1].

Изучение рынка ОС (рис. 1) демонстрирует динамический рост прибыли в данной сфере. Ожидается, что в 2024 г. рынок выйдет на уровень в 652 млрд долл. и продолжит расти, достигнув 2297,37 млрд долл. уже к 2032 г.

Данная тенденция подчеркивает возрастающую важность ОС и создает благоприятные условия для развития и интеграции МСА. Актуальность данного

исследования обусловлена необходимостью понимания как возможностей, так и рисков использования микросервисов в рамках стремительно растущего рынка ОС.

Рассмотрение МСА в контексте облачных систем является особенно важной задачей, поскольку тенденции цифровизации и автоматизации бизнес-процессов продолжают набирать обороты. ОС предоставляют платформу для эффективного и гибкого масштабирования микросервисов, обеспечивая улучшенную производительность и надежность. Тем не менее, такие системы несут и определенные риски, связанные, например, с безопасностью и управлением данными [3]. По этой причине многоуровневый анализ становится критически важной задачей для понимания того, как максимизировать преимущества и минимизировать потенциальные угрозы, связанные с микросервисами в ОС.

Настоящее исследование направлено на оценку и прогнозирование роли МСА в ОС с учетом текущих и будущих тенденций в сфере ИТ. Полученные результаты способствуют лучшему пониманию динамики развития технологий и предоставят ценные рекомендации для специалистов в области разработки ПО, системных архитекторов и исследователей ОС.

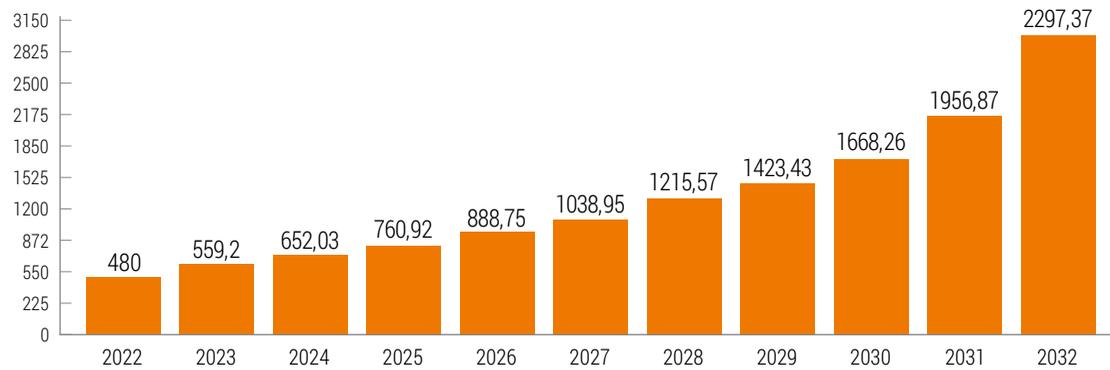


Рис. 1. Рынок ОС с 2022 по 2032 гг. (млрд долл.) [2]

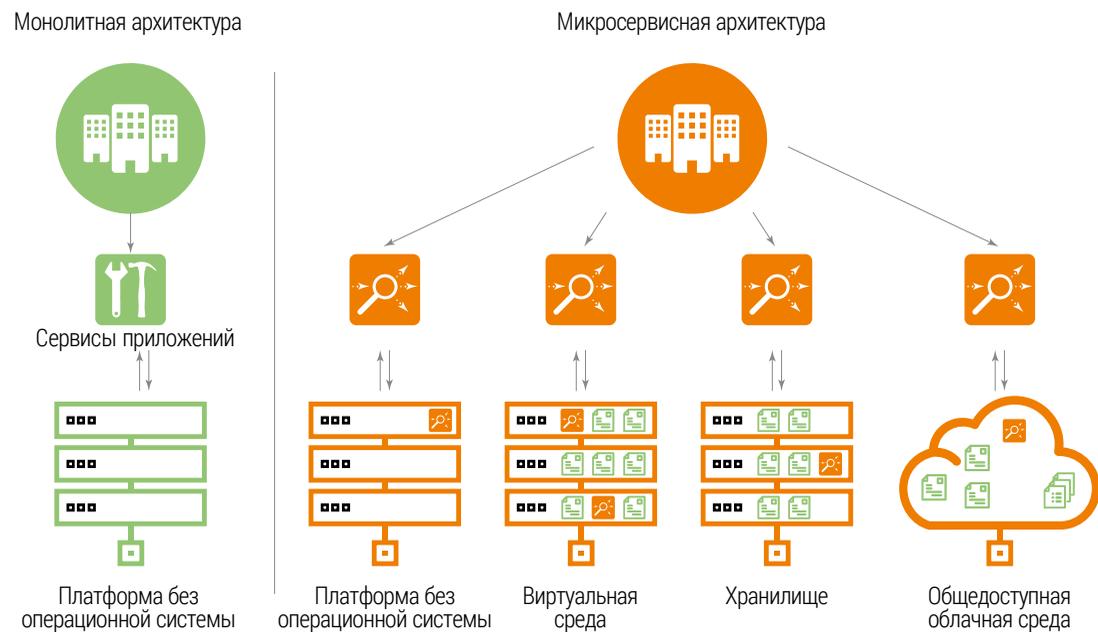


Рис. 2. Принцип работы МНА и МСА [4]

Принципы работы МСА

Микросервисная архитектура олицетворяет современный подход к разработке ПО и характеризуется способностью разделять большие, сложные системы на множество независимо работающих и легко управляемых модулей. В монолитной архитектуре (МНА), представленной синим зданием (рис. 2), все сервисы приложений интегрированы и выполняются на одной платформе без операционной системы. В МСА изображены отдельные сервисы, соединенные с центральным узлом, указывающим на их взаимосвязь. Каждый микросервис может независимо функционировать на различных платформах, включая платформы без операционной системы, виртуальную среду, хранилища данных и общедоступные облачные среды. Такой подход значительно отличается от традиционной МНА, где все функции приложения тесно связаны и работают в рамках единого процесса.

Одной из ключевых характеристик МСА является гибкость, позволяющая командам разработчиков работать над различными функциями приложения параллельно и независимо друг от друга, сокращая время разработки и повышая эффективность изменений и обновлений. Так, результаты исследования [5] продемонстрировали, что внедрение МСА в крупных IT-проектах может сократить время разработки до 25–40% по сравнению с МНА.

Масштабируемость является немаловажным преимуществом микросервисов. Она позволяет увеличивать или уменьшать ресурсы, выделенные для каждого сервиса, в зависимости от текущих потребностей, что особенно актуально для динамично меняющихся рыночных условий. Данные исследования [6] указывают на то, что микросервисы обеспечивают до 50% более эффективного использования вычислительных ресурсов по сравнению с МНА.

Помимо этого, МСА способствует непрерывной интеграции и доставке (continuous integration / continuous delivery, CI/CD), что обеспечивает быстрое и эффективное об-



Облачные технологии
Источник: txmq.com

новление системы без простоев. Результаты исследования [7] показали, что внедрение CI/CD в проекты на базе микросервисов может ускорить выпуск новых версий ПО до 70%.

Таким образом, МСА представляет собой важное нововведение в области разработки ПО, значительно улучшающее производительность, гибкость и общее качество приложений.

Технологические возможности МСА в ОС

ОС – гибкая и масштабируемая инфраструктура, которая является идеальной средой для реализации МСА. Влияние микросервисов на развитие ОС несомненно, и многие современные исследования подчеркивают их синергию [8]. Например, работа [9], проведенная Стэнфордским университетом в 2021 г., показала, что микросервисы улучшают производительность ОС до 30–40%, обеспечивая более высокую скорость обработки данных и оптимизацию ресурсов.



Рис. 3. Организация системы хранения данных [12]

Одной из ключевых технологических возможностей микросервисов в ОС является их способность к автоматизированному масштабированию. В исследовании журнала Cloud Computing 2021 г. было выявлено, что микросервисы могут автоматически масштабироваться в зависимости от нагрузки, что позволяет оптимизировать расходы на облачные ресурсы и улучшать производительность приложений [10]. Такое масштабирование не только увеличивает эффективность использования ресурсов, но и обеспечивает более высокий уровень отказоустойчивости системы.

Кроме того, микросервисы способствуют улучшению управления данными в ОС. Исследование [11] Университета Калифорнии показало, что микросервисы позволяют реализовать более сложные и эффективные стратегии обработки и хранения данных, уменьшая при этом риск потери данных и ускоряя процессы их восстановления.

Благодаря распределенной структуре, микросервисы могут обрабатывать данные параллельно и независимо друг от друга, что значительно ускоряет процессы обработки больших объемов данных. Это особенно важ-

но для приложений, требующих высокой производительности и масштабируемости: например, большие распределенные базы данных и системы реального времени.

Еще одним значимым аспектом является повышение уровня безопасности в ОС с помощью МСА. Результаты исследования, проведенного специалистами из Техасского университета в Остине (США), демонстрируют, что МСА обеспечивает более высокий уровень безопасности за счет изоляции компонентов и минимизации влияния уязвимостей одного сервиса на другие [13]. Это связано с тем, что каждый микросервис может иметь свою собственную систему безопасности и политику доступа, что уменьшает риски, связанные с использованием централизованных систем.

В корреляции с ОС МСА также упрощают процесс CI/CD, что является ключевым фактором для обеспечения бесперебойной работы и быстрого внедрения обновлений. По данным исследования [14], внедрение CI/CD в среде микросервисов позволяет сократить время на разработку и внедрение новых функций до 60% по сравнению с традиционными методами.

Таким образом, микросервисы в ОС предлагают множество технологических возможностей, включая улучшенное масштабирование, эффективное управление данными, повышенную безопасность и упрощение процессов CI/CD. Эти возможности делают МСА важным элементом для развития и оптимизации ОС.

Риски и проблемы при применении МСА

Несмотря на вышеупомянутые преимущества МСА в ОС, существуют проблемы, которые необходимо своевременно обнаруживать и устранять для успешного развития данной сферы.

Сложность управления и мониторинга. Одной из основных проблем, связанных с микросервисами, является сложность управления и мониторинга системы. В исследовании [15] подчеркивается, что управление многочисленными, часто взаимодействующими микросервисами может

привести к усложнению процессов отладки и устранения ошибок. С каждым новым микросервисом увеличивается количество точек потенциального сбоя, что требует более сложных и продвинутых систем мониторинга и управления.

Безопасность данных и уязвимости. Проблемы безопасности также являются значительным препятствием. Характер «разрозненности» микросервисов создает множество точек входа, которые могут быть потенциально уязвимы для атак. В исследовании Массачусетского технологического института 2022 г. особое внимание уделяется повышенному риску нарушений безопасности в системах, основанных на микросервисах, особенно в случаях, если те слабо защищены [16]. Каждый микросервис должен обладать своей собственной защитой и аутентификацией, что увеличивает общую сложность системы безопасности.

Высокие начальные затраты и сложности перехода. Переход с МНА на МСА может потребовать значительных начальных

Цель микросервисных систем – удобство использования
Источник: zagandesign / depositphotos.com





инвестиций. Результаты исследования [17] показали, что затраты на переосмысление архитектуры, обновление инфраструктуры и обучение персонала могут увеличить общую стоимость внедрения до 25–35%. Эти затраты включают в себя как прямые финансовые вложения, так и временные – на переход и адаптацию команды к новой рабочей среде.

Сложности интеграции и зависимостей. Интеграция микросервисов с существующими системами и сервисами может быть сложной задачей, особенно в условиях разнообразных технологических стеков и платформ. Неправильно спланированная интеграция может привести к проблемам с производительностью, непредсказуемым сбоям и увеличению времени на разрешение зависимостей [18].

Таким образом, несмотря на преимущества МСА, необходимо тщательно учитывать и грамотно управлять связанными с ней рисками и проблемами. Эффективное управление, стратегии обеспечения безопасности и тщательное планирование могут помочь минимизировать эти риски и повысить общую эффективность системы.

Перспективы развития и прогнозы на 2024–2032 гг.

Анализ текущих тенденций и прогнозы на ближайшее десятилетие указывают на значительное развитие МСА и ее влияние на ОС. Ожидается, что микросервисы будут играть ключевую роль в дальнейшем развитии и оптимизации облачных технологий, особенно в контексте растущего спроса на гибкость, масштабируемость и безопасность.

В исследовании [19] предполагается, что к 2032 г. более 70% всех ОС будут основаны на МСА, что можно связать с необходимостью обеспечения более высокой степени гибкости и адаптируемости систем в условиях быстро меняющегося рынка.

Учитывая сложности управления микросервисами, ожидается значительный прогресс в разработке инструментов автома-

тизации и мониторинга. Исследование [20] прогнозирует развитие передовых решений для автоматизированного масштабирования, управления зависимостями и мониторинга производительности микросервисов. Эти инструменты помогут снизить нагрузку на разработчиков и повысить надежность систем.

Безопасность останется приоритетной задачей в разработке микросервисных систем. Предполагается внедрение более продвинутых механизмов защиты для микросервисов, включая улучшенную изоляцию, автоматизированное обнаружение уязвимостей и интегрированные системы безопасности.

По мере роста популярности микросервисов возрастет и потребность в квалифицированных специалистах. В исследовании [21] отмечается, что курсы и программы обучения, связанные с МСА и ОС, станут одними из наиболее востребованных в области ИТ.

В период с 2024 по 2032 гг. ожидается усиление интеграции микросервисов с другими передовыми технологиями, например, искусственным интеллектом (AI), машинным обучением (МО) и интернетом вещей (IoT) [22]. Предполагается, что такая интеграция значительно расширит возможности микросервисов, делая их еще более мощным инструментом в области цифровых инноваций.

Данные прогнозы в очередной раз подчеркивают растущее значение микросервисов в будущей архитектуре ОС.

Заключение

На основе проведенного анализа МСА в контексте ОС можно сделать несколько важных выводов. Микросервисы представляют собой значительное нововведение в сфере разработки ПО, обеспечивая повышенную гибкость, масштабируемость и способность к непрерывной интеграции и доставке. Они способствуют оптимизации процессов в ОС, улучшению управления данными и повышению общей производительности и безопасности.

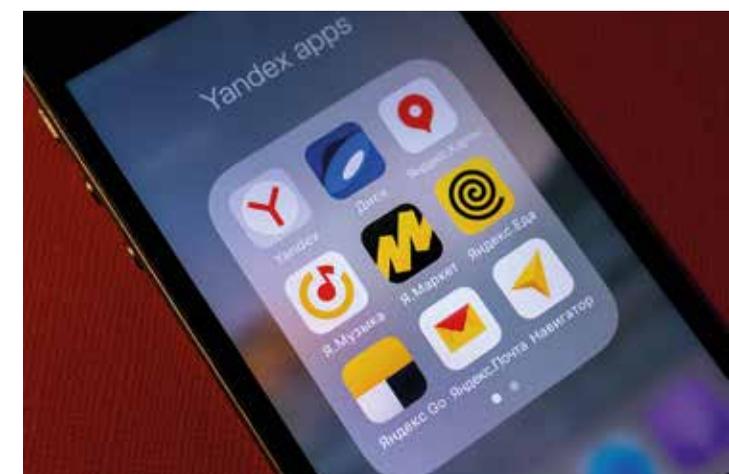
Тем не менее реализация МСА сопряжена с рядом таких проблем, как увеличение сложности управления и мониторинга си-

стем, потенциальные риски безопасности и необходимость значительных начальных затрат на переход. Эффективное управление данными рисками и проблемами требует продуманного подхода – то же касается и разработки специализированных инструментов автоматизации и мониторинга, а также инвестиций в обучение и развитие персонала.

Прогнозы на 2024–2032 гг. указывают на дальнейшее развитие и интеграцию МСА в ОС. Ожидается, что микросервисы будут все более интегрированы с новыми технологиями, что откроет новые возможности для инноваций и улучшения производительности. Также предполагается значительное улучшение инструментов управления и безопасности, что позволит максимизировать преимущества микросервисов при одновременном уменьшении связанных с ними рисков.

Как итог, МСА является перспективным направлением в развитии ОС, предлагая новые возможности для создания более гибких, масштабируемых и безопасных приложений. Однако для успешного внедрения и использования микросервисов необходимо тщательное планирование, управление рисками и непрерывное совершенствование технологий.

Сервисы «Яндекса»
Источник: qwer230586@yandex.ru / depositphotos.com



MICROSERVICE ARCHITECTURE IN CLOUD SYSTEMS: RISKS AND APPLICATION OPPORTUNITIES IN 2024–2030

Malygin Dmitry, Project Director, TI Digital LLC. E-mail: dmitri_ma@rambler.ru

Abstract. This article explores microservice architecture within cloud systems, highlighting its growing role and impact in the IT industry. It focuses on the opportunities microservices provide for cloud technologies, including flexibility, scalability, and enhanced performance. Key features like continuous integration, automated scaling, and improved data management are discussed. Associated risks, such as management complexities, security challenges, and high initial costs, are also addressed. The article presents forecasts and prospects for the development of microservice architecture in the next decade.

Keywords: microservice architecture, cloud systems, flexibility, scalability, security, continuous integration.

Библиографический список:

1. Abdullina L., Bobovnikova A., Zrazhevskiy A. ESG-factors and CSR-strategy impact on the investment attractiveness of USA companies // Proceedings of the XLIII International Multidisciplinary Conference «Recent Scientific Investigation». Primedia E-launch LLC. Shawnee, USA. 2023.
2. Cloud computing market 2022 to 2032 // Precedence Research [Электронный ресурс]. URL: <https://www.precedenceresearch.com/cloud-computing-market>. Дата обращения: 17.01.2024.
3. Ибрафиллов А., Яковичин А. Д. О проблеме защиты персональных данных в интернете: ключевые международные стандарты // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». № 1, 2024.
4. Никитин И. В., Триценко Т. Ю. Сравнение подходов монолитной архитектуры и микросервисной архитектуры при реализации серверной части веб-приложения // Дневник науки. 2020(3):22.
5. Gos K., Zabierowski W. The comparison of microservice and monolithic architecture. In 2020 IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH). 2020. Apr 22. pp. 150–153. IEEE.
6. Selivorstova T. V., Klishch S. M., Kyrychenko S., Guda A. I., Ostrovskaya K. Y. Analysis of Monolithic and Microservice Architectures Features and Metrics.
7. Baptista G., Abbruzzese F. Software Architecture with C# 9 and .NET 5: Architecting software solutions using microservices, DevOps, and design patterns for Azure. Packt Publishing Ltd; 2020. Dec 28.
8. Tiumentsev D. Modern approaches to orchestration of microservices: a comparative analysis // Recent scientific investigation: Proceedings of XLVII International Multidisciplinary Conference, Shawnee, 7 августа 2023 г. – Shawnee: Общество с ограниченной ответственностью «Интернаука», 2023. С. 45–48. – EDN DAGCCP.
9. Bulej L., Bureš T., Filandr A., Hnětynka P., Hnětynková I., Pacovský J., Sandor G., Gerostathopoulos I. Managing latency in edge-cloud environment. Journal of systems and software. 2021 Feb 1;172:10872.
10. Luo S., Xu H., Ye K., Xu G., Zhang L., Yang G., Xu C. The power of prediction: Microservice auto scaling via workload learning. In Proceedings of the 13th Symposium on Cloud Computing 2022 Nov 7 (pp. 355–369).
11. Waseem M., Liang P., Shahin M., Di Salle A., Márquez G. Design, monitoring, and testing of microservices systems: The practitioners' perspective. Journal of Systems and Software. 2021 Dec 1;182:111061.
12. Татарникова Т. М., Пойманова Е. Д. Методика дифференцированного наращивания емкости системы хранения данных с многоуровневой структурой // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2020;20(1):66–73.
13. Mateus-Coelho N., Cruz-Cunha M., Ferreira L. G. Security in microservices architectures. Procedia Computer Science. 2021 Jan 1;181:1225–36.
14. Pinheiro G. M. CI/CD Pipelines for Microservice-Based Architectures (Master's thesis).
15. Wang Y., Kadiyala H., Rubin J. Promises and challenges of microservices: an exploratory study. Empirical Software Engineering. 2021 Jul;26(4):63.
16. Hannousse A., Yahiouche S. Securing microservices and microservice architectures: A systematic mapping study. Computer Science Review. 2021 Aug 1;41:100415.
17. Gravanis D., Kakarontzas G., Gerogiannis V. You don't need a Microservices Architecture (yet) Monoliths may do the trick. In Proceedings of the 2021 European Symposium on Software Engineering 2021. Nov 19. pp. 39–44.
18. Шайхулов Э. А. Способы создания и эффективного управления командой в IT // Вестник науки. № 8 (65). Т. 2. С. 201–205. 2023 г. ISSN 2712-8849
19. Holme T. A., Reime T. E., Sagberg O. Setup and Management of an E-Learning Platform (Bachelor's thesis, NTNU).
20. Waseem M., Liang P., Shahin M., Di Salle A., Márquez G. Design, monitoring, and testing of microservices systems: The practitioners' perspective. Journal of Systems and Software. 2021. Dec 1;182:111061.
21. Ibrahim A. H., Eliemy M., Youssif A. A. An Enhanced Adaptive Learning System based on Microservice Architecture. Future Computing & Informatics Journal. 2023 Jan 1;8(1).
22. Кенджаев Д. А. Оптимизация операционной эффективности через AR в условиях быстро меняющегося рынка труда // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». № 1, 2024.

Bibliography:

1. Abdullina L., Bobovnikova A., Zrazhevskiy A. ESG-factors and CSR-strategy impact on the investment attractiveness of USA companies // Proceedings of the XLIII International Multidisciplinary Conference «Recent Scientific Investigation». Primedia E-launch LLC. Shawnee, USA. 2023.
2. Cloud computing market 2022 to 2032 // Precedence Research [Electronic resource]. URL: <https://www.precedenceresearch.com/cloud-computing-market>. Date of access: 17.01.2024.
3. Israfilov A., Yakovishin A. D. On the problem of personal data protection on the Internet: key international standards // International Journal of Applied Sciences and Technologies «Integral». No. 1, 2024.
4. Nikitin I. V., Gritsenko T. Yu. Comparison of monolithic architecture and microservice architecture approaches in implementing the server part of a web application. Science Diary. 2020(3):22.
5. Gos K., Zabierowski W. The comparison of microservice and monolithic architecture. In 2020 IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) 2020 Apr 22 (pp. 150–153). IEEE.
6. Selivorstova T. V., Klishch S. M., Kyrychenko S., Guda A. I., Ostrovskaya K. Y. Analysis of Monolithic and Microservice Architectures Features and Metrics.
7. Baptista G., Abbruzzese F. Software Architecture with C# 9 and .NET 5: Architecting software solutions using microservices, DevOps, and design patterns for Azure. Packt Publishing Ltd; 2020 Dec 28.
8. Tiumentsev D. Modern approaches to orchestration of microservices: a comparative analysis // Recent scientific investigation: Proceedings of XLVII International Multidisciplinary Conference, Shawnee, August 07, 2023. – Shawnee: Limited Liability Company «Internauka», 2023. P. 45–48. – EDN DAGCCP.
9. Bulej L., Bureš T., Filandr A., Hnětynka P., Hnětynková I., Pacovský J., Sandor G., Gerostathopoulos I. Managing latency in edge-cloud environment. Journal of systems and software. 2021 Feb 1;172:10872.
10. Luo S., Xu H., Ye K., Xu G., Zhang L., Yang G., Xu C. The power of prediction: Microservice auto scaling via workload learning. In Proceedings of the 13th Symposium on Cloud Computing. 2022 Nov 7. pp. 355–369.
11. Waseem M., Liang P., Shahin M., Di Salle A., Márquez G. Design, monitoring, and testing of microservices systems: The practitioners' perspective. Journal of Systems and Software. 2021 Dec 1;182:111061.
12. Tatarnikova T. M., Poimanova E. D. Methodology for differentiated capacity expansion of a data storage system with a multi-level structure. Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2020;20(1):66–73.
13. Mateus-Coelho N., Cruz-Cunha M., Ferreira L. G. Security in microservices architectures. Procedia Computer Science. 2021 Jan 1;181:1225–36.
14. Pinheiro G. M. CI/CD Pipelines for Microservice-Based Architectures (Master's thesis).
15. Wang Y., Kadiyala H., Rubin J. Promises and challenges of microservices: an exploratory study. Empirical Software Engineering. 2021 Jul;26(4):63.
16. Hannousse A., Yahiouche S. Securing microservices and microservice architectures: A systematic mapping study. Computer Science Review. 2021 Aug 1;41:100415.
17. Gravanis D., Kakarontzas G., Gerogiannis V. You don't need a Microservices Architecture (yet) Monoliths may do the trick. In Proceedings of the 2021 European Symposium on Software Engineering. 2021 Nov 19. pp. 39–44.
18. Shaikhulov E. A. Ways to create and effectively manage a team in IT // Science Bulletin No. 8 (65), Volume 2. Pp. 201–205. 2023. ISSN 2712-8849.
19. Holme T. A., Reime T. E., Sagberg O. Setup and Management of an E-Learning Platform (Bachelor's thesis, NTNU).
20. Waseem M., Liang P., Shahin M., Di Salle A., Márquez G. Design, monitoring, and testing of microservices systems: The practitioners' perspective. Journal of Systems and Software. 2021 Dec 1;182:111061.
21. Ibrahim A. H., Eliemy M., Youssif A. A. An Enhanced Adaptive Learning System based on Microservice Architecture. Future Computing & Informatics Journal. 2023 Jan 1;8(1).
22. Kendjaev D. A. Optimization of operational efficiency through AR in a rapidly changing labor market // International Journal of Applied Sciences and Technologies «Integral». No. 1, 2024.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТЭК

Аннотация. В настоящее время мир переживает период активного роста использования методов и средств обработки данных. Информационные технологии и современные программно-технические средства легли в основу создания информационных систем, которые нашли свое применение во всех сферах деятельности – от личного использования до предприятий и компаний. Главная цель такой цифровизации деятельности компаний состоит в эффективном использовании потенциала ее информационно-технологических ресурсов для повышения производительности, снижения затрат, обеспечения высокого уровня конкурентоспособности. Под эффективностью информационных систем (ИС) понимается как степень влияния ИС на качество принимаемых решений для достижения целей организации, так и уровень обеспечения информационных потребностей с целью управления организацией с наименьшими затратами. Экономическую эффективность ИС возможно оценить сопоставлением целевых показателей использования с затратами на обеспечение их жизненного цикла. Таким образом, затраты на ИС должны быть обоснованы потребностями основной деятельности предприятия, являться инструментом общей системы менеджмента предприятия, быть экономически выгодными, иметь гибкую структуру и планомерно развиваться.

Ключевые слова:

эффективность, управление информационными системами, системный подход, интеграция бизнес-процессов, оптимизация, имитационное моделирование.

Мельников Андрей
Заместитель директора центра инновационных программ, НИОКР и отраслевой стандартизации, ООО «НИИ Транснефть», к. т. н.
E-mail: MelnikovAV@niitnn.transneft.ru

Распопов Андрей
Заместитель директора центра инновационных программ, НИОКР и отраслевой стандартизации, ООО «НИИ Транснефть», к. т. н.
E-mail: RaspopovAA@niitnn.transneft.ru

Бачурин Александр
Ведущий научный сотрудник сектора инновационных программ, ООО «НИИ Транснефть», к. т. н.
E-mail: BachurinAI@niitnn.transneft.ru

Гниломёдов Евгений
Старший научный сотрудник сектора инновационных программ, ООО «НИИ Транснефть», к. э. н.
E-mail: GnilomedovEV@niitnn.transneft.ru

Методология проектирования эффективных информационных систем

Выделяют следующие подходы, благодаря которым формируются и развиваются ИС на предприятии: системный, функциональный, комплексный, процессный, динамичный, ситуационный и интеграционный.

Системный подход предусматривает изучение взаимосвязей частей информационных исследований, которые влияют на их основные функции, а при разработке ИС в организациях включает в себя анализ объекта как комплекса взаимосвязанных частей, объединенных единой целью функционирования. Методология системного анализа, которая служит основой для реализации указанного подхода, включает исследование текущей или планируемой системы с целью определения требований к информации и процессам, происходящим в системе, и их корреляции друг с другом и с любой иной системой.

Системный анализ, получив широкое распространение в практике управления при выработке, принятии и обосновании решений, является ключевым направлением в анализе свойств существующих систем. То есть системный анализ помогает в выборе и обосновании оптимальных условий функционирования систем, а также

в проектировании, исследовании, создании, управлении новыми сложными, многоуровневыми искусственными информационно-управляющими системами. Такие многокомпонентные системы служат основой эффективных корпоративных механизмов принятия решений [1–4].

К основным принципам, лежащим в основе системного анализа, относятся:

1. Принцип конечной цели, определяющий обязательное соблюдение приоритета конечной цели функционирования системы.
2. Принцип соизмерения. Качество функционирования системы определяется качеством функционирования систем/подсистем, являющихся ее составными частями.
3. Принцип единства, подразумевающий, что любая система – это единое целое, состоящее из локальных связанных частей.
4. Принцип иерархии, позволяющий оптимизировать порядок и последовательность создания системы за счет введения иерархии и ранжирования ее частей.
5. Принцип функциональности, в рамках которого структура системы рассматривается с позиции ее предназначения для обеспечения ее целевых функций.
6. Принцип развития, обеспечивающий учёт воз-



Внутритрубная дефектоскопия
Источник: expertstroy.com

возможностей изменяемости системы с целью ее совершенствования, увеличению объемов аккумулируемой информации.

Обеспечение эффективности информационных систем

Реализация системного подхода при создании ИС, достижение полноты вышеуказанных принципов в реальных условиях невозможны без четкой формализации ценности, которую ИС создаст для предприятия при ее внедрении, и оценки ее экономической эффективности.

В настоящее время существуют 3 основные методики оценки экономической эффективности информационной системы:

- совокупная стоимость владения;
- сбалансированная система показателей;
- функционально-стоимостный анализ.

Совокупная стоимость владения (Total Cost of Ownership – TCO) – модель анализа финансовой стороны использования информационных технологий, которая служит для

определения и расчета стоимости финансовых затрат на приобретение, внедрение, сопровождение и управление информационной инфраструктурой. Согласно данной методике, выделяют затраты на приобретение, эксплуатационные затраты и персонал.

К расходам на приобретение относят затраты на:

- закупку / аренду;
- внедрение, настройку и обновление ПО;
- текущие пользовательские лицензии;
- обучение;
- миграцию данных;
- создание и поддержание каналов связи.

Эксплуатационные расходы включают обслуживание ПО, поддержку, текущее обучение, дополнительные пользовательские лицензии, а также время простоя и безопасность. Таким образом, данная методика оценки экономической эффективности ИС, включающая в себя комплексный анализ всех возникающих и потенциальных скрытых затрат, связанных с владением актива в течение всего срока полезного использования, позволяет поддерживать стратегический уровень управления затратами за счет экономии на издержках, а также усовершенствовать процесс принятия решений и повысить операционную эффективность информационных систем.

Сбалансированная система показателей (Balanced Scorecard – BSC) – методика, позволяющая выявить новые способы роста эффективности деятельности для достижения поставленных задач. Основной принцип методики заключается в следующем – управлять возможно тем, что можно измерить (цели достижимы только в случае существования измеряемых числовых показателей, благодаря которым руководство определяет решения с точки зрения достижения цели).

Для успешности применения данного метода необходимо учитывать 4 перспективы:

- финансы (финансовый результат, эффективность информационных вложений, затраты, рентабельность, доходность, маржа);
- клиенты (количество клиентов, дифференцированность, количество рынков сбыта, доля рынка, коэффициент охвата);

- внутренние бизнес-процессы (операционные издержки, административные расходы);
- обучение и развитие (текучесть персонала, производительность труда, расходы на обучение).

Метод сбалансированной системы показателей позволяет:

- оценить задачи, цели и стратегию компании;
- нивелировать дисбаланс между целями компании и их операционной реализацией;
- незамедлительно реагировать и приспособиться на изменения;
- оценить эффективность и результативность любого проекта;
- организовать деятельность персонала для достижения целей компании.

Метод сбалансированной системы показателей позволяет определить и оценить в первую очередь количественные показатели эффективности, а также показатели общего качества функционирования системы, характеризующие готовность и время

отклика, качество технической поддержки, результативность устранения возникающих проблем и оперативность реагирования на поступающие сообщения.

Таким образом, использование методики сбалансированной системы показателей подходит для оценки результатов деятельности, связанных с информационными технологиями, и способствует обеспечению более четкого понимания причин успеха внедрения ИС, а также выявлению тех областей, в которых возможно их дальнейшее развитие.

Третьей, основной методикой оценки экономической эффективности ИС является метод функционально-стоимостного анализа (Activity Based Costing – ABC), благодаря которому представляется возможным получить расчет и распределение проектных затрат по видам деятельности, продукции и функциям организации, а также установить связь между элементами себестоимости производимых предприятием товаров и услуг, используемыми производственными процессами и применяемыми технологическими решениями.

Лаборатория «Транснефть-Диаскан»
Источник: en.diascan.transneft.ru



Используя метод ABC, можно осуществить следующие виды работ:

- общий анализ себестоимости бизнес-процессов на предприятии (маркетинг, производство продукции и оказание услуг, сбыт, менеджмент качества, техническое и гарантийное обслуживание);
- сравнительный анализ целесообразности выбора технологии реализации бизнес-процессов;
- функциональный анализ, в процессе которого можно установить и обосновать выполняемые структурными подразделениями предприятия функции для обеспечения выпуска высокого качества продукции и оказания услуг.

Для использования данного метода необходимо разработать ABC-модели, благодаря которым можно получить ключевые показатели трудоемкости и производительности предприятий.

Робот для прочистки вентиляционных труб
Источник: stroypomochnik.ru



Повышение эффективности информационных систем за счет структурно-функциональной оптимизации

Получить существенный экономический эффект от использования ИС в широком смысле представляется возможным без создания новых корпоративных информационно-коммуникационных систем, опираясь на эффективные информационные решения, реализованные в виде локальных ИС предприятия [5–8].

С целью анализа результатов деятельности ИС требуется оценка указанных ниже показателей эффективности:

- результата (эффекта) от работы системы;
- используемых системой ресурсов, необходимых для достижения результата;
- времени достижения результата.

А оценка эффективности достижения результата функционирования ИС определяется вектором свойств системы (результат; ресурсы; время).

Повысить результативность решения новых задач управления предприятием возможно за счет расширения области применения действующих ИС, благодаря синергетическому эффекту их использования. Синергетика интеграционных процессов основывается на универсальных закономерностях самоорганизации сложных систем, включая системы автоматизированного управления. Интегрированные системы ИС строятся на централизованном объединении локально распределенного сбора данных, их объединении, повышении компьютеризации периферийных информационных узлов.

Синергетический эффект достигается за счет синхронизации всех ключевых бизнес-процессов с использованием современных информационных технологий, увеличивая эффективность деятельности компании в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему.

В общей постановке анализ модели проекта информационной системы, созданной

на основе интегрирования существующих систем и приведенными выше подходами оценки экономической эффективности TCO, BSC, ABC дает положительный результат, что подтверждает целесообразность реализации интеграционных методов развития [9–10].

Методы оценки эффективности информационных систем в топливно-энергетическом комплексе

Для оценки эффективности использования информационных систем в разных отраслях промышленности используют различные методы. Основным из них является метод оценки качества данных (Data Quality Score).

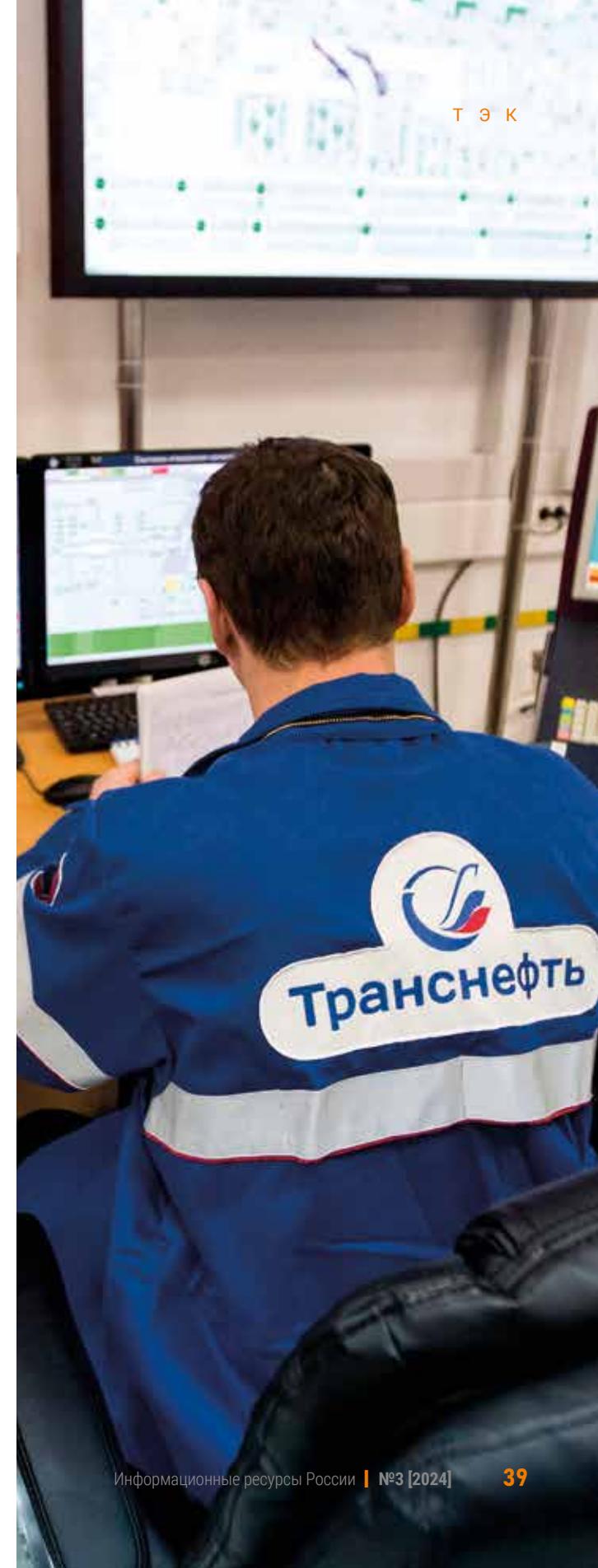
Очень важно измерять качество данных с помощью количественных показателей, чтобы убедиться в надежности полученной информации. Именно здесь на помощь приходит КПЭ оценки качества данных, учитывающий различные факторы для оценки качества информации. Среди таких факторов выделяют:

- полнота;
- уникальность;
- актуальность;
- согласованность.

От того, насколько будут данные в информационной системе соответствовать этим основным КПЭ, будет зависеть ее эффективность работы и положительное влияние на все бизнес-процессы компании.

Задача любой информационной системы – это прежде всего повышение прозрачности и эффективности работы всей системы бизнес-процессов, включая технологические процессы. В ядре любой системы управления бизнесом находится ERP-система, а на периферии могут использоваться различные специализированные системы, например, управление ремонтом и техобслуживанием, мониторинг состояния трубопроводов.

Система трубопроводного транспорта – чрезвычайно сложный комплекс, включающий в себя множество подсистем, миллионы





НПС «Сковородино»
Источник: en.vostok.transneft.ru

датчиков, множество центров управления, SCADA и пр. Поэтому для эффективности работы информационной системы применяются такие технологии, как Data Lake, Data Pipeline, Big Data и пр. Их эффективность оценивается по различным критериям. Основным можно назвать влияние информационной системы на увеличение прибыли компании. Применительно к компаниям нефтегазового сектора это реализуется следующим образом:

- процессы, направленные на повышение эффективности эксплуатации (в частности, сокращение времени простоев и остановочных ремонтов). За это отвечает аналитика данных, в частности, аналитика профилактических ремонтов;
- анализ трубопроводного оборудования, сокращение времени воздействия, оптимизация алгоритмов работы оборудования, человеко-часов и т. д. Оптимизация использования производственных материалов и оборудования (например, диагностических приборов для проверки

состояния трубопроводов изнутри), планирование технического обслуживания, материалов и человеко-часов.

Это ведет к оптимизации производства и снижению расходов, что, в свою очередь, дает рост производительности.

Другим важным КПЭ цифровой системы является ее цифровая зрелость, что выражается в соответствии системы потребностям компании и уровню развития технологий. В идеале информационная система представляет собой своего рода экосистему, в которой реализуются все бизнес-процессы компании, начиная от управления проектами и заканчивая производством готовой продукции или оказанием услуг (применительно к трубопроводам).

Для оценки уровня цифровой зрелости используются различные подходы, среди них следует выделить следующие:

1. Оценка надежности технологии. В настоящее время в крупных компаниях, в том числе нефтегазовых, используется массово технология блокчейн.

2. Оценка инновационности технологий. Существуют различные методы определения уровня инновационности технологий.

Стандартный подход к оценке эффективности информационных систем – классический, с экономической точки зрения. Но для учета специфики ИТ-отрасли необходимы более расширенные подходы в указанной области исследований.

Вопрос оптимизации алгоритмов в интегрированных ИС, например, объема и направления передачи данных между информационными системами, их необходимости и достаточности для реализации оптимального интеграционного решения, повышения качества принимаемых руководителями решений при получении информации из интегрированных информационных систем, при описанном выше подходе не рассматривается. Решением указанной проблемы может быть использование методов имитационного моделирования при соответствующем построении интеграционной модели в контексте бизнес-процессов, для реализации которых созданы отдельные ИС.

Использование имитационного моделирования целесообразно в случаях, если на реальном объекте затратно или невозможно экспериментировать, или когда нет возможности построить аналитическую модель, в связи со множеством сценариев деятельности. Имитационное моделирование является основой для разработки новых перспективных технологий управления, включает в себя моделирование работы изучаемой системы на аналитической базе ключевых взаимосвязей её составляющих частей либо создание экспериментального симулятора предметной области.

Во время имитационного моделирования сначала формируются модели операций и процессов исследуемой деятельности, а далее на базе этих моделей создается имитация реальных объектов [11–13].

При использовании методов имитационного моделирования для оптимизации интеграционных процессов в ИС возможно

получить оптимальное решение с учетом следующих параметров:

- объем, структура и направление передаваемых данных;
- система взаимодействия ИС, пользователя и ЛПР;
- прогнозные ресурсы для обеспечения работы заданного количества пользователей;
- работа механизмов проверки корректности данных, хранимых ранее в разных ИС и др.

Таким образом, применение методов имитационного моделирования позволяет оптимизировать ключевые параметры ее работы, в том числе взаимодействия с пользователями разного уровня, существенно снизить затраты на последующую реализацию интеграционного процесса и получить результат принципиально другого уровня. Это увеличивает показатель исхода операций за счет всех компонентов эффективности процесса $Y_{эф}$: результативности (E), ресурсоёмкости (R) и оперативности (O).

Выводы

Оценка экономической эффективности создания ИС и их интеграции является актуальной задачей, решение которой зачастую осуществляется с применением набора методик и инструментов, учитывающих индивидуальные особенности как самой исследуемой системы, так и способа ее использования, опираясь на комплексное свойство системы – эффективность процесса.

Таким образом, для оценки эффективности информационных систем необходимо решать две параллельные задачи: оценочную и оптимизационную. Причем для решения последней зачастую применяется инструментарий имитационного моделирования. Имитационное моделирование применяется в связи с тем, что реальный объем сценариев интеграции может оказаться значительным, а аналитика либо невозможна, либо трудоемка.

OPTIMIZATION AND EFFICIENCY OF INFORMATION SYSTEMS IN THE PROCESS OF DIGITALIZATION OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX

Melnikov Andrey, Candidate of Technical Sciences, Deputy Director of the Center for Innovative Programs, R&D and Industry Standardization, Transneft Research Institute, LLC, Moscow. E-mail: MelnikovAV@niitnn.transneft.ru

Raspopov Andrey, Candidate of Technical Sciences, Deputy Director of the Center for Innovative Programs, R&D and Industry Standardization, Transneft Research Institute, LLC, Moscow. E-mail: RaspopovAA@niitnn.transneft.ru

Bachurin Alexander, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Innovation Programs Sector, Transneft Research Institute, LLC, Moscow. E-mail: BachurinAl@niitnn.transneft.ru

Gnilomedov Evgeny, Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher of the Innovation Programs Sector, Transneft Research Institute, LLC, Moscow. E-mail: GnilomedovEV@niitnn.transneft.ru

Abstract. Now the world is experiencing a period of active growth in the application of the results of accumulated experience through the use of methods and means of processing information data. Information technologies and modern software and hardware have formed the basis for the creation of information systems, which have found their application in all fields of activity – from personal use to enterprises and international companies. The main goal of such digitalization of the company's activities is to use the potential of its information technology resources to increase productivity, reduce costs, ensure a high level of competitiveness and development progress. The effectiveness of information systems is as the degree of influence of information systems on the quality of decisions made before achieving the goals of the organization at the lowest cost. The economic efficiency of information systems can be assessed by comparing the target indicators of the use of information systems with the costs of ensuring their life cycle. Thus, information systems should be justified by the needs of the main activity of the enterprise, be an integral part of the overall management system of the enterprise, be economically profitable, have an open flexible structure and develop systematically, and the use of which allows to achieve results with the greatest efficiency.

Keywords: effectiveness of information systems, information systems management, system approach, business process integration, optimization, simulation.

Библиографический список:

1. Анисифоров А. Б., Анисифорова Л. О. Методики оценки эффективности систем и информационных технологий в бизнесе: Учебное пособие. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. 2014. – 97 с.
2. Дёмина Н. Е. Оценка экономического эффекта использования цифровых технологий на предприятиях нефтегазовой отрасли // Экономика и бизнес: теория и практика. № 4–1 (98), 2023. С. 112–121.
3. Крутин Ю. В. Эффективность информационных систем и технологий: Учебное пособие. – Екатеринбург: РГППУ, 2020. – 62 с.
4. Кошкарлова А. А., Когай Г. Д., Амиров А. Ж., Тен Т. Л. Особенности применения метода функционально-стоимостного анализа в бизнес-процессах // Научный альманах. 2015. № 11–3(13). С. 247–250.
5. Лаврова А. С. Оценка функционирования систем и показатели исхода операции // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2019. Т. 1. С. 430–433.
6. Лугачев М. И., Скрипкин К. Г. Парадоксы и реальность оценки экономической эффективности информационных систем. Исследования по экономике информационных систем: Материалы научно-практической конференции «Экономическая эффективность информационных бизнес-систем». – М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2015. – 248 с.
7. Майоров Е. Е., Таюрская И. С. Корпоративные информационные системы: Учебник. – СПб.: Издательство Университета при МПА ЕврАзЭС, 2020. – 220 с. (Серия «Учебники Университета при МПА ЕврАзЭС», ISSN 2782-151X).
8. Роль менеджмента информационных технологий в цифровой трансформации российских компаний [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-menedzhmenta-informatsionnyhtehnologiy-v-tsifrovoy-transformatsii-rossiyskih-kompaniy>
9. Проблемы управления ИТ-инвестициями на предприятиях [Электронный ресурс]. URL: <http://bibsscience.ru/articles/ar965.pdf>
10. Эффективность ИС как составная часть эффективности технологии управления [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-is-kak-sostavnaya-chast-effektivnostitehnologii-upravleniya>
11. Dunlea J. KPIs for Data Analytics, Data Science & Engineering Teams in 2023, published on November 24, 2023.
12. Linova, Alina; Chanysheva, Amina (2020): Algorithm for assessing the prospects of offshore oil and gas projects in the Arctic, Energy reports, 6, ISSN 2352-4847, Elsevier, Amsterdam, Vol. 6, Iss. 2, pp. 504–509, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.110>
13. Alexey E. Cherepovitsyn; Nikita A. Tretyakov Development of a new assessment system for the applicability of digital projects in the oil and gas sector // Записки Горного института. 2023. № 262 (eng). URL: <https://cyberlenika.ru/article/n/development-of-a-new-assessment-system-for-the-applicability-of-digital-projects-in-the-oil-and-gas-sector>

Bibliography:

1. Anisiforov A. B., Anisiforova L. O. Methods of evaluating the effectiveness of systems and information technologies in business. A textbook. – St. Petersburg: St. Petersburg State Polytechnic University, 2014. – 97 p.
2. Demina N. E. Assessment of the economic effect of the use of digital technologies in the oil and gas industry // Economics and Business: theory and practice. No.4–1 (98), 2023. pp. 112–121.
3. Krutin Yu. V. Efficiency of information systems and technologies: A textbook. – Yekaterinburg: RGGPU, 2020. – 62 p.
4. Koshkarova A. A., Kogai G. D., Amirov A. J., Ten T. L. Features of the application of the method of functional cost analysis in business processes // Scientific Almanac. 2015. No. 11–3(13). pp. 247–250.
5. Lavrova A. S. Evaluation of the functioning of the systems and the outcome indicator of the operation // International Conference on Soft Computing and Measurements. 2019. Vol. 1. pp. 430–433.
6. Lugachev M. I., Skripkin K. G. Paradoxes and reality of evaluating the economic efficiency of information systems. Research on the economics of information systems: Materials of the scientific and practical conference «Economic efficiency of information business systems». Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2015. – 248 p.
7. Mayorov E. E., Tayurskaya I. S. Corporate information systems: Textbook. – St. Petersburg: Publishing House of the Lomonosov University, 2020. – 220 p. (Series «Teachers of the Lomonosov University», ISSN 2782-151X).
8. The role of information technology management in the digital transformation of Russian companies [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-menedzhmenta-informatsionnyhtehnologiy-v-tsifrovoy-transformatsii-rossiyskih-kompaniy>
9. Problems of IT investment management at enterprises [Electronic resource]. URL: <http://bibsscience.ru/articles/ar965.pdf>
10. The effectiveness of IP as an integral part of the effectiveness of management technology [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-is-kak-sostavnaya-chast-effektivnostitehnologii-upravleniya>
11. Danley J. The key indicators for the Data analysis Teams, Data Science & Engineering for 2023, are published on November 24, 2023.
12. Ilyinova, Alina; Chanysheva, Amina (2020): An algorithm for assessing the prospects of offshore oil and gas projects in the Arctic, Energy Reports, 6, index 2352–4847, Elsevier Publishing House, Amsterdam, Volume 6, issue 2, pp. 504–509, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.110>
13. Cherepovitsyn Alexey Evgenievich; Nikita A. Tretyakov On the development of a new system for assessing the applicability of digital projects in the oil and gas sector // Notes of the General Director. 2023. No.262 (English). Address: <https://cyberlenika.ru/article/n/development-of-a-new-assessment-system-for-the-applicability-of-digital-projects-in-the-oil-and-gas-sector>

Кручинин Егор
Доцент, к. т. н., студент,
факультет информационных
технологий управления,
Ростовский государственный
университет путей сообщения
(РГУПС)
E-mail: Egor.KruchininX@yandex.ru

Лященко Зоя
Доцент, к. т. н., кафедра
вычислительной техники
и автоматизированных систем
управления, Ростовский
государственный университет
путей сообщения (РГУПС)
E-mail: izv_ui@rgups.ru

Лященко Алексей
Доцент, к. т. н., декан, факультет
информационных технологий
управления, Ростовский
государственный университет
путей сообщения (РГУПС)
E-mail: lam75@mail.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ РАЗРАБОТКИ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕЙРОСЕТИ, ФИКСИРУЮЩЕЙ КОНТАКТ С ПОВЕРХНОСТЬЮ

Аннотация. Авторами работы рассмотрены различные алгоритмы, служащие для построения моделей нейронных сетей. Изучена эффективность рассмотренных алгоритмов, результаты исследований сведены в таблицы. Изучены возможные условия эксплуатации модели нейронной сети, фиксирующей контакт с поверхностью. Оценена точность работы модели в различных условиях освещения, положения камеры, проецируемого изображения. Результаты исследований сведены в таблицу.

Ключевые слова: модель, нейросеть, датасет, эффективность, условия.

Разработка нейросетей, способных фиксировать контакт с поверхностью, является одной из самых актуальных и перспективных областей в современной науке

Введение

В последние годы наблюдается стремительный рост интереса к нейросетевым технологиям, вызванный их потенциалом для решения различных задач в самых разных областях. Нейронные сети демонстрируют впечатляющие результаты в таких сферах, как распознавание образов, обработка естественного языка, машинный перевод, прогнозирование и многое другое. Стоит отметить, что на сегодняшний день стремительнее других набирают популярность нейросети, обрабатывающие входящий видеопоток.

Нейросети, способные обрабатывать картинку в реальном времени, получают все большее распространение. В качестве одного из примеров, многие современные телефоны используют Face ID для распознавания пользователя устройства. Нейронные сети детекции применяются повсеместно, от распознавания лиц до управления беспилотными автомобилями.

В связи с этим актуальной становится задача оценки эффективности алгоритмов разработки нейросетей и изучения особенностей их применения в различных условиях. Для создания надежных и эффективных нейросетевых решений необходимо учитывать факторы, влияющие на их производительность, а также уметь подбирать оптимальные параметры и строить архитектуру

нейронной сети для конкретной задачи. Для стабильной работы большинства нейросетей, обрабатывающих входящий видеопоток в живом времени, требуется соблюдение множества различных условий, таких как: хорошее освещение, стабильная картинка, высокое разрешение изображения и так далее. Соблюдение всех этих аспектов может быть не всегда возможно, поэтому в данной работе будет собрана статистика количества сбоев нейросети в зависимости от ухудшения одного или нескольких условий эксплуатации системы на основе ИИ.

В данной статье рассматриваются различные подходы к оценке эффективности алгоритмов разработки нейросетей и собираются статистические данные точности работы модели. Будут проанализированы различные метрики производительности, а также факторы, влияющие на точность и надежность нейросетевых решений. Будет собрана статистика работы разных моделей нейросетей в различных условиях получения видеопотока. Особое внимание будет уделено особенностям условий для применения нейросетей. Будут рассмотрены различные типы данных, пригодных для обучения нейронных сетей, а также методы обработки данных, необходимые для подготовки данных к обучению.

Практическая значимость данной работы заключается в выборе наиболее подходящего алгоритма и условий

эксплуатации нейросети, фиксирующей контакт с поверхностью. Благодаря проведенным исследованиям, ускорится процесс построения моделей нейронных сетей по обнаружению объектов, в частности, фиксирующие контакт с поверхностью, что позволит развивать данную область гораздо стремительнее и вводить в эксплуатацию все больше инновационных проектов.

Целью работы является анализ условий эксплуатации нейронных сетей, фиксирующих контакт с поверхностью, и оценка эффективности алгоритмов построения моделей таких нейросетей.

Оценка эффективности алгоритмов разработки и особенностей условий эксплуатации нейросети, фиксирующей контакт с поверхностью

Разработка нейросетей, способных фиксировать контакт с поверхностью, является одной из самых актуальных и перспективных областей в современной науке и технологиях. Ведь такая нейронная сеть может стать основой для различных проектов перепланировки и эффективного использования свободного пространства, заменяя габаритные экраны и телевизоры.

Одним из ключевых аспектов в разработке нейросетей, фиксирующих контакт с поверхностью, является выбор подходящего алгоритма. Существует множество различных типов нейронных сетей, таких как сверточные нейронные сети (CNN), рекуррентные нейронные сети (RNN), конвергентные нейронные сети (ConvNets), глубокие нейронные сети (DNN) и многие другие. Каждая из них имеет свои особенности и преимущества, которые могут быть использованы при обработке видеоданных.

Для оценки эффективности алгоритмов разработки нейросетей были протестированы 4 наиболее распространенных алгоритма:

1. Сверточные нейронные сети (CNN) – наиболее распространенный тип нейросетей для задач компьютерного зрения,

особенно для задач распознавания объектов. CNN используют операции свертки для извлечения локальных признаков из изображений, а затем объединяют эти признаки для формирования более сложных представлений [1].

2. Рекуррентные нейронные сети (RNN) – могут обрабатывать последовательные данные, что делает их подходящими для задач, где временная информация имеет значение. В контексте распознавания фиксации контакта RNN могут использоваться для моделирования динамики взаимодействия объекта с поверхностью [3].
3. Конвергентные нейронные сети (ConvNets) – это комбинация CNN и RNN, которые могут извлекать как локальные, так и временные зависимости из данных. ConvNets могут быть особенно эффективными для задач, где объекты движутся или деформируются.
4. Глубокие нейронные сети (DNN) – это нейронные сети, состоящие из большого количества скрытых слоев. DNN могут обучаться на больших объемах данных и извлекать сложные закономерности, что делает их эффективными для решения задач распознавания образов.

Для эффективной работы нейросети с видеопотоком, необходимо учитывать особенности этого типа данных, такие как пространственная и временная зависимость, высокая размерность и объем данных, наличие различных типов объектов и действий и т. д. Также немаловажную роль в разработке нейросети для фиксации контакта с поверхностью играет формирование датасета. Существует сильная положительная корреляция между качеством данных и точностью модели машинного обучения. Это означает, что чем выше качество данных, тем выше точность модели. Для тестирования наиболее популярных алгоритмов разработки нейросети по фиксации контакта с поверхностью был сформирован датасет, состоящий более чем из ста тысяч размеченных вручную изображений высокого качества. Данный датасет гарантирует отсутствие ошибок модели, связанных с некаче-

ственными данными, что позволит наиболее точно оценить эффективность тестируемого алгоритма [4].

Одним из основных вызовов при разработке нейросетей для обработки видеопотока является необходимость учитывать высокую вычислительную сложность таких операций, как свертка, пулинг, активация нейронов и т. д. Для решения этой проблемы часто применяются специализированные аппаратные ускорители, такие как видеокарты или тензорные процессоры. Проблема нехватки производительности при разработке модели нейронной сети решаема. В результате разработки, нейронная сеть будет работать одинаково хорошо вне зависимости от того, какая аппаратная часть была у ЭВМ, на которой нейросеть обучалась, данный аспект влияет лишь на скорость разработки программы, но не на конечный результат, таким образом, конфигурация ЭВМ не повлияет на итоговый результат расчета эффективности алгоритма разработки нейросети.

Перед началом тестирования каждого из выбранных алгоритмов, необходимо было построить сами модели нейронных сетей с использованием данных алгоритмов. Для того, чтобы данные исследования были наиболее объективными, было принято решение использовать предобученные и проверенные временем модели нейронных сетей на основе выбранных алгоритмов. У каждой выбранной модели были переобучены несколько последних слоев на собранном нами датасете, что позволило оценить точность работы алгоритма при распознавании фиксации контакта с поверхностью.

Для наибольшей точности приводимых данных, некоторые алгоритмы были протестированы на нескольких предобученных моделях.

При тестировании алгоритма CNN была выбрана классическая модель VGG19. VGG19 – это модель сверточной нейронной сети, состоящая из 19 слоев, включая сверточные слои, слои пулинга и полносвязные слои. Она была разработана для классификации изображений и достигла высокой точности на наборе данных ImageNet.



```

# Загрузка модели VGG19
vgg = VGG19(include_top=False)

def vgg19_model():
    # Создание слоя входных данных
    input_layer = Input(shape=(120,120,3))

    vgg = VGG19(include_top=False)(input_layer)

    # Добавление новых слоев в модель
    f1 = GlobalMaxPooling2D()(vgg)
    class1 = Dense(2048, activation='relu')(f1)
    class2 = Dense(1, activation='sigmoid')(class1)

    f2 = GlobalMaxPooling2D()(vgg)
    regress1 = Dense(2048, activation='relu')(f2)
    regress2 = Dense(4, activation='sigmoid')(regress1)

    tracker = Model(inputs=input_layer, outputs=[class2, regress2])
    return tracker

```

Рис. 1. Модель VGG19 для тестирования

```

# Загрузка pre-trained модели ResNet50V2
base_model = ResNet50V2(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=(120, 120, 3))

# Замораживание слоев базовой модели
for layer in base_model.layers:
    layer.trainable = False

# Добавление новых слоев для обучения
x = base_model.output
x = Flatten()(x)
x = Dense(128, activation='relu')(x)
x = Dropout(0.5)(x)
x = Dense(1, activation='softmax')(x)

# Создание модели
model = Model(inputs=base_model.input, outputs=x)

```

Рис. 2. Модель ResNet для тестирования

```

model = tf.keras.Sequential([
    # Слой LSTM для извлечения временных зависимостей
    layers.LSTM(64, return_sequences=True, input_shape=(120, 120, 3)),
    # Еще один слой LSTM
    layers.LSTM(32),
    # Слой плотной связи для классификации
    layers.Dense(1, activation='softmax')
])

```

Рис. 3. Модель LSTM для тестирования

```

model = tf.keras.Sequential([
    # Слой GRU для извлечения временных зависимостей
    layers.GRU(64, return_sequences=True, input_shape=(120, 120, 3)),
    # Еще один слой GRU
    layers.GRU(32),
    # Слой плотной связи для классификации
    layers.Dense(1, activation='softmax')
])

```

Рис. 4. Модель GRU для тестирования

Измененная модель с добавленными слоями для обучения на нашем датасете представлена на рис. 1.

В качестве дополнительной модели для тестирования CNN была выбрана модель ResNet. ResNet – это модель сверточной нейронной сети, которая использует «остаточные блоки» для обучения более глубоких сетей. Это позволяет избежать проблемы затухания градиента, которая может возникнуть при обучении очень глубоких сетей.

Измененная модель ResNet с добавленными слоями для обучения на нашем датасете представлена на рис. 2.

Для тестирования алгоритма RNN были выбраны такие модели, как LSTM и GRU.

LSTM (Long Short-Term Memory) – это тип рекуррентной нейронной сети, который хо-

рошо подходит для работы с последовательными данными, такими как текст или временные ряды. LSTM обладает способностью запоминать и использовать информацию на длительные промежутки времени.

GRU (Gated Recurrent Unit) – это другой тип рекуррентной нейронной сети, который также хорошо подходит для работы с последовательными данными. GRU обладает аналогичными свойствами LSTM, но с меньшим количеством параметров.

Модели для тестирования данных алгоритмов представлены на рис. 3 и 4.

Для тестирования алгоритма ConvNet было принято решение объединить модели CNN и LSTM.

ConvNet (Convolutional Neural Network) – это тип нейронной сети, который использует-

```

model = tf.keras.Sequential([
    # Блок CNN для извлечения пространственных признаков
    layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(120, 120, 3)),
    layers.MaxPooling2D((2, 2)),
    layers.Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D((2, 2)),
    layers.Flatten(),

    # Блок LSTM для извлечения временных зависимостей
    layers.LSTM(64, return_sequences=True),
    layers.LSTM(32),

    # Слой плотной связи для классификации
    layers.Dense(1, activation='softmax')
])

```

Рис. 5. Модель ConvNet для тестирования

```

# Создать модель
model = tf.keras.Sequential([
    # Блок Flatten для преобразования изображений в векторы
    layers.Flatten(input_shape=(120, 120, 3)),

    # Блок Dense для извлечения нелинейных зависимостей
    layers.Dense(512, activation='relu'),
    layers.Dense(256, activation='relu'),
    layers.Dense(128, activation='relu'),

    # Слой плотной связи для классификации
    layers.Dense(1, activation='softmax')
])

```

Рис. 6. Модель DNN для тестирования

Тестируемая модель	Описание алгоритма	Точность, %	Ошибка, %
CNN	Классическая архитектура CNN, например, VGG19	87,3	12,8
ResNet	CNN с архитектурой с остаточными связями	88,7	11,3
LSTM	RNN с архитектурой долговременной памяти	83,1	16,9
GRU	RNN с архитектурой с ортогональными рекуррентными единицами	82,4	17,6
ConvNet (CNN + LSTM)	Объединение CNN и LSTM	89,3	10,7
DNN	Многослойная перцептронная сеть	85,6	14,4

Таблица 1. Результаты тестирования алгоритмов построения моделей

ся для обработки изображений. Он состоит из сверточных слоев, пулинга и полносвязных слоев, что помогает извлекать признаки из входных изображений.

Модель ConvNet, используемая при тестировании на нашем датасете, представлена на рис. 5.

В ходе исследования было принято решение также протестировать многослойную перцептронную сеть (DNN).

DNN (deep neural network) – это общий термин для нейронной сети с большим количеством слоев. DNN обычно используется для задач классификации, регрессии и других типов машинного обучения, а также для задач, где требуется высокая степень абстракции признаков.

Модель перцептронной сети представлена на рис. 6.

После построения всех моделей тестируемых нейронных сетей, был проведен процесс обучения каждой из них. Каждая модель прошла 10 эпох обучения с одинаковыми входными параметрами. Для тестирования каждой обученной модели, был сформирован отдельный датасет для тестирования, с помощью которого и оценивались точность и эффективность алгоритма, который использовался при формировании тестируемой модели.

Результаты тестирования моделей приведены в таблице 1. В таблице отражена точность распознавания прикосновения тестирующего к поверхности и ошибка модели в процентах. При тестировании использовались изображения, на которых отражен факт касания поверхности пальцем человека, ка-

ждая модель при удачной фиксации касания рисовала ограничивающий прямоугольник в той области, где было обнаружено касание. Пример зафиксированного касания приведен на рис. 7.

Результаты анализа всех представленных моделей позволяют сделать вывод о том, что модели на основе алгоритма RNN справляются с фиксацией контакта с поверхностью хуже, чем модели, основанные на других представленных алгоритмах. Модели на основе алгоритмов CNN, ConvNet справляются с поставленной задачей лучше остальных, имея приблизительно одинаковую ошибку. Средний результат, по сравнению с другими, показал алгоритм DNN. Таким образом, при решении задачи о фиксации контакта с поверхностью эффективнее всего будет использование моделей на основе алгоритмов CNN и ConvNet.

После детального тестирования эффективности алгоритмов разработки нейронных сетей, были выбраны две наиболее качественные модели – это VGG19 и ConvNet. Но помимо алгоритма разработки нейросети, на точность ее работы в реальном времени также значительно влияют условия ее эксплуатации.

Для проведения исследования была выбрана модель VGG19, так как она вошла в тройку лидеров среди моделей, которые были протестированы, и является одной из наиболее распространенных моделей в области анализа видеопотока.

На основе модели VGG19 была построена модель, последние слои которой были обучены на собранном нами датасете. Данная



Рис. 7. Пример фиксации касания поверхности моделью CNN



Рис. 8. Тестирование модели, камера сбоку, фон темный

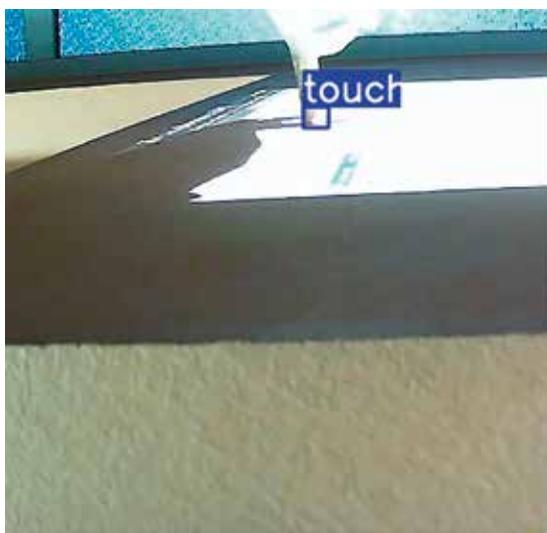


Рис. 9. Тестирование модели, камера сбоку, фон темный

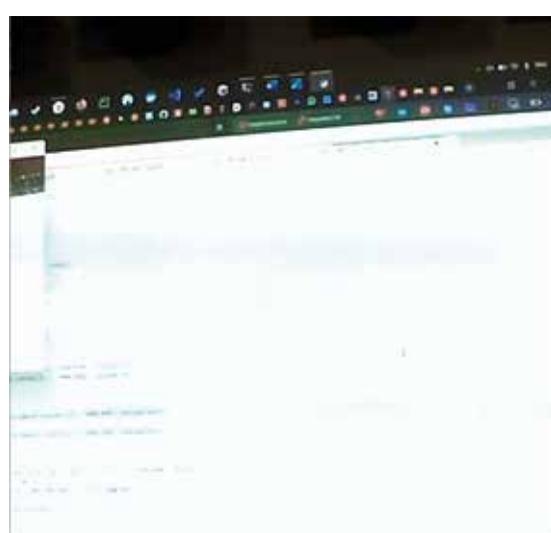


Рис. 10. Тестирование модели, камера анфас, фон светлый

модель обучена на распознавание прикосновения пользователя к поверхности. Модель представлена на рис. 1.

Нейросеть, фиксирующая контакт с поверхностью, основывается на компьютерном зрении, поэтому, для данной нейросети являются критичными факторы освещения, качества изображения и месторасположение. Не менее важным фактором для распознавания контакта с поверхностью является качество самой поверхности, ведь любые неровности могут привести к сбоям работы модели или большому проценту ошибок и ложных срабатываний.

При оценке качественных условий работы нейросети, будут оцениваться такие факторы, как:

1. Освещение – нейросеть будет тестироваться при разном уровне освещения и разной цветовой палитре поверхности, на которой будет фиксироваться прикосновение.
2. Уровень шума на изображении – на вход модели будут подаваться данные с разным уровнем искажений и шума.
3. Расположение камеры – камера, с которой будет поступать видеопоток будет располагаться в одной из двух подготовленных точек.

Тестируемая модель получала на выходе размеченные обучающие данные с учетом всех вышеперечисленных условий. При тестировании модели каждый этап проводилось ровно сто тестовых касаний поверхности.

На первом этапе тестировалось положение камеры – сбоку от проецируемого изображения, первым делом нейросеть была протестирована с темным фоном проецируемого изображения. Результат точности модели при высоком освещении помещения составил 94%, при низком освещении помещения – 87%. Хуже всего модель фиксировала нажатие, находящееся вдалеке, возле границ угла обзора камеры. Пример тестирования модели приведен на рис. 8.

На втором этапе тестирования проецируемое изображение сменили на светлое. При начале тестирования было заметно, что светлый фон проецируемого изображения в худ-



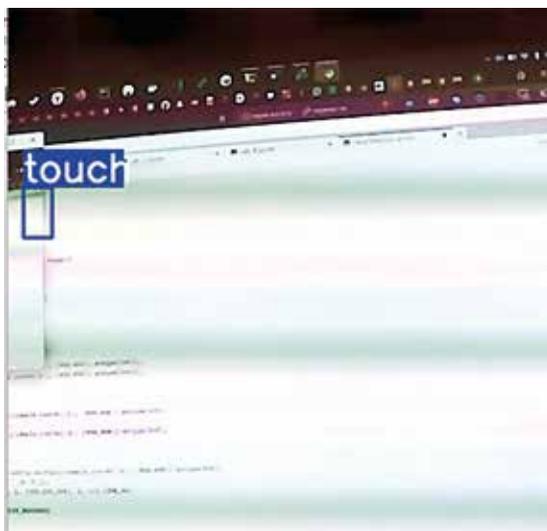


Рис. 11. Тестирование модели, камера анфас, фон светлый, без настройки



Рис. 13. Тестирование модели, камера анфас, фон темный

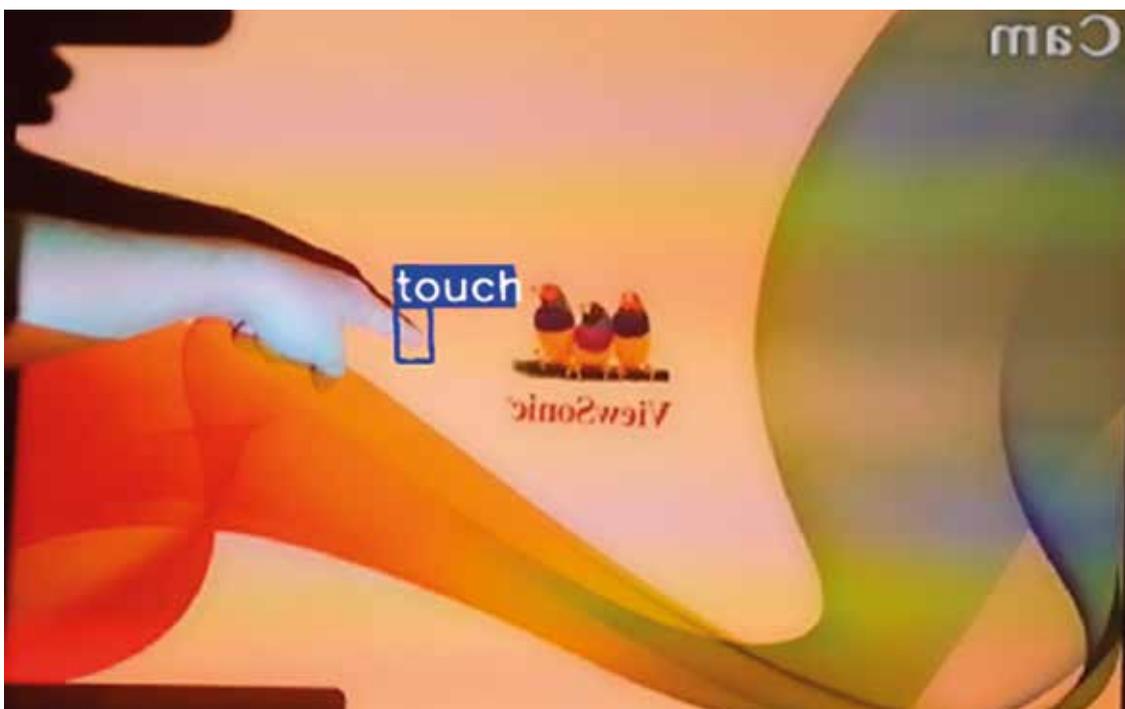


Рис. 12. Тестирование модели, камера анфас, фон светлый, после настройки

шую сторону влияет на качество распознавания руки пользователя. Заметны были смещения ограничивающего прямоугольника, результат точности при хорошо освещенном помещении составил – 80%, при низкой освещенности помещения точность составила 85%. Наибольшее количество ошибок модель показала при касании в самых удаленных от камеры точках, близких к границам угла обзора камеры. Пример тестирования модели приведен на рис. 9.

В результате тестирования боковое положение камеры показало, что модель хорошо справляется с фиксацией контакта с поверхностью, шумов и искажений на изображениях обнаружено не было.

На следующем этапе модель тестировалась при лицевом положении камеры. Первые тесты были проведены на светлом фоне изображения. Были выявлены проблемы работы модели при высоком уровне освещения в помещении, в данных условиях рука пользователя полностью сливалась с общим фоном, что не позволяло распознать касание. Точность тестирования – 0%.

При дальнейшем тестировании модели в условиях светлого фона проецируемого изображения и низкого уровня освещения помещения, были замечены значительные шумы на поступающем изображении. Данные шумы нередко вызвали ложное срабатывание модели, при таком тестировании

точность фиксации контакта с поверхностью оставалась на уровне 25%.

Данные проблемы связаны с недостаточным количеством кадров видеокamеры и высоким контрастом проецирующего устройства. После детальной настройки используемых устройств удалось добиться минимизации шумов и нормализации цветового контраста проецируемого изображения. После настройки точность модели при низком уровне освещенности помещения повысилась до 63%. Большое количество ошибок модели было связано с расположением камеры анфас, такое расположение камеры фиксирует касание только при определенном расположении руки, если прикосновение пальца с поверхностью не скрыто рукой. Также большое количество ошибок модель совершала при фиксации касания возле краев угла обзора камеры.

Последним этапом тестирования модели стало тестирование лицевого положения камеры с темным проецируемым изображением. При таких условиях модель намного лучше фиксирует контакт с поверхностью, шумов и искажений на изображении обнаружено не было, точность тестирования при хорошем освещении помещения составила 75%, при низком освещении точность достигла 68%.

Результаты всего тестирования были сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Результаты тестирования модели в различных условиях

Положение камеры	Проецируемое изображение	Уровень освещения помещения	Наличие шумов и искажений	Точность модели, %
В профиль	Темное	Высокий	Не наблюдалось	94
		Низкий	Не наблюдалось	87
	Светлое	Высокий	Не наблюдалось	80
		Низкий	Не наблюдалось	85
Анфас	Темное	Высокий	Не наблюдалось	75
		Низкий	Не наблюдалось	68
	Светлое	Высокий	Невозможность фиксации контакта из-за высокого светового потока	0
		Низкий	Шумы из-за высокого светового потока	63



Исходя из всех вышеперечисленных условий эксплуатации нейросети по фиксации контакта с поверхностью и результатов тестов, можно сделать вывод, что наиболее эффективными условиями эксплуатации нейронной сети являются: размещение камеры в профиль, с использованием темного фона проецируемого изображения в хорошо освещенном помещении.

Данные условия в совокупности с выбором эффективного алгоритма обучения нейронной сети помогут добиться наилучшего результата фиксации контакта с поверхностью.

Вывод

Нейронные сети, фиксирующие контакт с поверхностью, с каждым днем находят применение все в большем количестве областей. Их разработка и детальная настройка требует большого количества времени, и без детальных тестов модель может выйти не самой эффективной.

Данное исследование позволит значительно ускорить разработку нейросетей, фиксирующих контакт с поверхностью и поможет за максимально короткий срок ввести их в эксплуатацию, подобрав оптимальные условия использования. Благодаря выбору наиболее эффективного алгоритма, приведенного в данном исследовании, такие модели смогут практически безошибочно работать даже с большим количеством пользователей.

В результате проведенного исследования были детально протестированы алгоритмы разработки нейронных сетей, фиксирующих контакт с поверхностью и изучены все аспекты условий эксплуатации данных моделей. Составлены таблицы, отражающие актуальные результаты исследования, с помощью которых можно составить наиболее подходящую и эффективную конфигурацию приложения на основе нейронной сети, фиксирующей контакт с поверхностью.

Использование тачскрина
Источник: gstockstudio / depositphotos.com

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ALGORITHMS FOR THE DEVELOPMENT AND OPERATING CONDITIONS OF A NEURAL NETWORK THAT FIXES CONTACT WITH THE SURFACE

Kruchinin Egor, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Student, Faculty of Information Technology Management, Rostov State University of Railway Engineering (RGUPS). E-mail: Egor.KruchininX@yandex.ru

Lyashchenko Alexey, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Dean, Faculty of Information Technology Management, Rostov State University of Railway Engineering (RGUPS). E-mail: lam75@mail.ru

Lyashenko Zoya, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Department of Computer Engineering and Automated Control Systems, Rostov State University of Railway Engineering (RGUPS). E-mail: izv_ui@rgups.ru

Abstract. The authors of the paper consider various algorithms used to build models of neural networks. The effectiveness of the considered algorithms has been studied, the research results are summarized in tables. The possible operating conditions of a neural network model fixing contact with a surface are studied. The accuracy of the model in various lighting conditions, camera position, and projected image is estimated. The research results are summarized in a table.

Keywords: model, neural network, dataset, efficiency, conditions.

Библиографический список

1. Коробейников А. В. Сверточные нейронные сети: обзор и применение // Математическое моделирование и информатика. 2018. № 4. С. 102–112.
2. Нильсен М. А. Нейронные сети: подробный курс. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2017. – 656 с.
3. Сергеев А. В. Сверточные нейронные сети: теория и практика. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2019. – 272 с.
4. Швалов Д. В., Дагдидян Г. Д., Дицков А. В. Искусственные нейронные сети в задачах распознавания изображений на железнодорожном транспорте: опыт и перспективы применения // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2018. № 2 (70). С. 88–96.
5. Васильев А. Н., Тархов Д. А. Нейросетевое моделирование. – М.: Физматлит, 2006. – 464 с.
6. Галушкин А. И. Нейронные сети. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2018. – 320 с.
7. Жиленков А. А. Современное состояние и тенденции развития систем распознавания речи, эмоций и верификации по голосу // Искусственные общества. 2023. Т. 18. № 3.
8. Барский А. Б. Логические нейронные сети. – М.: Интернет-университет информационных технологий «Бином». Лаборатория знаний, 2007. – 352 с.

Bibliography:

1. Korobeynikov A. V. Convolutional neural networks: review and application // Mathematical modeling and Computer Science. 2018. No. 4. pp. 102–112.
2. Nielsen M. A. Neural networks: a detailed course. – M.: Binom. Laboratory of Knowledge, 2017. – 656 p.
3. Sergeev A. V. Convolutional neural networks: theory and practice. – M.: Publishing house «Dodeka-XXI», 2019. – 272 p.
4. Shvalov D. V., Dagldian G. D., Ditskov A. V. Artificial neural networks in image recognition problems in railway transport: experience and application prospects // Bulletin of the Rostov State University of Railway Engineering. 2018. No. 2 (70). pp. 88–96.
5. Vasiliev A. N., Tarkhov D. A. Neural network modeling. – M.: Fizmatlit, 2006. – 464 p.
6. Galushkin A. I. Neural networks. – M.: Publishing house «Dodeka-XXI», 2018. – 320 p.
7. Zhilenkov A. A. The current state and trends in the development of speech recognition, emotion and voice verification systems // Artificial societies. 2023. Vol. 18. No. 3.
8. Barsky A. B. Logical neural networks. – M.: Internet University of Information Technologies «Binom». Laboratory of Knowledge, 2007. – 352 p.

УДК 721.021

DOI 10.52815/0204-3653_2024_3198_58
EDN: TAXUIN

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Бабчук Вячеслав
Магистр, Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный
университет (НИУ МГСУ)
E-mail: babchuk-slava23@mail.ru

Адамцевич Любовь
К. т. н., Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный
университет (НИУ МГСУ)
E-mail: AdamtsevichLA@mgsu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются инструменты автоматизации проектирования объектов капитального строительства в контексте внедрения технологий информационного моделирования. Выявлено, что к настоящему моменту строительная отрасль России обеспечена необходимым для работы программным обеспечением отечественного производства. Наиболее распространённое ПО – это Renga, организация совместной работы в которой можно представить в виде двух подходов: Renga Collaboration Server и среда общих данных Pilot-BIM. Кроме того, актуальным является направление разработки расширений для ПО Renga. В этой связи авторами предлагается укрупнённая схема создания плагина через Renga API для автоматизации рутинных задач.

Ключевые слова: программное обеспечение, BIM, Renga, CAD, строительные объекты.

**Внедрение
инновационных
плагинов
позволяет
отечественным
разработчикам
идти в ногу
с мировыми
тенденциями
и предлагать
конкурентоспо-
собные продукты**

Введение

BIM (Building Information Modeling) – зарубежная технология, призванная улучшить процессы проектирования, строительства и эксплуатации зданий через создание и управление цифровыми моделями, появилась довольно давно. В Российской Федерации осуществляется плавный переход на технологии информационного моделирования (ТИМ), что является частью государственной стратегии по цифровизации строительной отрасли [1]. Этот переход отражает стремление адаптировать международный опыт к российским условиям и нормативам, обеспечивая более эффективное планирование, контроль качества и снижение затрат на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства.

По данным Центра компетенций по ТИМ «ДОМ РФ» [2], за II квартал 2024 г. количество регионов, использующих технологии информационного моделирования в строительстве жилья, увеличилось с 45 до 54 из 89. Лидирующие позиции по применению технологий информационного моделирования возглавляют такие субъекты РФ, как Москва, Московская область и Санкт-Петербург. Доля квадратных метров жилого назначения, при строительстве которых применяют или пилотируют технологии информационного моделирования, увеличи-

лась с 41 до 44%. Наибольшая часть приходится на Москву (80%). Процент застройщиков в данном случае достигает 21% (в I квартале – 20%). Эти показатели демонстрируют положительную динамику в развитии использования ТИМ в строительной отрасли (рис. 1).

При этой динамике этап проектирования является наиболее распространённым для использования ТИМ, однако не все потребности проектировщиков могут быть решены стандартными инструментами ПО для САПР. В процессе проектирования часто возникает необходимость автоматизации специфических задач, которые выходят за рамки стандартных возможностей программного обеспечения. Здесь на помощь приходят плагины и расширения, которые позволяют автоматизировать нестандартные задачи, не предусмотренные базовым функционалом САПР.

Аналог зарубежного решения для этапа проектирования в части информационного моделирования

К текущему моменту строительная отрасль обеспечена необходимым для работы программным обеспечением отечественного производства на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства. На рынке российского про-

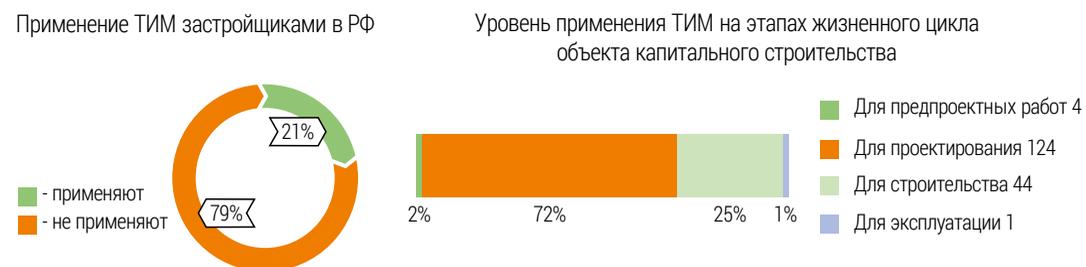


Рис. 1. Показатели применения ТИМ в жилищном строительстве за II квартал 2024 г., по данным Центра компетенций по ТИМ «ДОМ РФ»

граммного обеспечения созданы достаточные условия для перехода на апробированное отечественное ПО.

На странице Центра компетенций по технологиям информационного моделирования в жилищном строительстве фигурирует реестр, который содержит более 400 отечественных продуктов для использования в ходе инвестиционно-строительного цикла. Сейчас 74% продуктов из реестра включены в Реестр программного обеспечения Минцифры России. Большая часть ПО создана для использования на этапах проектирования (193) и строительства (165). В реестре представлены решения в области ТИМ, ИИ, управления БПЛА и других технологий. Обновление проводится совместно с представителями вендоров, что позволяет предоставить наиболее актуальную информацию.

Для этапа проектирования можно выделить одно из наиболее прогрессивных, на данный момент, решений от компании АСКОН – Renga.

Renga – это программное обеспечение для информационного моделирования зданий (BIM), разработанное для упрощения процессов проектирования и создания архитектурных и инженерных проектов. Renga отличается интуитивно понятным интерфейсом, который позволяет специалистам быстро осваивать программу и эффективно работать над проектами. Программа поддерживает трехмерное моделирование, что обеспечивает наглядность и точность при

разработке проектов. В Renga реализована функция совместной работы, что позволяет архитекторам, инженерам и другим участникам проекта взаимодействовать в едином информационном пространстве, улучшая координацию и снижая риск ошибок [3].

По своему подходу приложение частично напоминает продукт компании Autodesk Revit. То есть логика заключается в том, что пользователь формирует полноценную информационную модель в отдельном файле, при этом работа с этой моделью ведется как в трехмерном пространстве, так и возможна корректировка элементов в плане. Преимущество изначально отдается работе с 3D-моделью, т. е. в большинстве случаев модель формируется в трехмерном пространстве, с возможностью разделения по этажам, уровням, блокам. Программа также позволяет генерировать стандартные разрезы и фасады. Они автоматически синхронизируются при внесении изменений на любом плане или в 3D-модели, но не являются редактируемыми. Эти виды предоставляются пользователям для оформления. Помимо стандартных видов, программа позволяет генерировать табличные данные в виде спецификаций или отдельных форм, не связанных с ИМ. При внесении изменений через табличные формы, которые получены посредством спецификации, эта информация автоматически синхронизируется с моделью.

Организацию совместной работы в Renga можно представить в виде двух подходов [4]:

1. Renga Collaboration Server. Этот инструмент позволяет организовать совместную работу над проектом несколькими пользователями. Он обеспечивает хранение и синхронизацию данных проекта, а также позволяет отслеживать изменения и версии проекта. Данный инструмент может быть представлен как отдельный ПК в организации, либо размещен в облачных сервисах, что обеспечивает доступ к нему из любой точки мира. Также доступен облачный сервис (Renga Cloud), предоставляющий доступ к Collaboration Server и другим инструментам Renga.
2. Среда общих данных Pilot-BIM. Это инструмент для объединения моделей разных разделов проекта (архитектура, конструкции, инженерные системы) в единую сводную модель.

Это позволяет получить более полное представление о проекте и упростить координацию работы между разными специалистами.

Хоть Renga приближена к функционалу Autodesk Revit, но при этом реализует другой подход и цели в процессе разработки. Сравнение функционала инструментов различных платформ представлено в таблице 1 [5].

Для более корректного анализа зарубежных инструментов и отечественной разработки была также приведена информация о программе, разработанной компанией Graphisoft для проектирования и создания архитектурных проектов.

Разработка расширения для ПО Renga

Разработка расширения предполагает использование Renga API и стандартных языков программирования, таких как Python, C++ или C#. Renga API предоставляет разработчикам доступ ко всем необходимым функциям для взаимодействия с моделью, что позволяет создавать кастомные скрипты и приложения для ав-

Архитектор-проектировщик работает с ПО Renga
Источник: Gorodenkoff / depositphotos.com



томатизации различных задач. Этот подход требует более глубоких знаний в области программирования, но при этом предоставляет большую гибкость и возможности для интеграции с другими системами и инструментами. Программируя напрямую через API, можно реализовать более сложные сценарии автоматизации и обеспечить точное соответствие специфическим требованиям заказчика или государственной экспертизы [6].

Реализовать весь потенциал API помогает набор инструментов, библиотек, документации и примеров кода, предоставляемый разработчикам для создания приложения или интеграции с определенной платформой, программным обеспечением или сервисом – Software Development Kit.

Комплект разработчика (SDK) – набор файлов, позволяющих работать с программным интерфейсом ПО Renga. В данном архиве находятся папка с примера-

ми («Samples»), вспомогательные заголовочные файлы и библиотеки для работы с Renga («C++», «Net», «tlb»), а также справка, сохраненная локально в виде набора web-страниц («Docs»). Пакет SDK распространяется, в частности, для двух основных языков программирования («C#», «C++»). Для C# комплект предоставляет скомпилированную библиотеку, содержащую объявление необходимых функций и работу с некоторыми перечислениями, которые есть в Renga API («Renga.Net.PluginUtility.dll»). Для C++ в наборе можно выделить перечень заголовочных файлов, реализующих те же действия, что и конструкции в библиотеке dll. Общим для двух языков является файл tlb (Type library), который представляет из себя библиотеку типов, используемую в приложениях на C, C++ или C# под Windows. Он содержит спецификацию COM-компонентов, конструкций связывания и встраивания объектов (OLE), перечислений, функций, классов, типов и интерфейсов, скомпилированных в один файл. В C# импорт происходит как ссылка на проект, а C++ как импорт по пути данной библиотеки. Для Python SDK предоставляет только некоторое количество тестовых скриптов, при этом логика языка не привязана к использованию Type library [7].

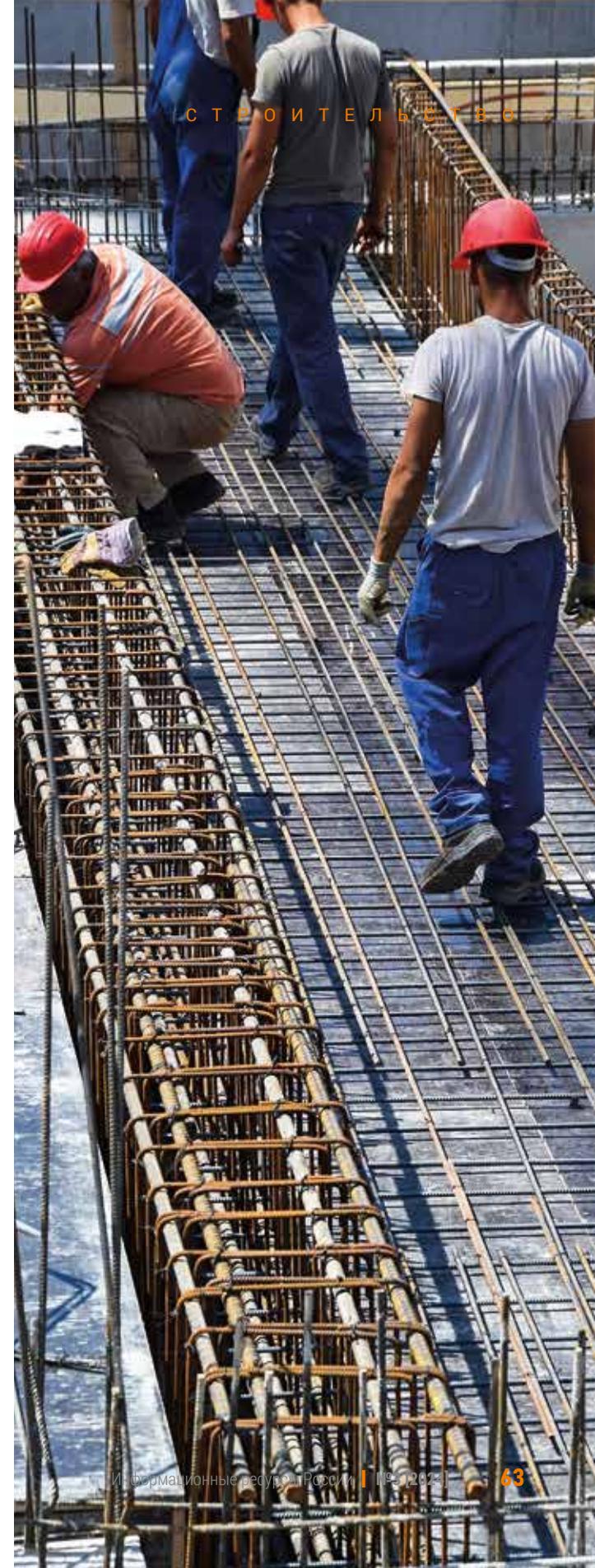
Плагин представляет собой программное дополнение, которое функционирует с момента запуска до завершения основного процесса. В Renga плагин обычно состоит из кода, обрабатывающего одно или несколько внутренних событий в Renga, таких как отслеживание нажатий на кнопки в интерфейсе, выделение объектов, а также открытие и закрытие проекта [8]. Укрупненная схема создания плагина в ПО Renga представлена на рис. 2.

Каждый плагин под Renga состоит из следующих необходимых ресурсов:

- исполняемый файл плагина, который является стандартной динамической библиотекой Windows или сборкой «.NET»;
- XML-файл с расширением «.rndesc», содержащий описание плагина и инструкции по его загрузке.

Таблица 1. Сравнительный анализ отечественной системы Renga и зарубежных аналогов

Функциональные возможности	Revit США	ArchiCAD Венгрия	Renga Россия
Базовые			
Импорт/Экспорт редактируемой графики в формате файла *.dwg	+	+	+
Импорт/Экспорт в CSV	+(плагин)/+	(через сторонние решения)	-/+
Импорт/Экспорт в PDF	+	+	+
Импорт/Экспорт растровых изображений	+	+	-
Параметризация 3D-примитивов	+	(PARAM-O)	+
Прикладные			
Возможность расширения функционала ПО путем добавления пользовательских плагинов, расширений	+	+	+
Просмотр облаков точек лазерного сканирования	+	+	(через сторонние решения)
Средства нормоконтроля	+	+	+
Импорт/Экспорт файлов стандарта IFC	+	+	+
Организация совместной работы	+	(плагин)	+
Использование файлов формата BCF для обмена замечаниями и предложениями	+(плагин)	(плагин)	+(плагин)
Внедрение систем «1С: Предприятие»	+(CSV)	+(CSV)	+(плагин)
Применение BIM-смета-ABC	+(плагин)	(плагин)	+(плагин)
Системные			
Поддержка Linux	-	-	+(Wine)
Поддержка MacOS	+	+	-
Сетевое развертывание и встроенный учет лицензий	+	+	-
Оптимизированный код и низкие требования к аппаратному обеспечению	-	-	+



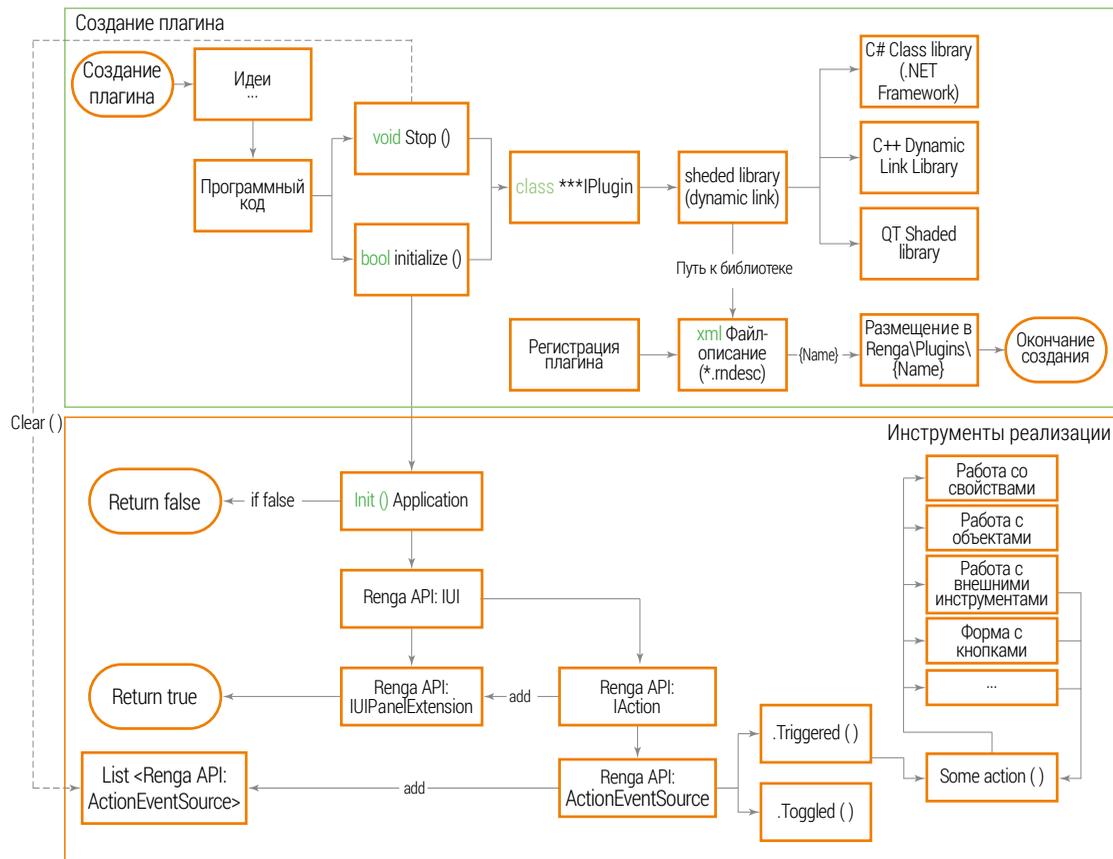


Рис. 2. Укрупненная схема создания плагина через Renga API

```
<RengaPlugin>
  <Name>Sample Plugin</Name>
  <Version>1.0</Version>
  <Copyright>Copyright text</Copyright>
  <RequiredAPIVersion>2.30</RequiredAPIVersion>
  <PluginType>net</PluginType>
  <PluginFilename>Sample.dll</PluginFilename>
  <Vendor>Renga</Vendor>
  <!-- Displayed plugin name -->
  <!-- Plugin version -->
  <!-- Copyright information -->
  <!-- Minimum required version of Renga API -->
  <!-- Plugin type. Use "net" for .NET (C#, C++/CLI) and "cpp" for Visual C++ -->
  <!-- Path to the plugin's binary file, either relative to the folder containing the .rndesc file or an absolute one -->
  <!-- Vendor of the plugin -->
</RengaPlugin>
```

Рис. 3. Файл описания библиотеки

Каждый из перечисленных файлов описания должен быть размещен в отдельном подкаталоге внутри директории «Plugins» корневой папки ПО. Названия файлов описания должны совпадать с названиями папок плагинов. Например, для плагина, расположенного в папке [RengaInstallation]/Plugins/Sample, файл описания должен находиться по пути [RengaInstallation]/Plugins/Sample/Sample.rndesc.

Структура файла описания типа фиксированной разметки должна соответствовать представленной на рис. 3.

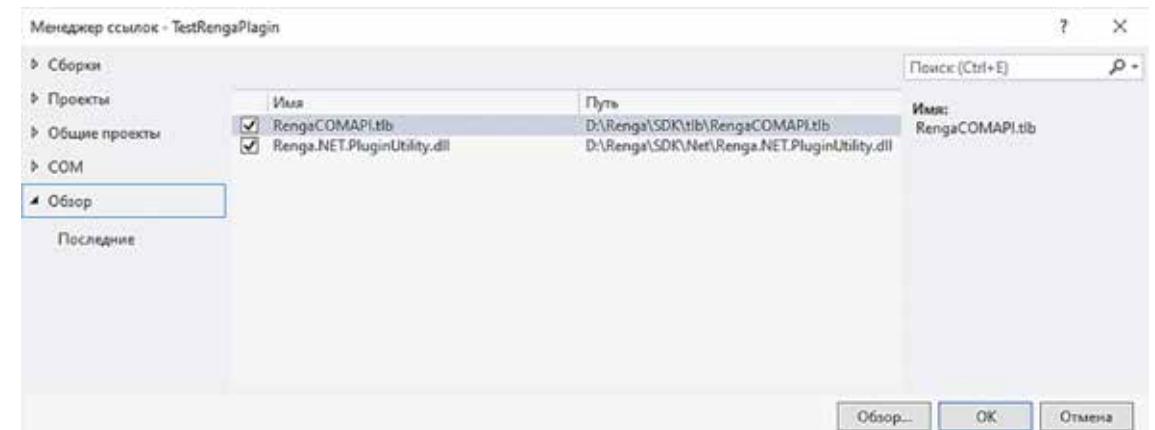
Средой для разработки расширения может являться MS Visual Studio, представляющая из себя мощную интегрированную среду разработки (IDE), которая широко используется для написания кода на различных языках программирования, таких как C#, C++, Python, JavaScript и многих других. Эта среда предоставляет разработчикам все необходимые инструменты для создания, редактирования и отладки кода. Visual Studio оснащена интеллектуальным редактором кода, который включает функции автодополнения, подсветки синтаксиса и рефакторинга, что значительно повышает производительность и точность работы программиста. Кроме того, встроенные отладчики и средства анализа кода помогают находить и исправлять ошибки на ранних этапах

разработки. Благодаря гибким возможностям настройки и расширяемости, MS Visual Studio поддерживает множество плагинов и расширений, позволяя разработчикам адаптировать среду под свои конкретные нужды и интегрировать её с различными сервисами и инструментами [9].

Настройка рабочего пространства проекта в среде MS Visual Studio начинается с создания нового проекта или открытия существующего. Для этого в меню «Файл» выбирается соответствующая опция, после чего необходимо указать тип проекта и его расположение на диске. Далее, следует настроить структуру решения, добавив необходимые файлы и папки, а также подключив нужные зависимости и библиотеки (рис. 4).

Важным этапом является конфигурация параметров сборки и отладки, что позволяет оптимизировать процесс разработки и тестирования. В MS Visual Studio предусмотрены удобные инструменты для управления исходным кодом, включая интеграцию с системами контроля версий, такими как Git, что облегчает совместную работу над проектом. Используя богатый функционал среды, разработчики могут эффективно организовать свое рабочее пространство, настроив его в соответствии с требованиями конкретного проекта и личными предпочтениями [10].

Рис. 4. Подключение библиотек в менеджере ссылок





Заключение

Концепция информационного моделирования уже прочно вошла в практику проектирования, строительства и эксплуатации объектов. BIM представляет собой методику управления информацией о здании на всех этапах его жизненного цикла, позволяющую существенно повысить качество и эффективность процессов. В условиях стремительного технологического развития и перехода к цифровой экономике, Россия поставила перед собой амбициозные цели в рамках стратегии до 2030 г., направленной на модернизацию строительной отрасли. В частности, одним из ключевых направлений является широкое внедрение технологий информационного моделирования, что должно способствовать повышению конкурентоспособности отечественного строительного комплекса на международной арене.

Разработка и применение сторонних плагинов для систем автоматизированного проектирования имеют огромное значение в современной практике информационного моделирования. Плагины позволяют значительно расширить базовый функционал САПР, адаптируя его под специфические нужды различных проектов и пользователей. Это особенно актуально в условиях, когда требования к проектам становятся все более сложными и многообразными, а стандартные возможности САПР могут оказаться недостаточными для их удовлетворения.

Внедрение дополнительных модулей отдельно от основной платформы позволяет избежать излишней загруженности системы и улучшить её общую работу. Пользователи могут выбирать только те плагины, которые действительно необходимы для их конкретных задач, что упрощает управление ресурсами и снижает риски возникновения ошибок и сбоев.

Внедрение инновационных плагинов позволяет отечественным разработчикам идти в ногу с мировыми тенденциями и предлагать конкурентоспособные продукты, что повышает их шансы на успешное продвижение и внедрение своих решений за рубежом.

DOMESTIC TOOLS FOR AUTOMATIZATION OF THE CAPITAL CONSTRUCTION PROJECTS DESIGN

Babchuk Vyacheslav, Master's degree, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU). E-mail: babchuk-slava23@mail.ru

Adamtsevich Lyubov, Ph.D., National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU). E-mail: AdamtsevichLA@mgsu.ru

Abstract. The article discusses tools for automating the design of capital construction projects in the context of introducing information modeling technologies. It has been revealed that to date, the Russian construction industry has been provided with domestically produced software necessary for operation at all stages of the life cycle of a capital construction project. Sufficient conditions have been created in the Russian software market for the transition to proven domestic software. At the same time, the most common software is Renga, the organization of collaboration in which can be represented in the form of two approaches: Renga Collaboration Server and the Pilot-BIM shared data environment. In addition, the development of extensions for Renga software is relevant. In this regard, the authors propose an enlarged scheme for creating a plugin via the Renga API to automate routine tasks.

Keywords: software, BIM, Renga, CAD, construction projects.

Библиографический список:

1. Проект «Стратегия развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 г.». URL: https://www.srogen.ru/upload/files/documents/strategy_text_13112019.pdf (дата обращения: 18.07.2024).
2. Технологии информационного моделирования // ЕИСЗН. URL: <https://наш.дом.рф/tim> (дата обращения: 19.07.2024).
3. BIM-батл № 1 Revit vs Renga (Сергей Макаров vs Сергей Одегов): [сайт]. 2024. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=F2Mgt6Rnm3Q&t=2s> (дата обращения: 01.03.2024).
4. Renga для совместной работы над проектом. URL: <https://rengabim.com/sovместnaya-rabota/> (дата обращения: 17.07.2024).
5. Перспективы импортозамещения программного обеспечения для проектирования объектов капитального строительства в промышленности. URL: https://csdev.ru/articles/cm_101_08.html (дата обращения: 16.07.2024).
6. Методическое пособие в дополнение к курсу: «Renga. Инструменты автоматизации. Программирование»: [сайт]. 2022. – URL: https://github.com/GeorgGrebnyuk/renga_programming_course_1 (дата обращения: 01.04.2024).
7. API BIM-системы Renga: [сайт]. 2022. – URL: <https://habr.com/ru/companies/ascon/articles/343010/> (дата обращения: 01.04.2024).
8. Непоследний обзор Renga API: [сайт]. 2022. – URL: <https://blog.rengabim.com/2020/04/renga-api.html> (дата обращения: 01.04.2024).
9. Dzen-статья: Часть 6. Скрипт получения свойств объектов: [сайт]. 2023. – URL: <https://dzen.ru/a/ZHNStuvFCUKLuqmZ> (дата обращения: 01.04.2024).
10. Автоматизируем создание свойств: [сайт]. 2022. – URL: <https://blog.rengabim.com/2020/07/blog-post.html> (дата обращения: 01.04.2024).

Bibliography:

1. Project «Strategy for the Development of the Construction Industry of the Russian Federation until 2030». URL: https://www.srogen.ru/upload/files/documents/strategy_text_13112019.pdf (accessed on 18.07.2024).
2. nash.dom.rf: Information Modeling Technologies | EISZhS. URL: <https://наш.дом.рф/tim> (accessed on 19.07.2024).
3. BIM Battle No.1 Revit vs Renga (Sergey Makarov vs Sergey Odegov): [website]. – 2024. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=F2Mgt6Rnm3Q&t=2s> (accessed on 01.03.2024).
4. rengabim.com: Renga for Collaborative Project Work. URL: <https://rengabim.com/sovместnaya-rabota/> (accessed on 17.07.2024).
5. csdev.ru: Prospects for Import Substitution of Design Software for Capital Construction Projects in Industry. URL: https://csdev.ru/articles/cm_101_08.html (accessed on 16.07.2024).
6. GitHub: Methodological Guide Supplementing the Course: «Renga. Automation Tools. Programming»: [website]. – 2022. – URL: https://github.com/GeorgGrebnyuk/renga_programming_course_1 (accessed on 01.04.2024).
7. Habr: API of the Renga BIM System: [website]. – 2022. – URL: <https://habr.com/ru/companies/ascon/articles/343010/> (accessed on 01.04.2024).
8. Blog.rengabim: Not the Last Review of Renga API: [website]. – 2022. – URL: <https://blog.rengabim.com/2020/04/renga-api.html> (accessed on 01.04.2024).
9. Dzen Articles: Part 6. Script for Retrieving Object Properties: [website]. – 2023. – URL: <https://dzen.ru/a/ZHNStuvFCUKLuqmZ> (accessed on 01.04.2024).
10. Blog.rengabim: Automating the Creation of Properties: [website]. – 2022. – URL: <https://blog.rengabim.com/2020/07/blog-post.html> (accessed on 01.04.2024).

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА АНАЛИЗА ДАННЫХ НА СЛУЖБЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ

Корнюш Анна
Студентка Института
цифровых технологий
и моделирования
в строительстве
(ИЦТМС), МГСУ
E-mail: kornyush.ana@yandex.ru

Иванов Николай
Доцент, к. т. н.,
кафедра ИСТАС, МГСУ
E-mail: IvanovNA@mgsu.ru

Аннотация. В статье исследуется, как технологии анализа больших данных (Big Data) и системы бизнес-аналитики (BI) трансформируют строительную индустрию. Анализируется влияние цифровой трансформации на повышение эффективности строительных процессов, с особым вниманием к задачам логистики. Авторы рассматривают примеры реализации BI-систем в российской строительной индустрии, включая разработку и применение дашбордов для визуализации и анализа данных. Также обсуждается аспект импортозамещения в контексте отечественных разработок BI-систем после ухода западных разработчиков с российского рынка.

Ключевые слова:

большие данные, цифровая трансформация, бизнес-аналитика (BI), строительная индустрия, импортозамещение.

Введение

Термины «цифровая трансформация», «большие данные», «искусственный интеллект» за очень короткое время превратились из нечто фантастического и малодоступного в реальные инструменты для преобразования традиционных отраслей. Строительная индустрия, которая долгое время опиралась на стандартные методы и решения, теперь находится на пороге революции, стимулируемой применением Big Data [1]. Огромный потенциал, обеспечиваемый технологией, предоставляют сотрудникам строительных компаний разных направлений деятельности возможность учитывать при решении стоящих перед ними задач нюансы, на которые раньше не хватало времени и информационной поддержки. Появляются инновационные решения для задач, которые ранее казались рутинными [1].

В строительной отрасли, где время является одним из ценнейших и порой дефицитных ресурсов, эффективность решений, связанных с доставкой материалов, можно считать значимым фактором успешности проекта. Применение технологии Big Data при решении задач логистики весьма широко (таблица 1).

BI-системы как современные средства анализа данных

Business Intelligence (BI) – это процесс получения зна-

ний, необходимых для принятия управленческих решений, на основе данных, которые есть в компании.

Для того, чтобы определить, что такое BI-система, воспользуемся, на наш взгляд, весьма адекватным толкованием этого термина от yandex.ru: «В широком понимании – это система, обеспечивающая сбор, очистку, преобразование и хранение данных, а также средства конечных пользователей для доступа и анализа данных, представления результатов и их распространения» [2, 3].

Чего в первую очередь ожидают компании от BI-системы при её внедрении? Ответ достаточно прозрачен – заставить работать информацию, которой владеет компания [3]. Основные функции классической BI-системы представлены на рис. 1.

В общем случае, BI-системы можно представить в виде трех основных составляющих: сбор информации, хранение данных, визуализация (рис. 2).

Рассмотрим подробней блок 1 – «ETL-процесс». Прежде всего, определимся с понятием. ETL (Extract, Transform, Load) – это процесс извлечения данных из различных источников, преобразования их в согласованный формат и загрузки в хранилище данных для анализа [4, 5]. Важно отметить, что этот процесс (рис. 3) имеет решающее значение для обеспечения качества и согласованности данных.

Информационные ресурсы России | №3 [2024]

Решаемая задача	Комментарий
Формирование рациональной последовательности доставки материалов на разные объекты	На основании данных об этапах строительства каждого объекта, о расположении объектов, об объемах и характеристиках грузов, формируются маршруты, минимизирующие затраты на транспортировку и ускоряющие процесс доставки
Прогнозирование рисков при перевозках	Учет и анализ исторических данных о загруженности трасс и скорости движения позволяют предсказывать потенциальные «узкие места» и планировать актуальные маршруты

Таблица 1. Перспективные направления применения технологии Big Data в логистике

Корпоративное хранилище данных	Витрина данных
охватывает весь бизнес компании; данные собираются из всех источников; разрабатывается постепенно; служит единым источником всех данных компании; реализация требует больших усилий и затрат; служит источником для витрин данных	охватывает только часть бизнеса компании; служит источником данных для отдела; реализация более проста и контролируема; заполняется из корпоративного ХД; может быть использована как этап в построении корпоративного ХД

Таблица 2. Классификация хранилищ по масштабу



Рис. 1. Основные функции классической BI-системы

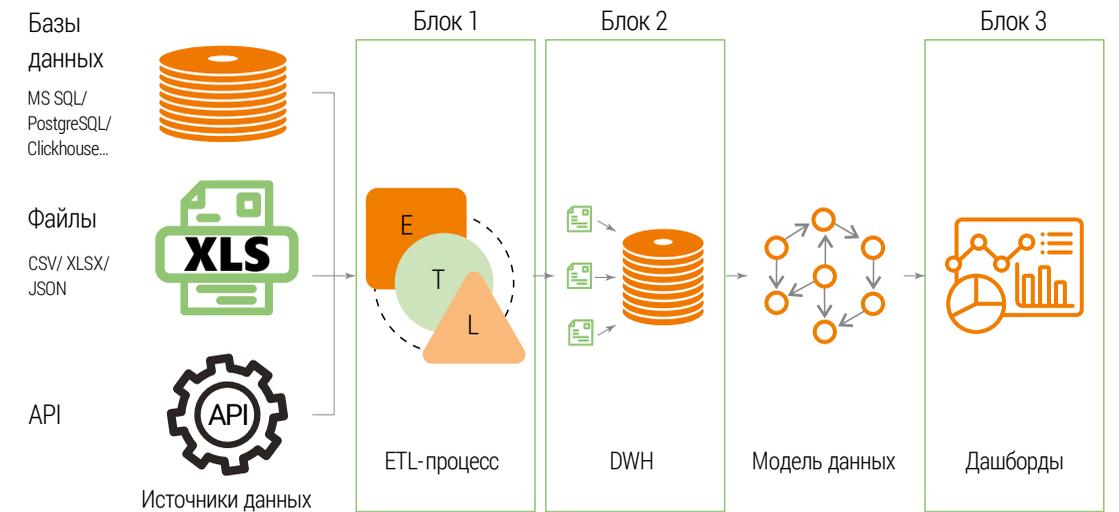


Рис. 2. Составляющие BI-системы

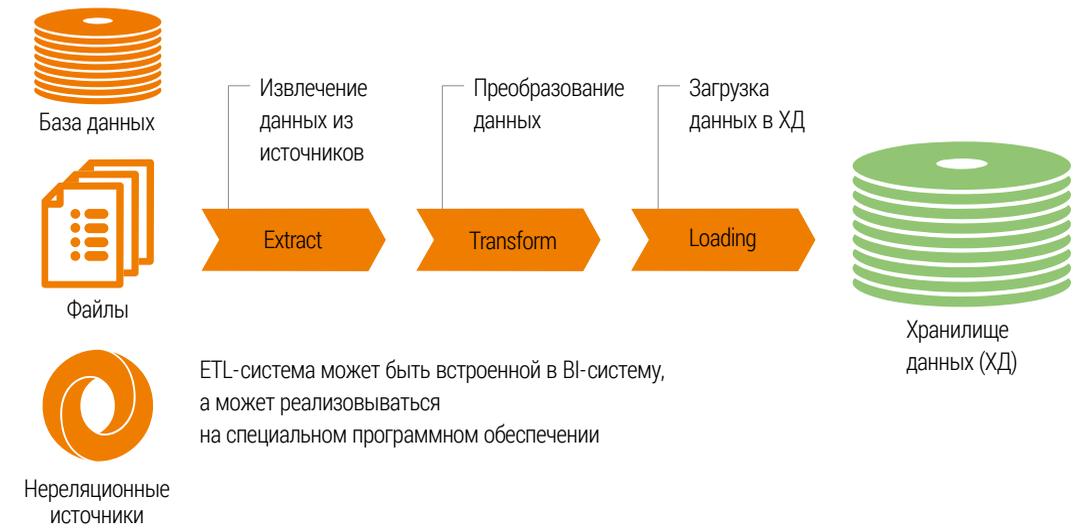


Рис. 3. ETL-процесс

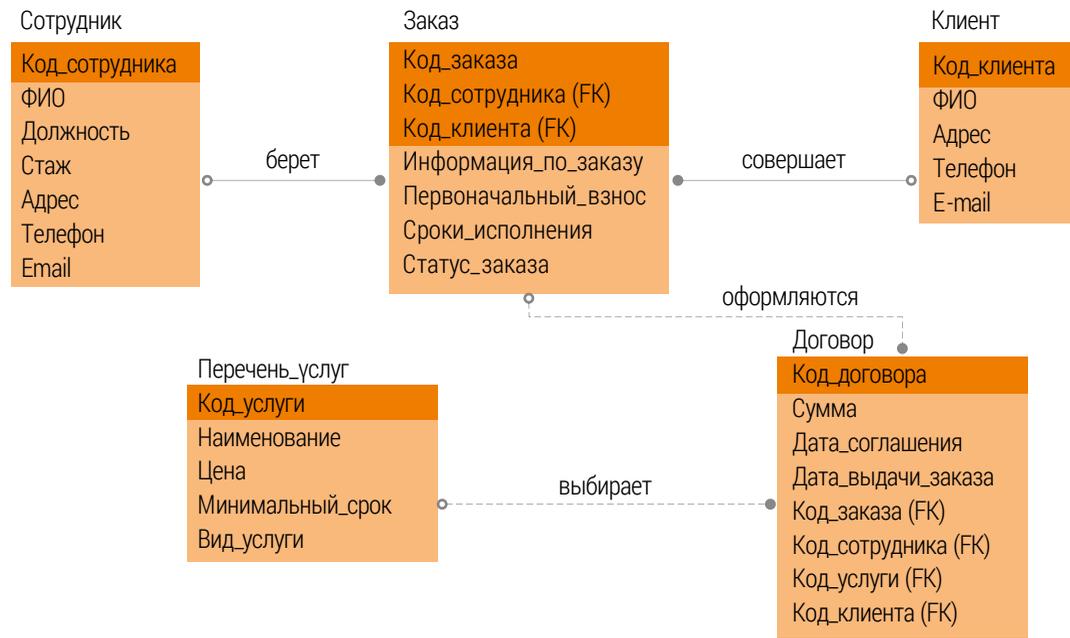


Рис. 4. Данные

Теперь обратимся к блоку 2 «Хранение данных» рис. 2. Согласно [6], хранилище данных (DWH) – представляет собой крупномасштабное хранилище, в котором хранятся исторические данные организации, извлеченные из оперативных баз данных предприятия, агрегированные и преобразованные для удобства анализа. Оно предназначено для поддержки деятельности по бизнес-аналитике, предоставляя центральное место для изучения данных и составления отчетов. Хранилище данных содержит в себе как элементарные, так и агрегированные (сгруппированные) данные в табличном виде (рис. 4).

По масштабу хранилища данных можно разделить на две категории, которые описаны в таблице 2.

Как отмечается в документации к Azure Data Explorer от Microsoft, хранилище данных содержит в своем составе таблицы двух видов: таблицы фактов и таблицы измерений (справочники) [7].

В таблицах фактов хранятся сведения об объектах, совокупность которых будет в дальнейшем подвергаться обработке и анализу. Принято считать, что таблицы этого вида являются основными таблицами хранилища данных [7].

В свою очередь, таблицы измерений являются метаданными для указанных выше таблиц фактов, так как они содержат перечень атрибутов данных, сохраненных в таблице фактов. Как указывается в [7], атрибуты представляют собой текстовые или иные описания, логически объединенные в одно целое.

Теперь обратимся к блоку 3 рис. 2 и рассмотрим системы визуализации данных и отчетности. Ключевым понятием в системах визуализации данных является понятие «Дашборд» или «Инфопанель». Представленное ниже определение дашборда – «интерактивная панель (инфографика по отчетам) с важной информацией, сгруппированной на одном экране, которая показывает актуальную и объективную информацию» [8], можно счи-

тать вполне устоявшимся. Дашборды имеют ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с классическими таблицами и диаграммами (таблица 3).

AdHoc-запросы и отчеты используют в системах бизнес-аналитики (BI) тогда, когда нужно получить ответ на узкоспециализированные и специфические вопросы, которые в силу своих особенностей обычно не включаются в основной отчет. AdHoc-запросы – запросы узкой специализации. Их создают для решения проблемы, которая возникает один раз.

Состояние российского рынка BI-системы

Весной 2022 г. многие западные разработчики BI-систем решили уйти с российского рынка. По словам руководителя направлений BI, DWH, RPA компании «Первый Бит» Сергея Белостоцкого, иностранные вендоры начали приостанавливать свою работу в России. «Во-первых, это стало угрозой для частичной или полной остановки техподдержки со стороны иностранных поставщиков. Во-вторых, перестали отгружаться новые лицензии, что для компаний-пользователей иностранного софта означает блокировку развития по BI и невозможность масштабироваться. В-третьих, иностранные лидеры приостановили продление лицензий. Приостановка работы зарубежных BI-систем стала новым вектором развития для отечественных платформ. В условиях стремительно развивающихся событий российский рынок стал чувствовать себя более уверенным, появились перспективы масштабной работы, ре-

сурсы, вложения. Спрос и надвигающиеся угрозы позволили процедуре замены или расширения текущего Business Intelligence стать более прозрачной и безопасной», – отметил он [9].

Практика применения BI-систем на предприятиях строительной индустрии

В качестве примера рассмотрим использование BI-системы в задачах логистики на промышленном предприятии – небольшом заводе по производству кирпича. Применение BI в этой отрасли поможет контролировать запасы готовой продукции на складе, анализировать ее отгрузку в разрезе месяца или года, общие затраты на перевозку, объемы заказов, время перевозки, количество перевозок, выполненных с нарушениями или изменение объемов перевозок.

В качестве инструментария рассмотрим одно из лидирующих на российском рынке 2024 г. BI-решений. Таким решением по статистике запросов в поисковой системе «Яндекс» является PIX BI.

PIX BI – это инновационная платформа бизнес-аналитики, предназначенная для трансформации данных из разнообразных источников в интуитивно понятные и информативные визуализации. Она облегчает процесс принятия обоснованных управленческих решений. PIX BI экономит время пользователя, автоматизируя сбор данных и создание графиков, позволяя сосредоточиться на глубоком анализе [10].

Перейдем к процессу разработки дашборда.

Таблица 3. Преимущества дашборда

Преимущество
Совмещает в себе функционал OLAP и AdHoc отчетности
Объединяет различные показатели (в том числе из разрозненных источников данных) в единую структурированную систему
Упрощает процесс визуализации данных за счет использования расширяемых библиотек графических визуализаций
Поддерживает анализ данных в реальном времени
Обладает встроенной возможностью формирования регламентной отчетности

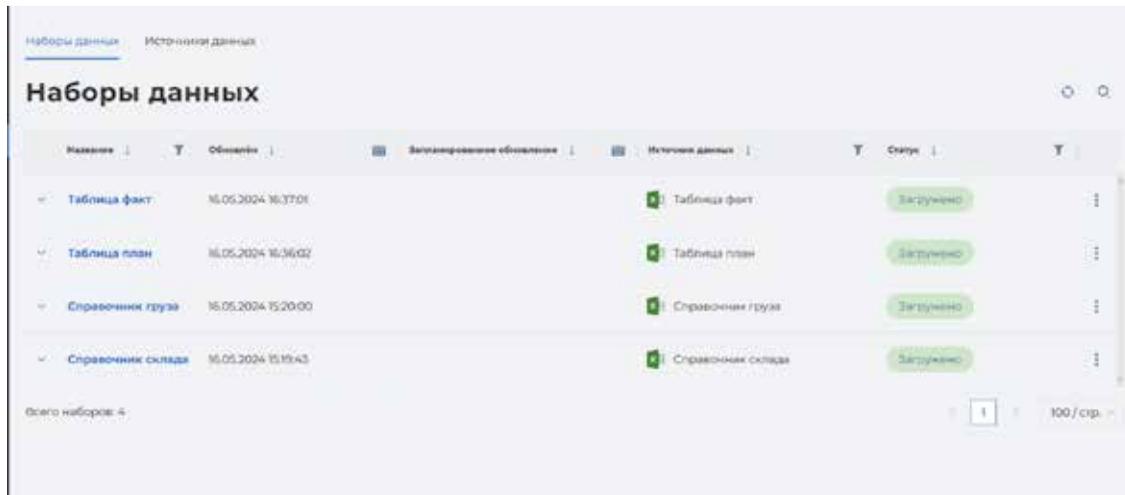


Рис. 5. Загруженные в систему Excel-файлы.

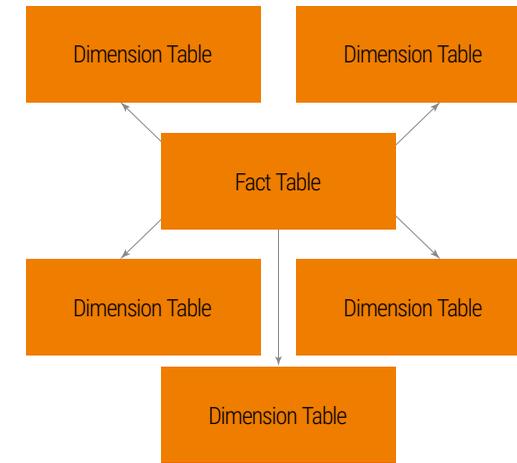


Рис. 7. Схема «Звезда»

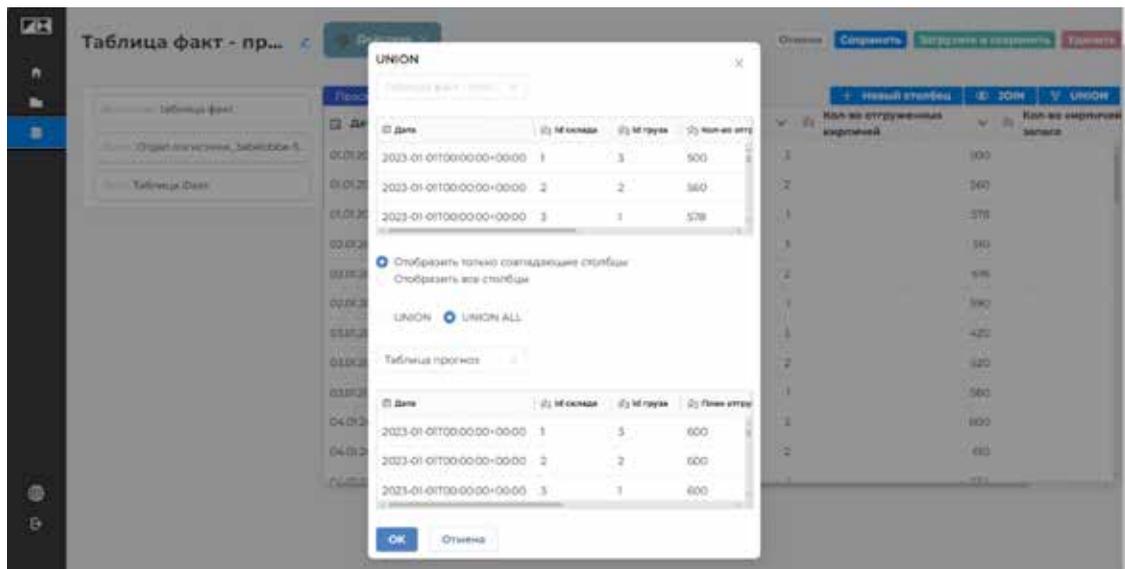


Рис. 6. Объединение полей

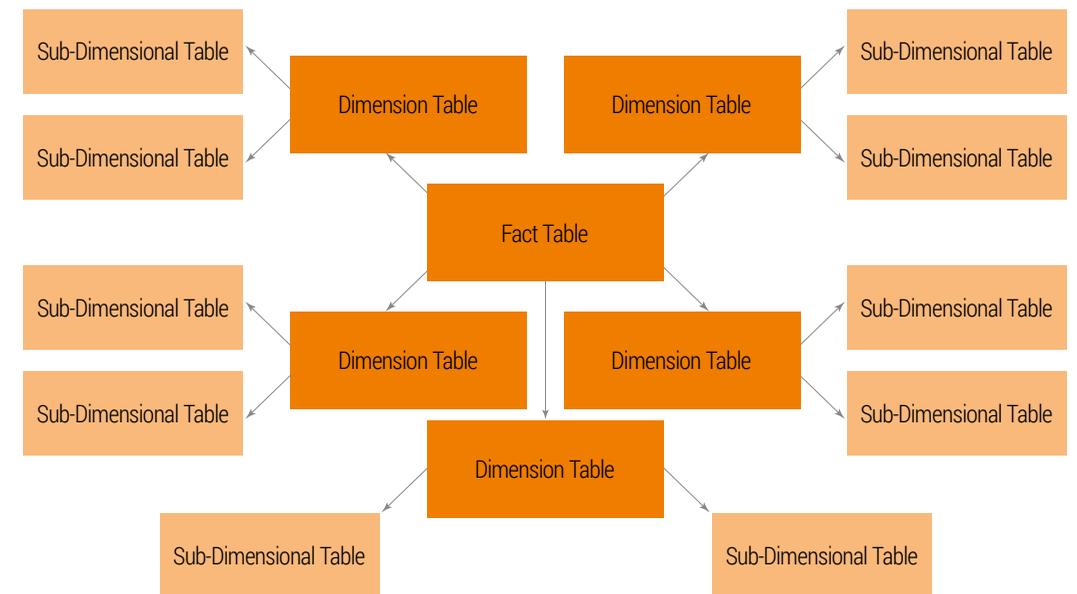


Рис. 8. Схема «Снежинка»

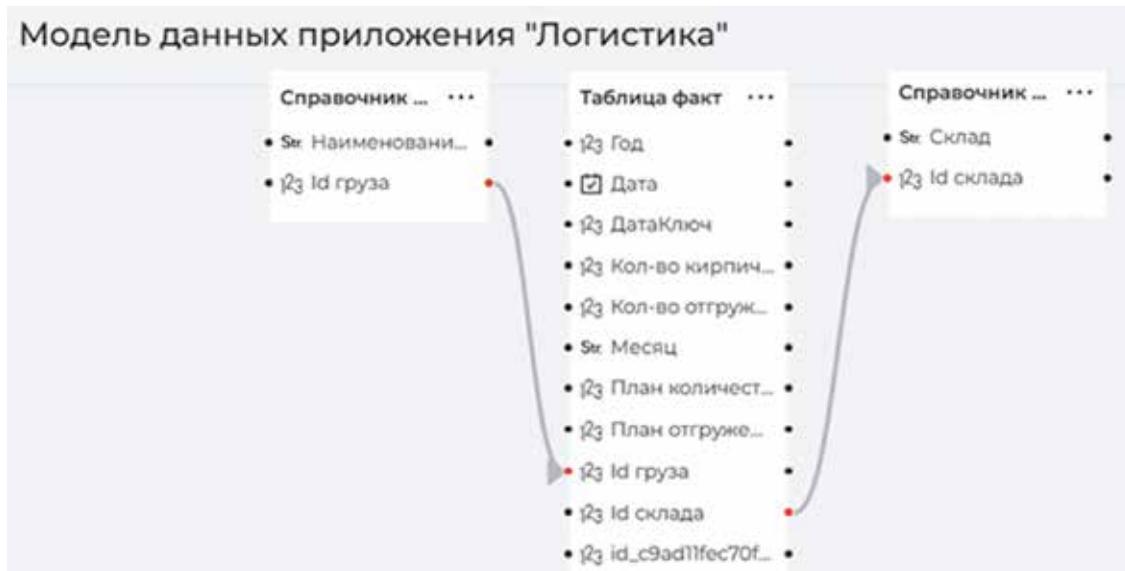


Рис. 9. Модель данных

Доступны следующие визуализации:

- | | | | |
|--|--|--|--------------------------|
| | - линейный график; | | - пузырьковая диаграмма; |
| | - диаграмма с областями; | | - фильтр; |
| | - столбчатая диаграмма; | | - изображение; |
| | - горизонтальная столбчатая диаграмма; | | - комбо график; |
| | - круговая диаграмма; | | - каскадная диаграмма; |
| | - таблица; | | - JS-визуализация; |
| | - сводная таблица; | | - карта; |
| | - карточка; | | - кнопка; |
| | - датчик; | | - контейнер. |

Рис. 10. Основные варианты визуализации

1. В соответствии с рис. 2 источники данных у ETL-процесса могут быть различными. На малых предприятиях, к которым можно отнести рассматриваемый завод, весь учет и анализ показателей, как правило, ведется в Excel-файлах. Для разработки дашборда загрузим в систему 4 файла, представленные на рис. 5.

На этапе загрузки исходная информация может подвергаться преобразованиям, таким как удаление или добавление полей в таблицу, изменение имен полей и т. п. Так же на данном этапе исходные таблицы можно объединять между собой для создания полноценной модели данных.

Для создаваемого дашборда были объединены таблица фактических данных и таблица прогнозируемых данных при помощи оператора UNION, который используется для объединения результирующих наборов из 2 или более операторов SELECT (рис. 6).

2. Для добавленных наборов данных необходимо установить связи между ними, выбрав модель, которая может быть представлена в двух вариантах: «Звезда» и «Снежинка». Схема «Звезда» используется в хранилищах данных

для аналитики. В центре схемы находится таблица фактов, каждая строка которой представляет событие, произошедшее в какой-то определенный момент времени [11]. Таблицы измерений окружают таблицу фактов, а связи между ними напоминают лучи звезды (рис. 7).

Схема «Снежинка» – это разновидность схемы «Звезда», предполагающая детализацию основных измерений путём их разбиения на подизмерения (рис. 8).

По мнению Мартина Клеппмана, «Звезда» часто предпочтительнее, поскольку с ней проще работать аналитикам [12].

В рассматриваемом примере используется модель данных «Звезда». В данной модели представлена одна таблица фактов и справочники, которые соединены с таблицей фактов связью «один ко многим» (рис. 9).

3. Перейдем к этапу разработки визуализаций. Система предусматривает большое количество вариантов визуализаций, основные из которых представлены на рис. 10.

Для разрабатываемого дашборда будут использованы «линейный график», «комбо-график» и «карточка».

Работа инженера
Источник: stetsik / depositphotos.com



Так же для корректного анализа используются фильтры, которые чаще всего отображаются сверху или в боковых частях дашборда. Они нужны для фильтрации данных по дате, городам/странам, менеджерам и т. п. В нашем случае фильтр «Дата» расположен сверху дашборда (рис. 11).

4. В конечном итоге получаем готовый для работы дашборд (рис. 12).

Выводы

В статье был рассмотрен процесс применения BI-систем на малом промышленном предприятии – заводе по производству кирпича. Проанализированы основные составляющие BI, с подробным описанием каждой из них. Раскрыта актуальная в наше время тема импортозамещения с наглядным примером работы в системе российской разработки. Наглядно продемонстрированы заявленные преимущества интерактивных дашбордов, которые, обладая возможностью автоматического обновления данных и гибкими настройками, обеспечивают комфортные сбор данных из различных источников в одном месте и визуализацию результатов.

Актуальность внедрения BI-систем на малых предприятиях высока, так как компании растут, а ведение отчетности в формате Excel-файлов и дальнейший анализ ключевых показателей становится всё более сложным и длительным процессом. С помощью BI пользователь может наглядно увидеть узкие места компании, проанализировать ее текущее состояние и наметить дальнейшие действия по развитию бизнеса. Это позволит автоматизировать бизнес-процесс сбора и преобразования данных о продажах, затратах на приобретение сырья и оборудования, поступивших инвестициях из различных источников в единую форму для последующего анализа и принятия эффективных управленческих решений. Как результат, BI-система даст возможность сократить время получения актуальной информации, трудозатраты на актуализацию данных, принимать бизнес-решения оперативно на основании актуальных данных, представленных в удобном для анализа виде.

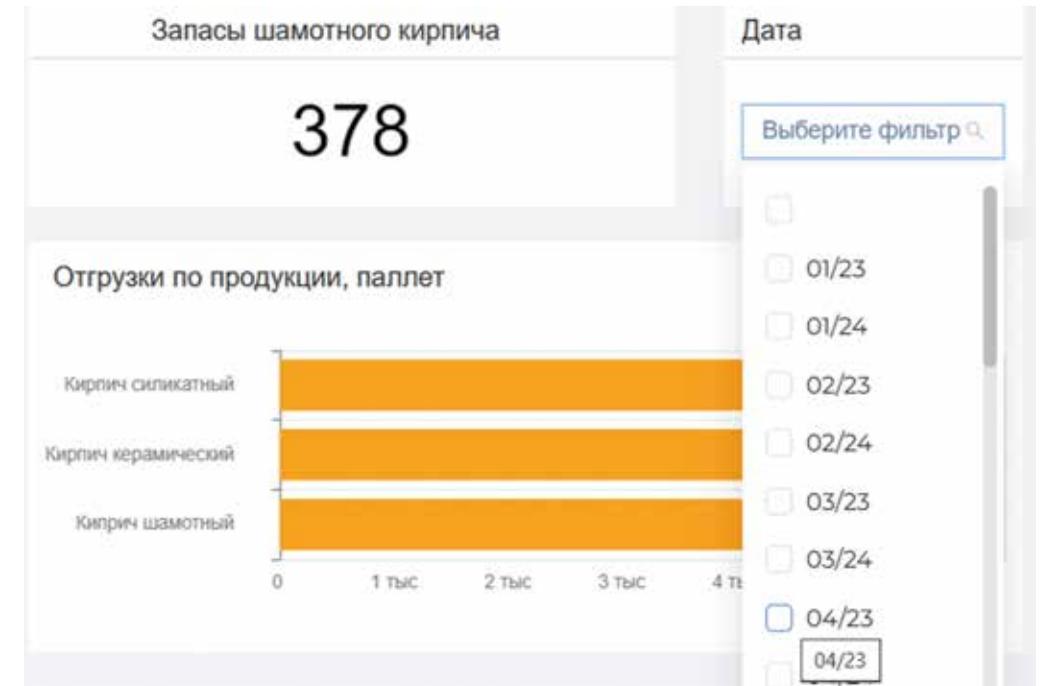


Рис. 11. Фильтр

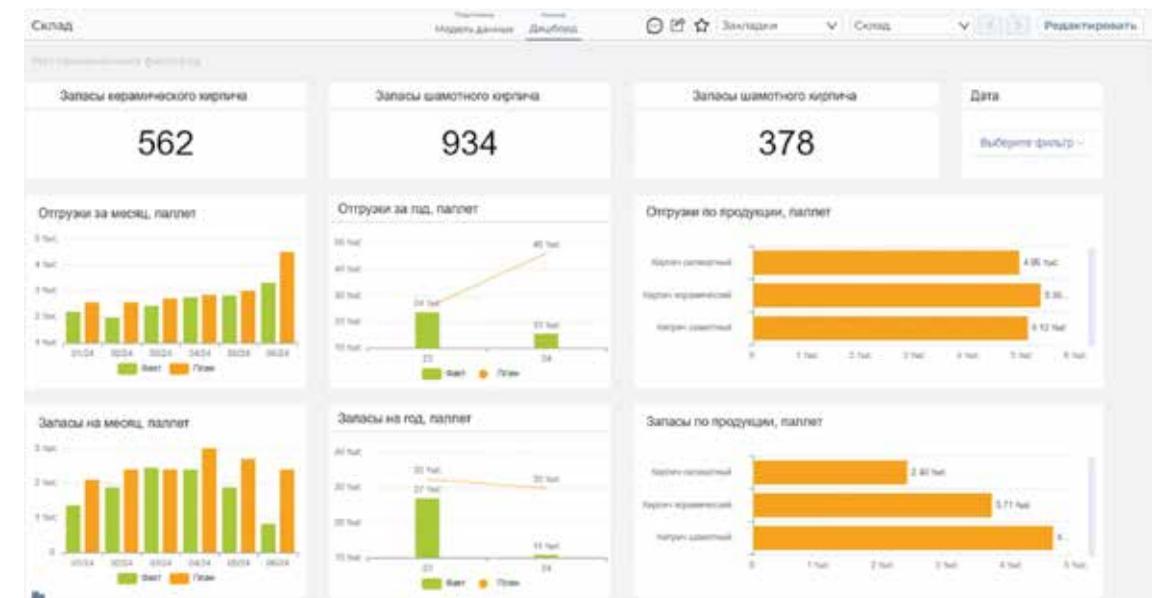


Рис. 12. Готовый дашборд

THE MODERN DATA ANALYSIS TOOLS AT THE SERVICE OF CONSTRUCTION COMPANIES

Kornyush Anna, Undergraduate student, Institute of Digital Technologies and Modeling in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU). E-mail: kornyush.ana@yandex.ru

Ivanov Nikolay, Ph.D., Associate Professor, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), Department of Information Systems and Applied Computer Science. E-mail: IvanovNA@mgsu.ru

Abstract. This paper explores how Big Data analytics and Business Intelligence (BI) systems are transforming the construction industry. It examines the impact of digital transformation on the efficiency of construction processes, with a special focus on logistics tasks. The authors consider examples of BI systems implementation in the Russian construction industry, including the development and use of dashboards for data visualization and analysis. The aspect of import substitution is also discussed in the context of domestic BI system developments following the withdrawal of Western developers from the Russian market.

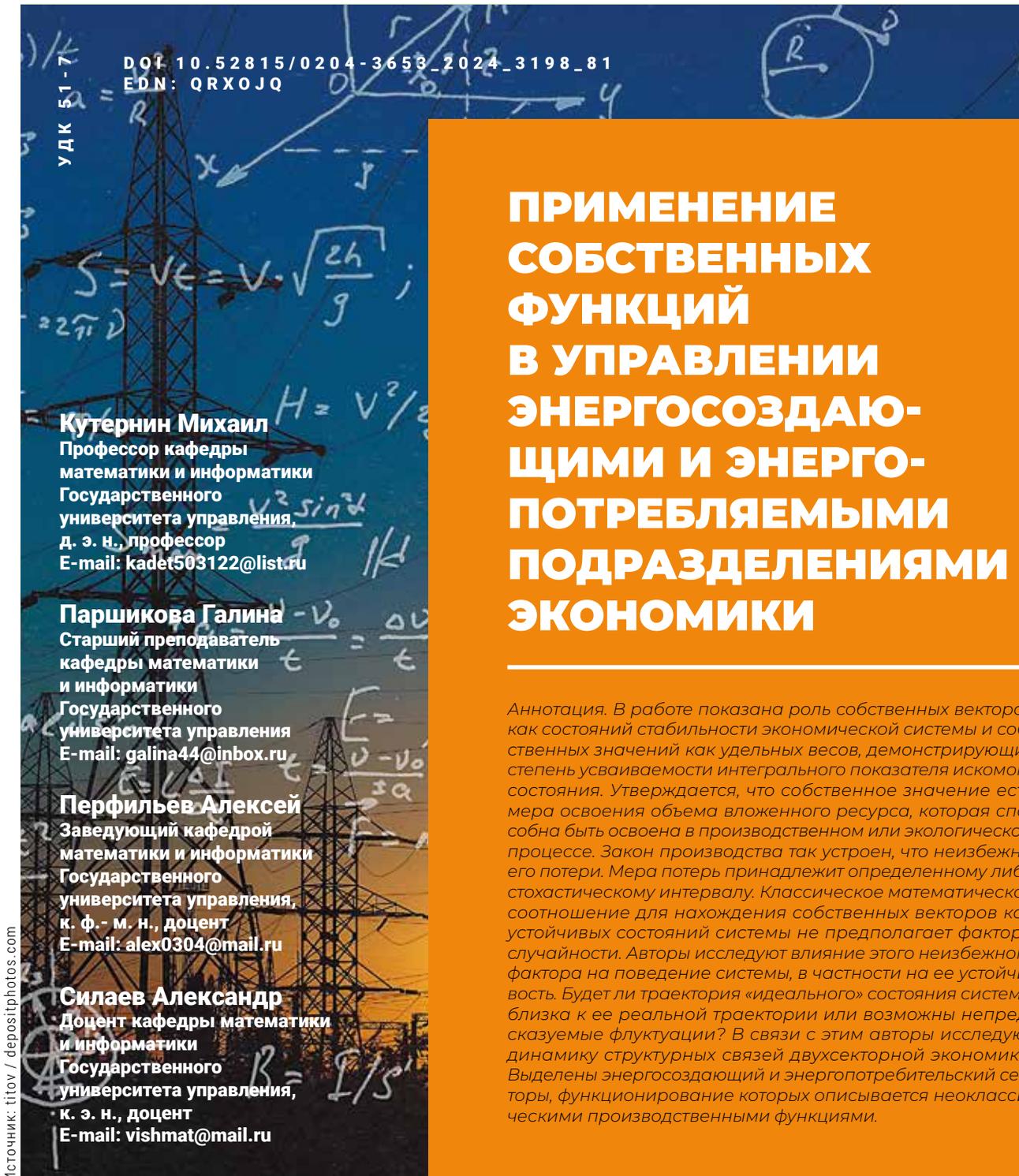
Keywords: Big Data, Digital Transformation, Business Intelligence (BI), Construction Industry, Import Substitution.

Библиографический список

1. DecoSystems / Блог/ Применение больших данных (Big Data) в строительстве [Электронный ресурс]. URL: <https://www.decosystems.ru/big-data-v-stroitelstve/>
2. Что такое BI-системы? [Электронный ресурс]. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/bi-sistemy-business-intelligence/#chto-takoe>
3. Шалина Д. С., Степанова Н. Р. Система BI-аналитики как современный инструмент мониторинга реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 10-1. С. 132-139. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=3002> (дата обращения: 03.06.2024).
4. Как ETL-процессы помогают анализировать большие данные? [Электронный ресурс]. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-etl/>
5. Новотна И. А., Иванчук О. В. BI-системы: анализ понятия и функциональных возможностей // Теория и практика общественного развития. 2023. № 2 (180). С. 90-94.
6. Что такое хранилище данных? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oracle.com/cis/database/what-is-a-data-warehouse/>
7. Таблицы фактов и измерений [Электронный ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/data-explorer/kusto/concepts/fact-and-dimension-tables>
8. Что такое дашборды, какие они бывают и как их строить? [Электронный ресурс]. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-dashbord/>
9. Переход на российские системы BI: импортозамещение как выгодная инвестиция [Электронный ресурс]. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/220568/2022-06-06/2022-w23/perekhod-rossiyskie-sistemy-bi-importozameschenie-kak-vygodnaya-investiciya>
10. PIX BI. Работа в программе [Официальный сайт]. URL: <https://docs.pixrobotics.com/articles/#bi/directoriesapplicationsdashboards>
11. Схема «Звезда» и схема «Снежинка» – разница между ними [Электронный ресурс]. URL: <https://www.guru99.com/ru/star-snowflake-data-warehousing.html>
12. Клеппман М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. – СПб.: «Питер», 2019. – 640 с.

Bibliography:

1. DecoSystems / Blog/ Application of big Data in construction [Electronic resource]. URL: <https://www.decosystems.ru/big-data-v-stroitelstve/>
2. What are BI systems? [electronic resource]. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/bi-sistemy-business-intelligence/#chto-takoe>
3. Shalina D.S., Stepanova N.R. The BI-analytics system as a modern tool for monitoring the implementation of investment and construction projects // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2023. No. 10-1. pp. 132-139. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=3002> (date of application: 06/03/2024).
4. How do ETL processes help analyze big data? [electronic resource]. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-etl/>
5. Novotna I. A., Ivanchuk O. V. BI-systems: analysis of the concept and functionality // Theory and practice of social development. 2023. No. 2 (180). pp. 90-94.
7. What is a data warehouse? [electronic resource]. URL: <https://www.oracle.com/cis/database/what-is-a-data-warehouse/>
8. Tables of facts and measurements [Electronic resource]. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/data-explorer/kusto/concepts/fact-and-dimension-tables>
9. What are dashboards, what are they like and how to build them? [electronic resource]. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-dashbord/>
10. Transition to Russian BI systems: import substitution as a profitable investment [Electronic resource]. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/220568/2022-06-06/2022-w23/perekhod-rossiyskie-sistemy-bi-importozameschenie-kak-vygodnaya-investiciya>
11. PIX BI. Work in the program [Official website]. URL: <https://docs.pixrobotics.com/articles/#bi/directoriesapplicationsdashboards>
12. The «Star» scheme and the «Snowflake» scheme are the difference between them [Electronic resource]. URL: <https://www.guru99.com/ru/star-snowflake-data-warehousing.html>
13. Kleppman M. Highly loaded applications. Programming, scaling, support. – St. Petersburg: «Peter», 2019. – 640 p.



Кутернин Михаил
Профессор кафедры математики и информатики Государственного университета управления,
д. э. н., профессор
E-mail: kadet503122@list.ru

Паршикова Галина
Старший преподаватель кафедры математики и информатики Государственного университета управления
E-mail: galina44@inbox.ru

Перфильев Алексей
Заведующий кафедрой математики и информатики Государственного университета управления,
к. ф. - м. н., доцент
E-mail: alex0304@mail.ru

Силаев Александр
Доцент кафедры математики и информатики Государственного университета управления,
к. э. н., доцент
E-mail: vishmat@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ В УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГОСОЗДАЮЩИМИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЯЕМЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. В работе показана роль собственных векторов как состояний стабильности экономической системы и собственных значений как удельных весов, демонстрирующих степень усваиваемости интегрального показателя искомого состояния. Утверждается, что собственное значение есть мера освоения объема вложенного ресурса, которая способна быть освоена в производственном или экологическом процессе. Закон производства так устроен, что неизбежны его потери. Мера потерь принадлежит определенному либо стохастическому интервалу. Классическое математическое соотношение для нахождения собственных векторов как устойчивых состояний системы не предполагает фактора случайности. Авторы исследуют влияние этого неизбежного фактора на поведение системы, в частности на ее устойчивость. Будет ли траектория «идеального» состояния системы близка к ее реальной траектории или возможны непредсказуемые флуктуации? В связи с этим авторы исследуют динамику структурных связей двухсекторной экономики. Выделены энергосоздающий и энергопотребительский секторы, функционирование которых описывается неоклассическими производственными функциями.

Ключевые слова:

собственный вектор и собственное число оператора; концентрированный лаг; интегральная модель двухсекторной экономики; устойчивое состояние, характеризующее стабильной собственной функцией.

Положительная, отличная от нуля вероятность появления ошибок (статистических, погрешностей округления, ограниченных возможностей компьютера) при решении задачи на нахождение собственных векторов и собственных чисел требует проверку модели на устойчивость по Ляпунову по отношению к абсолютной величине ошибок. Классическая модель, решающая проблему о существовании (и выбора меры множественности) собственных векторов, принадлежащих множеству непрерывных функций, предполагает исследование операторного уравнения:

$$Ay_i = \lambda \cdot y_i \quad (1)$$

при $y_i = y(t) \neq 0$; $\lambda \in (-\infty; +\infty)$, где A – оператор системы [1]. Однако случайно возникающие «помехи», погрешности и «возмущения», вмешивающиеся в процесс, подменяют уравнение (1) стохастической задачей со случайно распределенной ошибкой ξ_i :

$$Au_i = \lambda \cdot u_i + \xi_i \quad (2)$$

Стандартные допущения:

$$M[\xi_i] = \vec{\xi}_i = 0; D[\xi_i] = \sigma^2[\xi_i] = \sigma_0^2 > 0.$$

Пусть u_i – либо количество (запасы) сырой нефти в скважине, либо стоимостная оценка запасов сырой нефти в данной скважине; $\lambda \cdot u_i$ – объем переработанной нефти из общей совокупности добытой нефти либо ее стоимостная оценка; ξ_i – помехи в цикле по переработке нефти в нефтепродукты. Даже если нефть не перерабатывать, неизбежно будут существовать ее потери при бурении скважины и извлечении из недр сырой нефти. Поэтому математическое ожидание потерь, строго говоря, не ноль, а положительная величина, которую следует снижать, воздействуя на нее функцией (параметром) управления λ .

Если y_i – объем лекарственного сырья, $\lambda \cdot y_i$ – добытое количество «реального» лекарства из искомого сырья, либо x_i – возможное количество лекарства на прием, а $\lambda \cdot x_i$ – усваиваемая доля лекарства. Получа-

емое состояние аналогично (2), и означает временное равновесие с управляющим параметром λ .

В химических моделях $y_i > 0$ – количество химического вещества, подвергаемого химической реакции. Если это – вектор, то есть величина многокомпонентная, то предполагается, что каждая координата искомого вектора неотрицательна. Количество многокомпонентного вещества, получаемого после завершения химической реакции, может оказаться пропорциональным (кратным) исходному, то есть инвариантное соотношение $\lambda \cdot y_i$, пропорциональное «первичному» количеству вещества, подвергаемого химической реакции. И вновь приходим к уравнению линейной регрессии, наподобие (2).

В информационных моделях, где U_i – количество информации, заключенной в потоке событий либо в тексте; причем $\lambda \cdot y_i$ – часть информации, которую удалось усвоить либо расшифровать, если ставится подобная задача дешифрации. Снова приходим к уравнению линейной регрессии (2), означающей временное равновесие величин.

Эти случаи показывают, во-первых, первостепенную роль понятия собственных векторов и собственных значений экономического оператора. Во-вторых, то обстоятельство, что процесс реализации воздействия оператора носит стохастический характер, означает, что ошибка, связанная с помехами процессу, неизбежна. В-третьих, отметим, что весьма разнообразные экономические, экологические, химические, медицинские, «вербальные» модели процессов включают в собственную структуру модель, наподобие $A(y) = \lambda y$, иллюстрирующую поведение многообразных явлений (иначе, реализации динамических процессов).

Введем понятие экономически наблюдаемого, «реального» ненулевого вектора оператора (преобразования) \hat{P} и соответствующего этому положительному вектору собственного числа (значения) λ , причем в случае наличия «существенного», в рамках действия преобразования \hat{P} , случайного фона (помех, погрешностей, ошибок) ξ_i . Получаем:



Диспетчерская филиала АО СО ЕЭС «Ленинградское РДУ»
Источник: energy-polis.ru

$$\hat{P}\vec{r} = \lambda \cdot \vec{r} + \xi_i \quad (3)$$

где $\vec{r} \neq \vec{0}$ – наблюдаемый собственный вектор. Вычислительные ошибки ξ_i , сопровождающие действие оператора \hat{P} , «ожидаются» с нулевым средним и постоянным, независящим от времени среднеквадратическим отклонением, квадрат которого равен дисперсии.

Например, имеется функция $\varphi(t) = \sin t$, которая подвергается преобразованию (воздействию оператора) второй производной \hat{P} ; ее «идеальное» теоретическое собственное значение $\lambda = -1$, так как:

$$\hat{P}(\sin t) = \frac{d^2}{dt^2}(\sin t) = -1 \cdot \sin t.$$

Однако на практике, то есть при машинной реализации, образ оператора получается, например, в виде многочлена Маклорена:

$$-t + \frac{t^3}{3!} - \frac{t^5}{5!} + \frac{t^7}{7!} - \dots + \frac{t^{15}}{15!}.$$

Отрезок ряда Маклорена отличается (даже при малых, по абсолютной величине, значениях t) от функции $-\varphi(t) = -1 \cdot \sin t = -\sin t$. Остаточный член формулы Маклорена, для лучшей его оценки, удобнее «брать» в интегральной форме Коши. Те же соображения можно высказать по поводу компьютерного моделирования систем, содержащих структуру распределенного лага, поскольку:

$$\hat{L}y(t) = y(t-1) = y(t) - y'(t) + \frac{y''(t)}{2!} - \frac{y'''(t)}{3!} + R_4 \quad (4)$$

где остаточный член R_4 представим либо в форме Лагранжа

$$R_4 = \frac{f^{(4)}(\theta \cdot t)}{24} \text{ при } \theta \in (0; 1),$$

либо в интегральном виде (формула Коши). Причем любая вещественная степень оператора сдвига (4), или, что тоже самое, опе-

ратора лага, задается формулой, подобной формуле Маклорена:

$$\hat{L}^{\tau}[y(t)] = y(t - \tau) = y(t) - \tau \cdot y'(t) + \frac{\tau^2}{2!} y''(t) - \frac{\tau^3}{3!} y'''(t) + K_4, \quad (5)$$

Здесь K_4 – остаточный член, например, в форме Коши.

Разность или, точнее, конечную разность $y(t) - y(t - \tau)$ можно назвать «пропускной» способностью сети (допустим, нефтепровода либо газопровода) за малое время течения τ . Тогда относительную разность вида

$$\frac{y(t) - y(t - \tau)}{\tau}$$

следует интерпретировать как текущую пропускную способность сети (нефтепровода либо газопровода) в единицу времени, а ее предел

$$\lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{y(t) - y(t - \tau)}{\tau} = y'(t)$$

(при условии его существования) – как скорость прохождения нефти по нефтепроводу либо газа по газопроводу. Тогда практически неизбежные потери при трансплантации нефти или газа моделируются случайным процессом («помехами») $\xi(t) = \xi_t$, отражающим меру искажения идеальных возможностей сети (нефтепровода либо газопровода), «препятствующие» тому, чтобы соответствующий (ненулевой) вектор оказался «классическим» собственным вектором оператора распределенного лага L^{τ} степени τ .

В условиях разветвленной, усложняющейся логистики, особенно подорожавшей в силу обязательной страховки при доставке сырой нефти танкерами «старого образца», крайне серьезное значение приобретает моделирование распределенных логистических лагов [2]. Из новых приложений известно, что в квантовой механике, волновой теории поля, области искусственного интеллекта (ИИ) и уже упомянутой логистике появляются лаги «нового образца», не обладающие свойством «естественной регулярности», а именно, – сингулярные лаги [3]. Классические

математические функции становятся мало употребимыми в сингулярных, непредсказуемо и, казалось бы, «неестественно» развивающихся процессах, например, экстремально-экологических или в проблемах теории катастроф. Авторы предлагают для исследования сингулярных (спонтанно и скачкообразно развивающихся) эколого-экономических процессов использовать обобщенные функции, в частности дельта-функцию Дирака.

В первой части статьи были рассмотрены различные варианты практического нахождения и применения в моделях вычислительной математики и экономики собственных функций, пригодных для описания действия сложных систем различной природы. В каждом случае определение таких собственных функций и их выбор в качестве траекторий системы приводит к нахождению некоторых стабильных состояний системы, устойчивых для имеющих доступ к регулированию подобных состояний и разрушительных для конкурентов. Соответствующие собственные значения определяют характер стабильного состояния: в зависимости от природы соб-

ственных функций отмеченные состояния могут оказаться устойчивыми стационарными состояниями (как правило, при единичном собственном значении – неподвижная точка системы), состоянием стабильного роста или постепенного снижения показателя, характеризующего функционирование системы.

Авторы рассматривают стабильные (устойчивые) состояния системы, определяемые собственной функцией системы и соответствующим ей собственным значением. Задача стабилизации экономической системы в терминах собственных состояний поставлена в работе [4]. В ней на примере крупной торговой компании, рассматриваемой как единое целое, производится поиск собственных состояний этой системы и рассматривается возможность управления ими. Отметим, что в экономике, кроме симметричности, которую следует трактовать как взаимозаменяемость эквивалентных (равносильных) товаров, необходимо допустить положительность (основного) финансово-интегрального оператора, который входит в базовое интегральное (финансовое) уравнение Фредгольма (Вольтерра).

Искусственный интеллект

Источник: saojung9194@gmail.com / depositphotos.com



Рассмотрим теперь такие стабильные состояния системы, которые определяются собственной функцией системы и соответствующим ей собственным значением. В случае системы, состоящей из нескольких секторов, задача нахождения стабильного состояния может ставиться для каждого сектора в отдельности. При таком подходе собственная функция и соответствующее ей собственное значение, как правило, зависят от характеристик других секторов. Стабильное состояние системы в целом описывается системой собственных функций секторов, которые зависят от состояния и параметров. Найденная одновременно система собственных значений также зависит от состояний других секторов и описывает характер выбранного стабильного состояния системы.

Исследуем интегральную модель двухсекторной экономики, в которой выделены энергосоздающий (первый) и энергопотребительский (второй) секторы [5]. Функционирование секторов описывается производственными функциями, аргументами которых являются объём производственных мощностей (капитал) и количество занятых в секторе трудовых ресурсов, приведённое к единой шкале с учётом квалификации работников (качество труда). Энергосоздающий сектор обеспечивает оба сектора производственными фондами. Энергопотребительский сектор с распределённым временным лагом обеспечивает оба сектора необходимым количеством трудовых ресурсов, занятых в производстве. Капитал и труд являются зависящими от времени функциями $K(t)$ и $L(t)$, заданными в безраз-

мерных единицах. Выпуски секторов $A(t)$ и $B(t)$ в каждый момент времени определяются их производственными функциями и измеряются в безразмерных единицах, так же как капитал (для первого сектора) и труд (для второго сектора).

Структурная схема двухсекторной экономики в статическом варианте приведена на рис. 1.

В модели приняты неоклассические производственные функции. На рис. 1 блок $A(K, L)$ – энергосоздающий сектор экономики. Ядро оператора этого сектора определяется его производственной функцией, которая имеет вид [6]:

$$F_1(K_1, L_1) = A_0 K_1^{\alpha_1} L_1^{\beta_1} \quad (6)$$

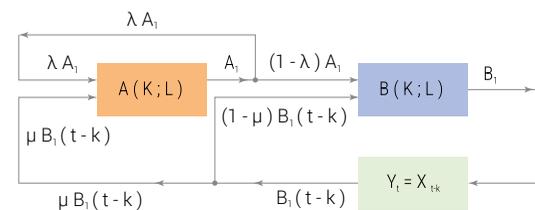
где K_1 – объём производственных фондов в секторе; L_1 – количество трудовых ресурсов в секторе с учётом их квалификации, α_1, β_1 – эластичности выпуска сектора по капиталу и труду, F_1 – объём выпуска энергосоздающего сектора.

Блок $B(K, L)$ – энергопотребительский сектор экономики. Ядро его оператора определяется аналогичной производственной функцией:

$$F_2(K_2, L_2) = B_0 K_2^{\alpha_2} L_2^{\beta_2} \quad (7)$$

Смысл переменных, относящихся к энергопотребительскому сектору, в равенстве (7) такой же, как и в равенстве (6). Показатели эластичности секторов по капиталу и труду, а также показатели технического прогресса A_0 и B_0 , могут быть найдены с помощью эконометрических методов.

Рис. 1. Структурная схема двухсекторной экономики



Блок Y_t на рис. 1 – блок временной задержки (лага), показывающий запаздывание энергопотребительского сектора в обеспечении трудовыми ресурсами обоих секторов экономики. Величина концентрированного временного лага определяется средними временными задержками на образование и подготовку кадров для экономики, поскольку параметры L_1 и L_2 отражают не только количество занятых в экономике, но, прежде всего, их динамическую квалификацию. На рис. 1 величина концентрации лага выбрана равной k периодам дискретности системы.

Для анализа системы на основе исследования собственных функций необходимо представить модели секторов в операторной форме. Операторный подход к построению модели экономической системы как единого целого был рассмотрен в работе [7]. Построим операторов каждого сектора экономики отдельно. Оператор первого сектора определяет объём производственных фондов в следующий момент времени с учётом вновь созданного и выбывающего оборудования:

$$A_{1,t+1}(A_{1,t}, B_{1,t-k}) = A_{1,t} + F_1(A_{1,t}, B_{1,t-k}) - \rho_1 A_{1,t}, \quad (8)$$

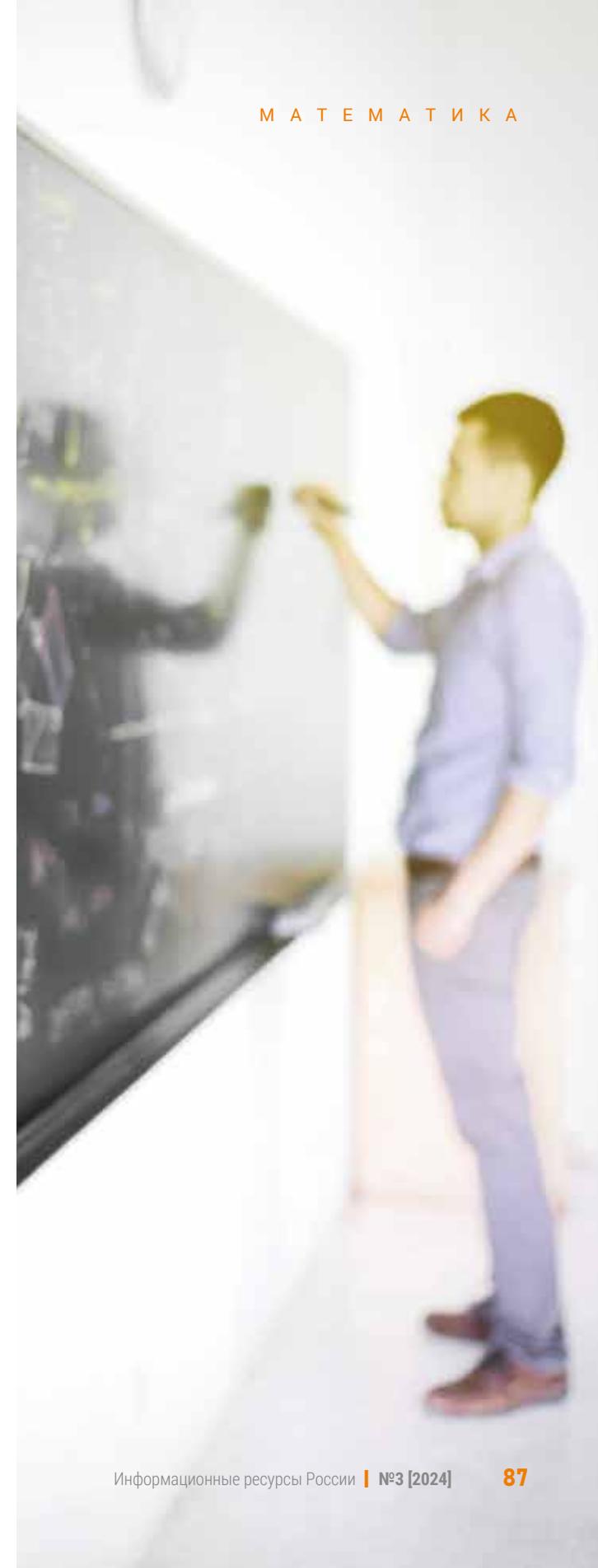
где $A_{1,t}$ – общий объём производственных фондов в момент времени t ; ρ_1 – коэффициент амортизации оборудования.

Аналогично определяется оператор второго сектора:

$$B_{1,t+1}(A_{1,t}, B_{1,t-k}) = B_{1,t} + F_2(A_{1,t}, B_{1,t-k}) - \rho_2 B_{1,t}, \quad (9)$$

где $B_{1,t}$ – суммарная численность занятых в производстве трудовых ресурсов в момент времени t ; ρ_2 – коэффициент естественного выбытия трудовых ресурсов за первый период дискретности системы. В дальнейшем величины $A_{1,t}$ и $B_{1,t}$ называются состояниями (объёмами) секторов экономики в момент времени t .

Пусть λ и μ – доли состояний двух секторов экономики, приходящиеся на энергосоздающий сектор, $1 - \lambda$ и $1 - \mu$, соответственно, – доли тех же состояний, приходящиеся



на энергопотребительский сектор. Эти доли являются функциями времени (что означает в дискретном варианте системы – функциями номера шага функционирования системы). Разумеется, эти доли не могут меняться произвольно: их вариация ограничена возможностями распределения между секторами исключительно той доли объёма сектора, которая определяется только приростом объёма сектора. Следует отметить, что ряд аспектов возможного влияния параметров взаимодействия двух секторов экономики на общее состояние интегрированной системы был рассмотрен в работе [8]. В этой работе такой анализ направлен на определение параметров стабильного состояния экономической системы.

Дискретный вариант динамической системы уравнений, описывающий двухсекторную экономику, выражается операторами двух секторов $A(K, L)$ и $B(K, L)$ с учётом временной задержки действия второго сектора и имеет вид:

$$\begin{cases} A_{t,t+1} = A(\lambda_t A_{1,t}, \mu_t B_{1,t-k}), \\ B_{t,t+1} = B((1-\lambda_t)A_{1,t}, (1-\mu_t)B_{1,t-k}) \end{cases} \quad (10)$$

Система (10) представляет собой модель двухсекторной экономики в операторной форме, структурная схема которой изображена на рис. 1. Здесь $A_{1,t}$ и $B_{1,t}$ – интегральные значения величин производственных фондов и трудовых ресурсов, или же состояния секторов в момент t в экономике в целом.

Экономика, описываемая системой (10), функционирует следующим образом. В начальный момент времени ($t = 0$) должны быть известны состояния обоих секторов $A_{1,0}$ и $B_{1,0}$, причём для энергопотребительского сектора должны быть известны k его предыдущих состояний: $B_{1,-1}, B_{1,-2}, \dots, B_{1,-k}$. Распределение общих объёмов секторов λ_t и μ_t должны полностью быть известны на всём рассматриваемом промежутке времени ($t = 1, 2, \dots, n$). В начальный момент времени из системы (10) с помощью компьютерного моделирования определяются состояния секторов $A_{1,1}$ и $B_{1,1}$ в момент времени $t = 1$, за-

тем из той же системы путём последовательных итераций определяются все состояния обоих секторов.

Предположим, что двухсекторная экономика находится в стабильном состоянии, определяемом собственными функциями операторов обоих секторов. Собственные функции, как и отвечающие им собственные значения, определяются производственными функциями и коэффициентами амортизации (выбытия) соответствующего сектора и зависят от значения входного сигнала, поступающего на вход блока искомого сектора с выхода другого сектора.

Допустим, что известны собственные функции x_t и y_{t-k} , а также соответствующие им собственные значения a и b операторов обоих секторов:

$$A(x_t, y_{t-k}) = a \cdot x_t; \quad B(x_t, y_{t-k}) = b \cdot y_{t-k} \quad (11)$$

причём, как собственные значения a и b , так и собственные функции x_t и y_{t-k} зависят от другого аргумента оператора системы:

$$\begin{aligned} a &= \tilde{a}(y_{t-k}); \quad x_t = \tilde{x}_t(y_{t-k}); \\ b &= \tilde{b}(x_t); \quad y_{t-k} = \tilde{y}_{t-k}(x_t). \end{aligned} \quad (12)$$

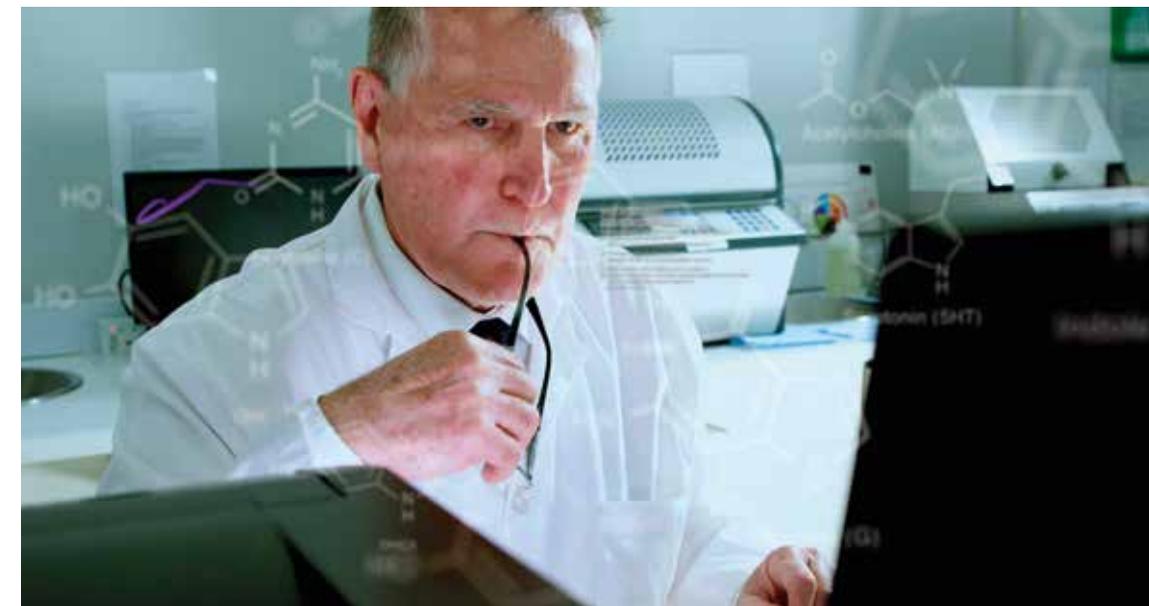
Функции, стоящие в правых частях всех четырёх уравнений системы (10), являются функциями времени, поскольку аргументы этих функций зависят только от времени. Тогда в стабильном состоянии экономики, в соответствии с первым уравнением системы (10), функция $\lambda_t A_{1,t}$ должна быть собственной функцией оператора первого сектора, зависящей от второго аргумента оператора:

$$\lambda_t A_{1,t} = \tilde{x}_t(\mu_t B_{1,t-k}) \quad (13)$$

В соответствии с первым уравнением модели (10), в случае стабильного состояния экономической системы, имеем:

$$\begin{aligned} A_{1,t+1} &= A(\lambda_t A_{1,t}, \mu_t B_{1,t-k}) = \tilde{a}(\mu_t B_{1,t-k}) \cdot \lambda_t A_{1,t} = \\ &= \tilde{a}(\mu_t B_{1,t-k}) \cdot \tilde{x}_t(\mu_t B_{1,t-k}) = f(\mu_t B_{1,t-k}), \end{aligned} \quad (14)$$

Работа ученого
Источник: vectorfusionart / depositphotos.com



где $f(t) = \tilde{a}(t) \cdot \tilde{x}_i(t)$. Поскольку собственные значения $\tilde{a}(t)$ и собственные функции $\tilde{x}_i(y_{t-k})$ считаются известными, то известна и функция $f(t)$.

Для второго сектора функция $(1-\mu_t)B_{t-k}$ является собственной функцией, поэтому справедливы аналогичные равенства:

$$(1-\mu_t)B_{t-k} = \tilde{y}_{t-k}((1-\lambda_t)A_{t,t}) \quad (15)$$

Следовательно, в соответствии со вторым уравнением модели (10) в стабильном состоянии, получаем:

$$B_{t,t+1} = B((1-\lambda_t)A_{t,t}, (1-\mu_t)B_{t-k}) = \tilde{b}((1-\lambda_t)A_{t,t}) \cdot (1-\mu_t)B_{t-k} = g((1-\lambda_t)A_{t,t}), \quad (16)$$

где $g(t) = \tilde{b}(t) \cdot \tilde{y}_{t-k}(t)$ – известная функция.

Следует помнить, что операторы блоков обоих секторов могут, конечно, иметь несколько собственных функций и соответствующих им собственных значений. Выражения (11) относятся к какой-либо одной собственной функции, которую необходимо выбирать из требуемых характеристик стабильного состояния экономики.

Зададимся характеристиками стабильного состояния экономики. Простейшим стабильным состоянием является стационарное состояние:

$$A_{t,t+1} = A_{t,t}; \quad B_{t,t+1} = B_{t,t-k} \quad (17)$$

Поскольку функции f и g известны (значит, известны и функции \tilde{a} и \tilde{b}), то из выражений (14) и (16) имеем систему уравнений:

$$\begin{cases} \lambda_t \cdot \tilde{a}(\mu_t B_{t,t-k}) = p, \\ (1-\mu_t) \cdot \tilde{b}((1-\lambda_t)A_{t,t}) = q, \\ A_{t,t} = f(\mu_t B_{t,t-k}), \\ B_{t,t-k} = g((1-\lambda_t)A_{t,t}). \end{cases} \quad (18)$$

Система (18) при $p = q = 1$ описывает стационарное состояние экономики в терминах собственных функций секторов эко-

номики. Если эта система имеет решение, то стационарное состояние экономики возможно. В результате решения системы будут получены состояния секторов и параметры распределения их объемов между ними. При этом очевидно, что изменение параметров распределения объемов секторов λ_t и μ_t могут быть не постоянны только вследствие непостоянства начальных состояний энергопотребительского сектора, и вариация этих параметров направлена на стабилизацию состояния данного сектора.

Дальнейшее исследование системы (18) состоит в нахождении параметров стабильного роста экономики. Такая задача в обычной постановке, не связанной с поиском собственных функций, при использовании производственной функции Кобба-Дугласа, рассматривалась в работе [9]. В настоящей работе получена система уравнений (18), характеризующая различные варианты стабильного состояния экономики в терминах собственных функций её секторов. Выбор параметров стабильного роста зависит от поставленных целей развития экономики и от возможного изменения функций управления. В зависимости от этих целей выбираются значения p и q в первых двух уравнениях системы (18) и исследуется существование и единственность решений системы. Заметим, что любое найденное решение является стабильным состоянием экономической системы. Такой подход позволяет исследовать функционирование системы в терминах собственных функций её секторов.

Предложенный алгоритм исследования функционирования экономики позволяет свести поиски стабильных состояний экономической системы к нахождению собственных функций её секторов. Очевидно, аналогичный подход применим и к исследованию любой сложной системы, состоящей из нескольких подразделений. Алгоритм позволяет свести исследование системы в целом к поиску собственных функций отдельных подразделений, составляющих систему.

THE APPLICATION OF EIGENFUNCTIONS IN THE MANAGEMENT OF ENERGY-PRODUCING AND ENERGY-CONSUMING ECONOMIC SUBDIVISIONS

Kuternin Mikhail, Professor of the Department of Mathematics and Computer Science, State University of Management, Doctor of Economics, Professor. E-mail: kadet503122@list.ru

Parshikova Galina, Senior lecturer of the Department of Mathematics and Computer of the State University of Management. E-mail: galina44@inbox.ru

Perfilev Alexey, Head of the Department of Mathematics and Computer of the State University of Management, Ph.D. of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor. E-mail: alex0304@mail.ru

Silaev Alexander, Associate Professor of the Department of Mathematics and Computer of the State University of Management, Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor. E-mail: vishmat@mail.ru

Abstract. The paper shows the role of eigenvectors as states of stability of the economic system and eigenvalues as specific weights that demonstrate the degree of digestibility of the integral indicator of the desired state. It is argued that the proper value is a measure of the development of the volume of the invested resource, which can be mastered in the production or environmental process. The law of production is so arranged that its losses are inevitable. The loss measure belongs to a certain or stochastic interval. The classical mathematical relation for finding proper vectors as stable states of a system does not imply a randomness factor. The authors investigate the influence of this unavoidable factor on the behavior of the system, in particular on its stability. Will the trajectory of the "ideal" state of the system be close to its real trajectory, or are unpredictable fluctuations possible? In this regard, the authors explore the dynamics of the structural links of the two-sector economy. The fund-creating and consumer sectors are highlighted, the functioning of which is described by neoclassical production functions.

Keywords: eigenvector and eigenvalue of the operator; concentrated lag; integral model of two-sector economy; stable state characterized by a stable eigenfunction.

Библиографический список

1. Паршикова Г.Ю., Перфильев А.А., Силаев А.А. Задача на собственные значения в экономике // Мягкие измерения и вычисления. Т. 56, № 7, 2022. С. 37–44. – DOI: 10.36871/26189976.2022.07.003.
2. Паршикова Г.Ю., Перфильев А.А., Прокопенко А., Силаев А.А. Моделирование последствий дисконта цен на нефть и его влияние на инвестиционную функцию добычи // Энергетическая политика. № 3 (181), 2023. С. 12–23. – DOI: 10.46920/2409-5516_20233181_12.
3. Пенроуз Р. Новый ум короля: о компьютерах, мышлении и законах физики / Пер. с англ. Изд. 7-е, испр. – М.: Ленанд, 2020. – 416 с.
4. Мокеев В.В., Бунова, Е.В., Крепак Н. Анализ экономической устойчивости динамической системы на основе метода собственных состояний // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. Т. 14, № 4, 2014. С. 116–125. – EDN: SXSVSB.
5. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: Юнити, 2005. – 399 с.
6. Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. – М.: Наука, 1984. – 296 с.
7. Сурнев В.Б. Матрично-операторная модель экономической системы с непрерывным временем // Известия Уральского государственного горного университета, № 4(32), 2013. С. 5–11. – EDN: ROXSWF.
8. Цыплаков А.А., Мельникова Л.В. Инвестиции в основной капитал и макроэкономическое агент-ориентированное моделирование // Мир экономики и управления. Т. 21, № 1, 2021. С. 5–28. – DOI 10.25205/2542-0429-2021-21-1-5-28. – EDN: BPVDVT.
9. Киселев Ю.Н., Орлов М.В., Аввакумов С.Н. [и др.]. Исследование модели двухсекторной экономики с функцией Кобба-Дугласа с убывающей отдачей при изменении масштабов производства // Ломоносовские чтения: Тезисы докладов научной конференции, Москва, 4–14 апреля 2023 г. – М.: ООО «МАКС Пресс», 2023. С. 189–190. – EDN: MDTFKE.

Bibliography:

1. Parshikova G.Yu., Perfilev A.A., Silaev A.A. Zadacha na sobstvennye znacheniya v ekonomike. // Myagkie izmereniya i vychisleniya / T.56, № 7, 2022. S. 37–44. – DOI-10-36871-2618-9976-2022-07-003.
2. Parshikova G.Yu., Perfilev A.A., Prokopenko A., Silaev A.A. Modelirovanie posledstvij diskonta cen na nef't i ego vliyaniye na investitsionnyuyu funktsiyu dobychi // Nauchno-analiticheskij zhurnal Energeticheskaya politika № 3(181), 2023. S.12–23. – DOI –10–46920–2409–5516–20233181–12.
3. Penrouz R. Novyj um korolya: o kompyuterah, myshlenii i zakonah fiziki. Per. s angl. Izd. 7-e, ispr. M.: Lenand, 2020. – 416 s.
4. Mokeev V.V., Bunova E.V., Krepak N. Analiz ekonomicheskoy ustojchivosti dinamicheskoy sistemy na osnove metoda sobstvennyh sostoyanij // VestnikYuzhno-Uralskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: kompyuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika. T.14, № 4, 2014. S.116–125. – EDN: SXSVSB.
5. Kolemaev V.A. Matematicheskaya ehkonomika. M: Yuniti, 2005. – 399 s.
6. Ashmanov S.A. Vvedenie v matematicheskuyu ehkonomiku. M.: Nauka, 1984. – 296 s.
7. Surnev V.B. Matrichno-operatornaya model ehkonomicheskoy sistemy s nepreryvnyim vremenem // Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta. № 4(32), 2013. S. 5–11. – EDN: ROXSWF.
8. Cyplakov A.A., Melnikova L.V. Investicii v osnovnoj kapital I makroehkonomicheskoe agent orientirovannoe modelirovanie // Mir ehkonomiki I upravleniya. T. 21, № 1, 2021. S. 5–28. – DOI 10.25205/2542-0429-2021-21-1-5-28. – EDN: BPVDVT.
9. Kiselev Yu.N., Orlov M.V., Avvakumov S.N. I dr. Issledovanie modeli dvuhsektornoj ekonomiki s funkciej Kobb-Duglasa s ubyvayushchej otdachej pri izmenenii mashtabov proizvodstva // Lomonosovskie chteniya. Tезisy dokladov nauchnoj konferencii. Moskva, 04–14 aprelya 2023 goda. Moskva: OOO «MAKS Press», 2023. S.189–190. – EDN: MDTFKE.



INFORMATION RESOURCES OF RUSSIA



ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

12+



 irr@rosenergo.gov.ru

Scientific Editorial Board

Trusov A. V. – Doctor of Technical Sciences, Director of the Perm Scientific and Technical Information Center – branch of the Federal State Budgetary Institution «REA» of the Ministry of Energy of Russia (Chairman of the Board); **Adamtsevich L. A.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction of the National Research University Moscow State University of Civil Engineering; **Antopolsky A. B.** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute of Scientific Information on Social Sciences of the Russian Academy of Sciences; **Bakanov A. S.** – Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher of the Institute of Information Problems of the Russian Academy of Sciences; **Bakanov V. M.** – Professor of the Department of Personal Computers and Networks of the Faculty of Information Technologies of Moscow State University of Pedagogical Sciences; **Gulev S. K.** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of Laboratory of the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences; **Guriev M. A.** – Doctor of Technical Sciences, Professor, President of the Union of Internet Operators, Chairman of the Council of the Foundation for Civil Initiatives of Internet Policy, Member of the Board of Trustees of the Internet Development Foundation; **Dobrolyubov S. A.** – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dean of the Geography Faculty of Moscow State University named after M. V. Lomonosov; **Dzegelenok I. I.** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Computing Machines, Systems and Networks of the National Research University «MPEI»; **Duan S.** – Candidate of Technical Sciences, Master of Information Technology and Business, Director General of the Harbin International Association for Scientific and Technological Cooperation and Exchange (PRC); **Yevtushenko S. I.** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction of the National Research University of Moscow State University of Civil Engineering; **Eremin N. A.** – Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of the IPOG RAS; **Zheleznov M. M.** – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction of the National Research University Moscow State University of Civil Engineering; **Zalikhhanov M. Ch.** – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Center for Geoinformatics and Emergencies of the Kabardino-Balkarian State University; **Kalenov N. E.** – Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher of the Joint Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; **Kozminykh S. I.** – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Information Security of the Financial University; **Lobanov I. V.** – Candidate of Law Sciences, Associate Professor, Rector of the Plekhanov Russian University of Economics; **Lopatina N. V.** – Doctor of Pedagogical Sciences, Head of the Department of Library and Information Sciences of the Moscow State Institute of Culture, Leading Researcher of the Federal Institute of Industrial Property; **Obraztsov S. M.** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Laboratory of Mathematical Modeling of JSC «SSC RF-IPPE»; **Parth P.** – Doctor of Engineering Sciences, Pandit Deendayal Power University (India); **Polyak Yu. E.** – Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher at CEMI RAS; **Saipullaev I. A.** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Economics and Management at Namangan Civil Engineering Institute (Republic of Uzbekistan); **Sotnikov A. N.** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Deputy Director of JSC RAS; **Tikunov V. S.** – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Integrated Mapping, Head of the Regional Center of the World Data System at the Faculty of Geography at Moscow State University named after M. V. Lomonosov; **Trusov V. A.** – Doctor of Technical Sciences, Professor at the National Research University Higher School of Economics; **Filippov S. P.** – Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of ERI RAS; **Tsvetkova V. A.** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Library and Information Sciences at MGIIK.

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА

РЭА МИНЭНЕРГО
РОССИИ

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

Перепечатка материалов возможна только с письменного разрешения редакции.

Позиция и мнение авторов статей может не совпадать с мнением редакции.

Специальности ВАК:

05.13.17 – Теоретические основы информатики (технические науки),

05.25.05 – Информационные системы и процессы (технические науки)

2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (физико-математические науки)

Адрес и контакты:

127083, г. Москва,
улица 8 марта, д. 12

Главный редактор журнала ИРР

Анна Горшкова

Телефон: +7 910 463-53-57

E-mail: anna.gorshik@yandex.ru,
gorshkova@rosenergo.gov.ru

Заместитель главного редактора по подписке, распространению и продвижению журнала «ИРР»

Виолетта Локтева

Телефон: +7 903 733-72-57

E-mail: Lokteva@rosenergo.gov.ru

Редакция журнала

Главный редактор журнала «Информационные ресурсы России» – **Анна Горшкова**

Руководитель научно-редакционного совета – д. т. н., доцент **Александр Трусов**

Заместитель главного редактора по распространению и продвижению – **Виолетта Локтева**

Корректор – **Роман Павловский**

Фотограф – **Иван Федоренко**

Вёрстка – **Роман Павловский**

Сайт журнала

irr-journal.ru

Подписка

Подписку на журнал можно приобрести в офисах «Урал-Пресс», «Ивис», ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. По вопросам подписки:

Виолетта Локтева
+7 903 733-72-57

Стоимость подписки:

550 рублей за один номер

Отпечатано в ООО «Студия онлайн», г. Москва, Партийный пер., д. 1, к. 46

Подписано в печать: 27.09.2024

