



# ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

05 [200] 2024

**А. Кононов, А. Ковалев, А. Хома,  
О. Ледевич, Р. Жуков**

Контроль за ходом реализации инвестиционных  
проектов ПАО «Газпром» на объектах  
ООО «Газпром добыча Ноябрьск» **4**

**Е. Ежова, Н. Тилинина, А. Гавриков**

Информационная система мониторинга  
ветрового волнения на базе попутных судовых  
радиолокационных измерений **10**

**Э. Кузьмина, Н. Пьянкова**

Методика формирования алгоритма работы  
с почвенно-географической базой данных  
России на основе нейронных сетей **40**





# 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; **Тихунов 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**  
Сигнальный год  
для коммерческих ЦОДов

### ТЭК

- 4 А. Кононов, А. Ковалев, А. Хома,  
О. Ледевич, Р. Жуков**  
Контроль за ходом реализации  
инвестиционных проектов ПАО  
«Газпром» на объектах ООО  
«Газпром добыча Ноябрьск»

### Климат

- 10 Е. Ежова, Н. Тилинина, А. Гавриков**  
Информационная система  
мониторинга ветрового  
волнения на базе попутных  
судовых радиолокационных  
измерений

### Строительство

- 20 В. Бабчук**  
Отечественные решения  
для автоматизации плано-  
фактического контроля хода  
строительства



## ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

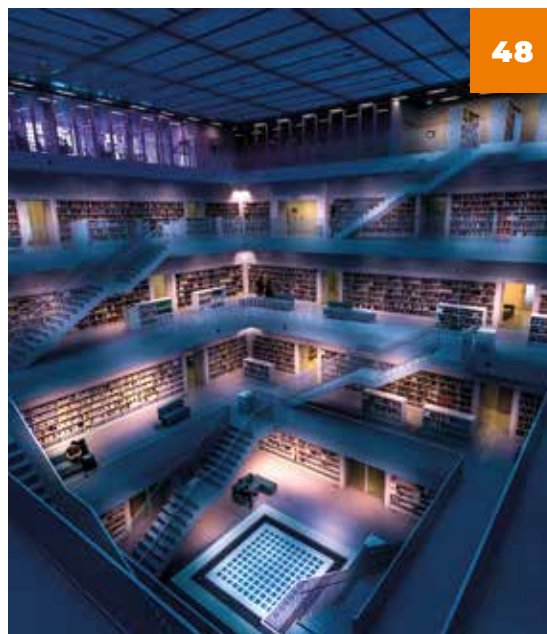
- 30 Е. Ганжуров, Н. Иванов**  
Информационные технологии  
и их влияние на современные  
строительные процессы  
и управление проектами

### Искусственный интеллект

- 40 Э. Кузьмина, Н. Пьянкова**  
Методика формирования алгоритма  
работы с почвенно-географической  
базой данных России на основе  
нейронных сетей

### Цифра

- 48 А. Антопольский**  
Системы организации знаний  
в современном информационном  
пространстве







## INFORMATION RESOURCES OF RUSSIA

### Founder's word

- 3 A. Gorshkova**  
A signal year for commercial data centers

### FEC

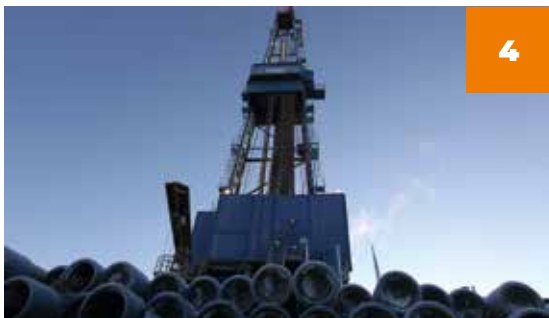
- 4 A. Kononov, A. Kovalev, A. Khoma, O. Ledevich, R. Zhukov**  
Control over the implementation of investment projects of PJSC Gazprom at the facilities of Gazprom Dobycha Noyabrsk LLC

### Climate

- 10 E. Ezhova, N. Tilinina, A. Gavrikov**  
Information system for monitoring wind waves based on underway shipborne radar measurements

### Construction

- 20 V. Babchuk**  
Domestic solutions for the automation of planned and actual control of construction progress



## Contents

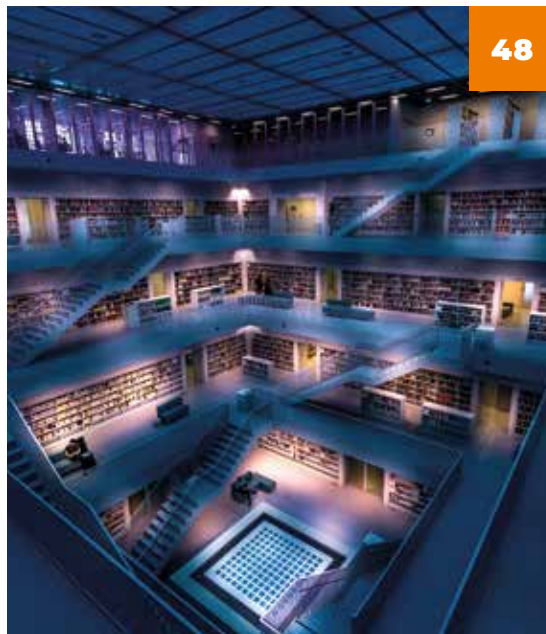
- 30 E. Ganjurov, N. Ivanov**  
Information technologies and their impact on modern construction processes and project management

### Artificial intelligence

- 40 E. Kuzmina, N. Pyankova**  
Methodology for developing an algorithm for working with the soil-geographic database of Russia based on neural networks

### Digitalization

- 48 A. Antopolsky**  
Knowledge organization systems in the modern information space



S  
T  
Z  
E  
T  
Z  
O  
C

## Сигнальный год для коммерческих ЦОДов

Последние 2 года темпы роста центров обработки данных в России достигли рекордных показателей. Если еще в 2022 г. количество новых запущенных стойко-мест составляло 6,26 тыс., то в 2023 г. оно достигло 11,04 тыс., а в 2024 г. вышло на рекордный показатель в 11,38 тыс. Лидерами запусков стали «Атомдата» «Росэнергоатома», «РТК-ЦОД» «Ростелекома» и независимый оператор IXcellerate. Причины бурного роста просты – увеличение спроса на услуги ЦОДов под давлением процессов цифровизации производства, развития различных онлайн-проектов, накопление всё большего объема данных, которые необходимо где-то хранить, развитие проектов в области искусственного интеллекта, запуск проектов, замороженных в 2021–2022 гг. под влиянием санкций. Эти факторы подталкивают к развитию в первую очередь коммерческих ЦОДов, работающих по принципу colocation – то есть предоставления дата-центров для сервисного оборудования клиентов. В результате за последние 2 года в России сформировалась отдельная высокодоходная и быстрокупаемая отрасль по строительству и предоставлению площадей ЦОДов, работу которой необходимо учитывать во всех стратегических планах и стратегиях развития.

Впрочем, этот год, по мнению аналитиков, может стать для нее критическим, с учетом чрезмерно высокой ставки заёмного финансирования, рисков введения ограничений на поставку чипов для Nvidia, высокую инфляцию, увеличение стоимости электроэнергии и замедление темпов роста экономики в целом. В этой ситуации выжить смогут лишь финансово устойчивые операторы ЦОДов, обладающие хорошей подушкой безопасности, высоким уровнем собственных средств и способностью оперативно предлагать новые услуги.

Главный редактор журнала «ИРР»,  
**Горшкова Анна**



**Кононов Алексей**

Первый зам. генерального  
директора - главный инженер  
ООО «Газпром добыча Но-  
ябрьск», к. т. н., ЯНАО  
E-mail: kononov@noyabrsk-  
dobycha.gazprom.ru

**Ковалев Андрей**

Зам. генерального директора  
по перспективному развитию  
ООО «Газпром добыча Но-  
ябрьск»  
E-mail: kovalev.ana@noyabrsk-  
dobycha.gazprom.ru

**Хома Александр**

Начальник управления авто-  
матизации и метрологического  
обеспечения ООО «Газпром  
добыча Ноябрьск»  
E-mail: homa.aa@noyabrsk-  
dobycha.gazprom.ru

**Ледевич Олег**

Начальник отдела разработки  
автоматизированных систем  
управления автоматизации и  
метрологического обеспечения  
ООО «Газпром добыча Но-  
ябрьск»  
E-mail: oleg@noyabrsk-dobycha.  
gazprom.ru

**Жуков Руслан**

Начальник отдела перспектив-  
ного развития, ЯНАО  
E-mail: rzhukov.ra@noyabrsk-  
dobycha.gazprom.ru

## КОНТРОЛЬ ЗА ХОДОМ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПАО «ГАЗПРОМ» НА ОБЪЕКТАХ ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА НОЯБРЬСК»

*Аннотация. В статье представлено описание разработанной в ООО «Газпром добыча Ноябрьск» информационной системы контроля за ходом реализации инвестиционных проектов. Ее целью является проведение мониторинга текущего статуса выполнения работ по проектам, а также осуществление доступа к актуальным версиям проектной и рабочей документации. Система масштабируема и может быть использована в других компаниях.*

**Ключевые слова:**

инвестиционная программа, инвестиционное строительство, контроль за реализацией проектов, информационные системы, бизнес-аналитика.

ООО «Газпром добыча Ноябрьск» – это газодобывающее предприятие, основной деятельностью которого является добыча и подготовка углеводородного сырья независимым недропользователям. Компания обеспечивает добычу и подготовку углеводородного сырья в 3 регионах Российской Федерации: на 5 месторождениях в ЯНАО, на Чаяндинском месторождении в Республике Саха (Якутии), на 2 месторождениях в Камчатском крае. Стратегия развития компании включает ввод в эксплуатацию до 2029 г. новых месторождений в Якутии, наращивание добычного фонда на Ямале, в Якутии и на Камчатке, увеличение дожимных мощностей в 3 регионах Российской Федерации.

С целью осуществления мониторинга текущего статуса выполнения работ по проектам, а также осуществления доступа к актуальным версиям проектной и рабочей документации, в ООО «Газпром добыча Ноябрьск» разработана система «Контроль за ходом реализации инвестиционных проектов». В этой системе разработаны следующие подсистемы:

**Подсистема сбора и хранения информации по инвестиционным проектам.** Вносится детальное

описание планируемой работы, а именно наименование объекта строительства, его номер, тип, промысел и объект, на котором будут выполняться работы (рис. 1). Вносятся плановые даты основных этапов реализации проекта, такие как проектно-изыскательские работы, в том числе разработка и утверждение задания на проектирование и технических требований, разработка и согласование основных технических решений, проектной и рабочей документации, поставки материально-технических ресурсов и выполнение строительно-монтажных и пусконаладочных работ. По факту поступления информации о ходе реализации проекта вносятся комментарии о событии и процент выполнения работы. Наличие структурированной информации по каждому из десятков проектов, а также доступ к ней сотрудников компании через веб-приложение, позволяет снизить трудозатраты на подготовку отчетности и проведение анализа, а также своевременно принимать решения в рамках каждого проекта.

**Подсистема отображения и анализа информации.** Собранная информация о текущем статусе работ отображается в виде интерактивных информационных панелей (дашбордов) на корпоративном портале в веб-прило-

**План-фактный анализ сроков исполнения представлен в виде календарно-сетевого графика, на котором отображается отчёт об исполнении по выбранной работе**

Камчатский край (Регион) + Камчатское ГПУ (Газовый промысел) + Нижне-Квакчикское ГК...

Код объекта 051-1006340 Тип Техническое перевооружение  
 Наименование объекта Теплеревооружение газоконденсатных скважин Нижнеквакчикского ГКМ. Замена НКТ  
 Газовый промысел: Камчатское ГПУ  
 Месторождение: Нижне-Квакчикское ГКМ  
 Плановый срок ввода: 2025, 2027

Характеристика объекта:

Замена НКТ на 6 скважинах:  
 - 2023 год - 3 скв.;  
 - 2024 год - 3 скв.;

Обоснование реализации проекта

Авторский надзор за реализацией проектных решений по разработке месторождений Камчатского края для нужд ООО "Газпром добыча Ноябрьск" в 2020-2022 гг.

Основание для проектирования

Комплексная программа реконструкции и технического перевооружения объектов добычи газа ПАО «Газпром» на 2023-2027 гг., утвержденная Постановлением Правления ПАО «Газпром» от 22.09.2022 г. № 35, 2 группа.

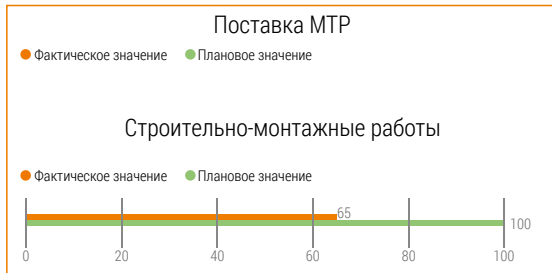


Рис. 1. Основные характеристики проекта

Камчатский край (Регион) + Камчатское ГПУ (Газовый промысел) + Нижне-Квакчикское ГК...

Множественный выбор

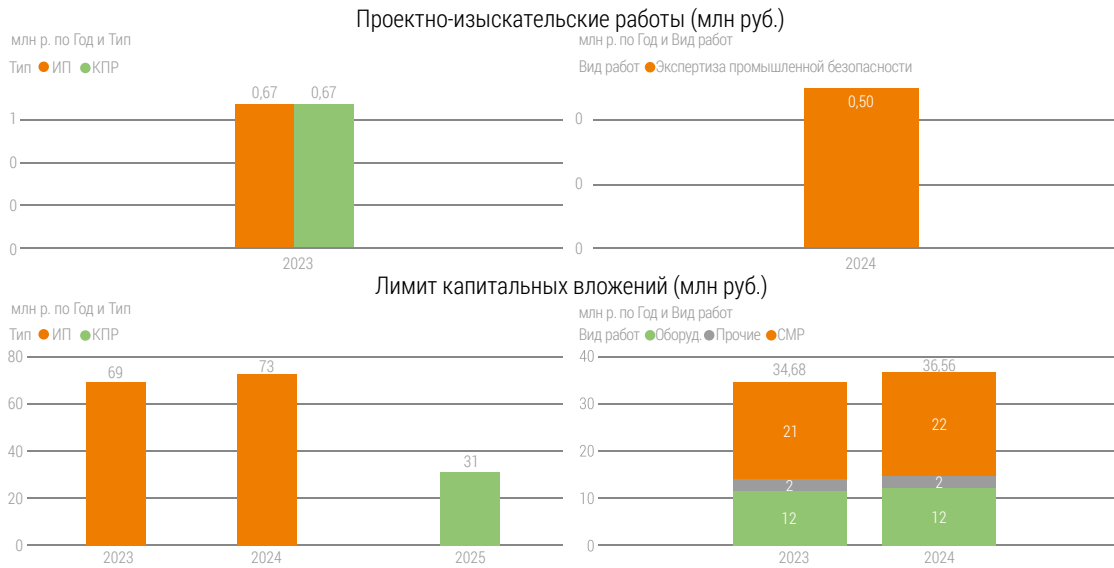


Рис. 2. Основные экономические и технологические показатели проекта



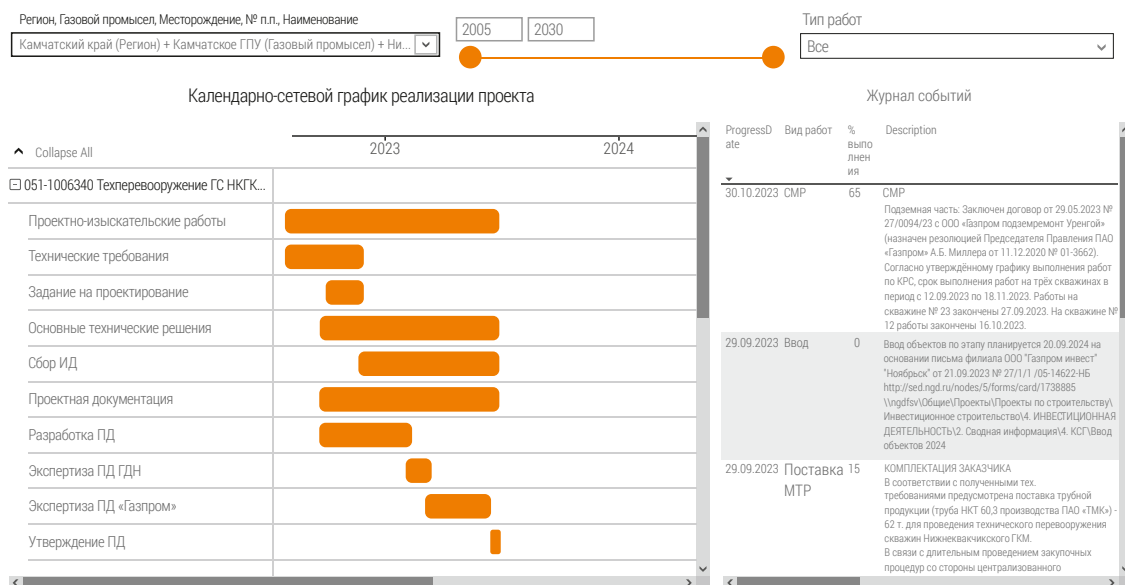


Рис. 3. Календарно-сетевой график реализации проекта

Библиотека нормативно-правовой документации

Отдел перспективного развития

Справка Жуков Руслан Александрович  
Отдел перспективного развития/начальник отдела

Документы

Создать Открыть Поиск: Наименование/Шифр

Папки

- Западно-Тарколинский ГП
  - 051-2000826 Реконструкция Западно-Тарколинского газового промысла
  - 051-2000847 Реконструкция Западно-Тарколинского газового промысла (2 этап)
  - 051-2004683 Теплеревооружение газовых скважин Западно-Тарколинского газового промысла
    - 1. ЗПИТТ
    - 2. ОТР
    - 3. ПД
      - Раздел 1. Пояснительная записка
      - Раздел 4. Конструктивные и объемно-планировочные решения
      - Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании
      - Раздел 6. Проект организации строительства
      - Раздел 8. Мероприятия по охране окружающей среды
      - Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
      - Раздел 10.1 ЭЭ
      - Раздел 11. Смета на строительство объекта капитального строительства
      - Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами
      - 4. РД
      - 5. Прочие
  - 051-2004684 Теплеревооружение обвязки клапанов газовых скважин Западно-Тарколинского газового

Поиск

Состав проектной документации 0683.001.001.П.0002-СП

Вид: Акт  
Назначение: Производственная деятельность  
Исполнен: Локальные документы ООО «Газпром добыча Ноябрьск»  
Отдел перспективного развития  
Ответственный за организацию: СПР ИТЦ (документы подразделений) \ Инвестиционная программа \ Западно-Тарколинский ГП \ 051-2004683  
Теплеревооружение газовых скважин Западно-Тарколинского газового промысла 3. ПД  
Файл: 1704.002.П1.0.0001-СД\_Клим.2.pdf  
Создан: 28.06.22 Изменен: 27.08.23

Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных Подраздел 2. Сборник сводных заказных спецификаций 1704.002.П1/0.0001-СЭС

Вид: Акт  
Назначение: Производственная деятельность  
Исполнен: Локальные документы ООО «Газпром добыча Ноябрьск»  
Отдел перспективного развития  
Ответственный за организацию: СПР ИТЦ (документы подразделений) \ Инвестиционная программа \ Западно-Тарколинский ГП \ 051-2004683  
Теплеревооружение газовых скважин Западно-Тарколинского газового промысла 3. ПД  
Файл: 1704.002.П1.0.0001-СЭС.pdf  
Создан: 28.06.22 Изменен: 28.06.22

Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных Подраздел 3. Сборник спецификаций оборудования 1704.002.П1/0.0001-ССД

Вид: Акт  
Назначение: Производственная деятельность  
Исполнен: Локальные документы ООО «Газпром добыча Ноябрьск»  
Отдел перспективного развития  
Ответственный за организацию: СПР ИТЦ (документы подразделений) \ Инвестиционная программа \ Западно-Тарколинский ГП \ 051-2004683  
Теплеревооружение газовых скважин Западно-Тарколинского газового промысла 3. ПД  
Файл: 1704.002.П1.0.0001-ССД.pdf  
Создан: 28.06.22 Изменен: 28.06.22

Страница 1 из 1

Список документов: 1 4 из 4

Рис. 4. Подсистема хранения документации

жении (рис. 2, 3). План-фактный анализ сроков исполнения представлен в виде календарно-сетевых графиков, на котором отображается отчет об исполнении по выбранной работе. Присутствуют графики сравнения ключевых показателей проекта, таких как наличие необходимых материалов, финансирования, влияния на объемы добычи.

**Подсистема хранения документации по инвестиционным проектам.** Хранение утвержденной документации по проектам также организовано в веб-приложении (рис. 4). Для каждого подразделения создана древовидная структура с основными этапами проекта, а в основном окне отображаются все относимые к выбранной «ветке дерева» документы. Каждая «ветка дерева» или документ пронумерованы и проименованы в соответствии с составом проекта, также в атрибуты добавлены шифры документов. Имеется возможность фильтрации по атрибутам или поиск

по шифру или наименованию, что увеличивает скорость поиска необходимого документа.

Система «Контроль за ходом реализации инвестиционных проектов» разработана и внедрена в эксплуатацию собственными силами, что позволило сэкономить на покупке, настройке и оплате лицензий стороннего программного продукта.

Использование системы «Контроль за ходом реализации инвестиционных проектов» позволяет отслеживать качество, полноту и своевременность реализации инвестиционных проектов со стороны эксплуатирующей организации, снижает временные и трудовые затраты при подготовке аналитических и отчетных материалов, помогает систематизировать проектную и рабочую документацию, а также предоставить доступ к ней сотрудникам компании. Система масштабируема и может быть использована в дочерних компаниях ПАО «Газпром».

Объекты «Газпром добыча Ноябрьск»  
Источник: [noyabrsk-dobycha.gazprom.ru](http://noyabrsk-dobycha.gazprom.ru)



## CONTROL OVER THE IMPLEMENTATION OF INVESTMENT PROJECTS OF PJSC GAZPROM AT THE FACILITIES OF GAZPROM DOBYCHA NOYABRSK LLC

**Kononov Aleksey**, First Deputy General Director - Chief Engineer of Gazprom Dobycha Noyabrsk LLC, PhD in Engineering, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. E-mail: kononov@noyabrsk-dobycha.gazprom.ru

**Kovalev Andrey**, Deputy General Director for Prospective Development of Gazprom Dobycha Noyabrsk LLC. E-mail: kovalev.ana@noyabrsk-dobycha.gazprom.ru

**Khoma Aleksandr**, Head of the Automation and Metrology Support Department of Gazprom Dobycha Noyabrsk LLC. E-mail: homa.aa@noyabrsk-dobycha.gazprom.ru

**Ledevich Oleg**, Head of the Department of Development of Automated Control Systems for Automation and Metrology Support of Gazprom Dobycha Noyabrsk LLC. E-mail: oleg@noyabrsk-dobycha.gazprom.ru

**Zhukov Ruslan**, Head of the Department of Prospective Development, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. E-mail: zhukov.ra@noyabrsk-dobycha.gazprom.ru

**Abstract.** The article presents a description of the information system for monitoring the implementation of investment projects developed at Gazprom Dobycha Noyabrsk LLC. Its purpose is to monitor the current status of work on projects, as well as to provide access to current versions of design and working documentation. The system is scalable and can be used in other companies.

**Keywords:** investment program, investment construction, project implementation control, information systems, business analytics.

# ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ НА БАЗЕ ПОПУТНЫХ СУДОВЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Ежова Елизавета**

Лаборант, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН; Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский университет)  
E-mail: ezhova.ea@phystech.edu

**Тилинина Наталья**

Заведующая лабораторией, к. ф. - м. н., Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН  
E-mail: tilinina@sail.msk.ru

**Гавриков Александр**

Старший научный сотрудник, к. ф. - м. н., Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН  
E-mail: gavr@sail.msk.ru

*Аннотация. Мониторинг ветрового волнения является важной задачей прогнозирования климата и погоды. В статье описывается процесс разработки системы SeaVision для определения параметров ветрового волнения в автоматическом режиме по маршруту судна. Основным компонентом системы является радиолокационная станция, которой оборудовано любое судно, выходящее в открытое море. Разрабатываемая система является относительно недорогим инструментом мониторинга состояния морской поверхности, с ее помощью определяют параметры ветрового волнения: высота, период, направление, частотный и направленный спектры. Эти переменные могут выводиться в режиме реального времени на ходовом мостике, а также передаваться в интернет.*

**Ключевые слова:** ветровое волнение, система мониторинга, радиолокационная станция.



## Введение

Мониторинг состояния морской поверхности является важнейшей актуальной задачей как численного моделирования климата и погоды [1], так и обеспечения безопасности эксплуатации гидротехнических объектов [2], судоходства и навигации [3]. Параметры ветрового волнения являются ключевыми при описании состояния морской поверхности. В настоящее время в мире используются 3 основных системы его мониторинга: сети волномерных буёв, данные спутниковой альтиметрии и визуальных наблюдений.

Сети волномерных буёв являются наиболее точным источником информации о параметрах волнения, поскольку предоставляют прямую информацию о колебаниях уровня морской поверхности в точке измерения. Однако такие системы имеют неоднородное покрытие и недостаточную плотность в районах, удаленных от берегов Северной Америки и Европы (см. рис. 1). В режиме реального времени на данный момент информация о параметрах волнения доступна, например, на сайтах NDBC [4] и Met Office [5].

Данные спутниковой альтиметрии имеют глобальное покрытие, однако должны подвергаться тщательной валидации и фильтрации [6, 7]. В зависимости от широты наблюдения, в радиусе 200 км от маршрута следо-

вания судна за сутки может наблюдаться до 5 пролетов спутников, предоставляющих данные альтиметрии [8]. Информация о значительной высоте волнения с задержкой до 3 часов публикуется на Copernicus Marine Data Store [9]. В настоящей работе данные альтиметрии использовались для валидации алгоритма обработки радиолокационных изображений морской поверхности (РИМП).

Международная программа визуальных наблюдений VOS также предоставляет данные о параметрах ветрового волнения [10]. Ежечасно поступают более 300 сообщений с судов по всему Мировому океану [4, 10]. Однако эти данные наиболее сильно подвержены ошибкам, обусловленным человеческим фактором [11]: субъективностью оценок, недостатком опыта наблюдателя, плохой видимостью и др. В данной работе предлагается интегрировать систему SeaVision на суда, включенные в программу визуальных наблюдений VOS, для автоматизации этих измерений и повышения их качества.

Системы мониторинга ветрового волнения на основе данных судовой радиолокационной станции (РЛС) развиваются с 1990-х гг. [12]. Наиболее коммерчески успешным является продукт WaMoS II [13], который предлагает информацию о направленном спектре волнения, проводит разделение параметров на систе-

**Источником информации для системы SeaVision является радиолокационный сигнал, который перехватывается от штатного судового навигационного оборудования**

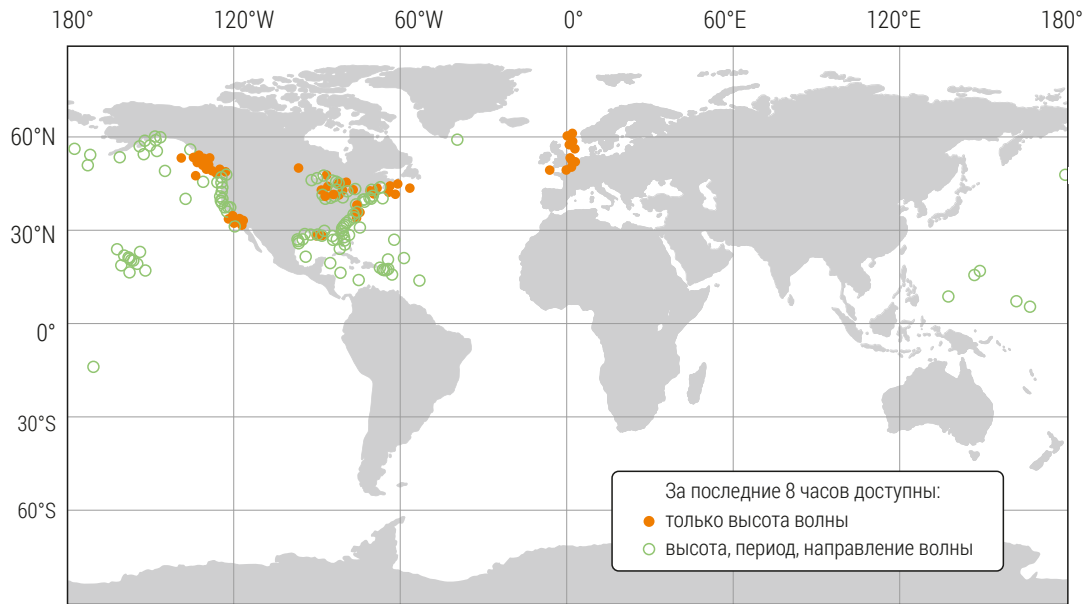


Рис. 1. Положения буёв NDBC, данные о параметрах ветрового волнения с которых доступны на 12.12.24 г. с задержкой менее 8 часов

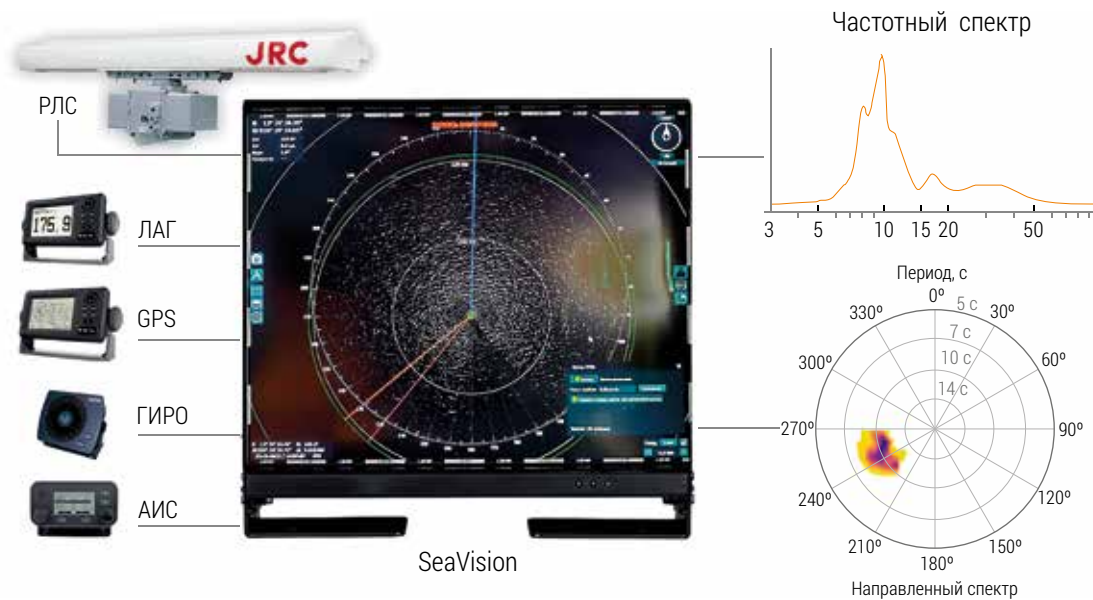


Рис. 2. Схема работы системы SeaVision

мы, а также имеет ошибку менее полуметра в оценке значительной высоты волнения [14]. Для потребителя эта система является «черным ящиком», и на данный момент она не позволяет записывать и отправлять попутную информацию о волнении в режиме реального времени. В свою очередь разрабатываемая в Институте океанологии РАН им. П. П. Ширшова, совместно с ЗАО «Морские комплексы и системы», система SeaVision [15, 16, 17, 18] имеет аналогичные характеристики и может быть интегрирована в оборудование судовой сети Интернет с целью передачи параметров волнения и создания глобальной сети их мониторинга.

### Разработка системы

Источником информации для системы SeaVision является радиолокационный сигнал, который перехватывается от штатного судового навигационного оборудования (рис. 2). Оцифрованный сигнал подвергается спектральному анализу [19], результатом которого является направленный спектр волнения в точке проведения измерений. Измерение параметров волнения может проводиться на ходу судна, например, в работе используются данные, собранные при скорости, достигающей 17 узлов. Накопление данных для Фурье-анализа длится около 10 минут, поэтому за время обработки сигнала поле морского волнения можно считать квазиоднородным [8]. В отличие от исходных РИМП, имеющих относительно высокий объем (около 4 Гб для 10-минутной записи), продукты работы алгоритма являются легковесными и могут передаваться в сеть по спутниковой связи. Так, накопленные за сутки с дискретностью 1 раз в 5 минут параметры 3 волновых систем занимают объем менее 2 Мб, а направленные спектры волнения – менее 50 Мб. Направленный спектр включает в себе наиболее полную информацию о ветровом волнении и может быть использован в качестве ассимилируемых данных в численных моделях [20].

Калибровка и валидация алгоритма обработки РИМП, подробно описанная в [16,







18], проводилась на данных 6 морских экспедиций. В ходе научных программ этих рейсов было выполнено более 100 станций в дрейфе, в состав палубных работ которых входило измерение параметров волнения с помощью волномерного буя Spotter (рис. 3). Полученные частотные спектры волнения волномерным бую и алгоритмом обработки SeaVision показывают высокую степень подобия. Среднее квадратическое отклонение высоты волнения по данным буя и разрабатываемой системы составляет менее полуметра, что сопоставимо с показателями работы аналогичных систем [14].

Методика калибровки системы сводится к аппроксимации зависимости оценки значительной высоты волны  $H_s$  от отношения «сигнал/шум» SNR спектра выделенного сегмента РИМП по формуле:

$$H_s = A + B\sqrt{\text{SNR}},$$

где коэффициенты  $A$  и  $B$  вычисляются на этапе валидации алгоритма по измерениям волномерным бую (как, например, в экспедициях на НИС «Академик Сергей Вавилов» и «Академик Иоффе») или данным спутниковой альтиметрии (как в экспедициях на НЭС «Академик Фёдоров»). Для достоверной оценки этих коэффициентов требуется порядка сотни измерений, что накапливается примерно за месяц работы в открытом море. Подобранные значения закрепляются за конкретной РЛС навсегда, поскольку зависят только от модели РЛС, настройки и высоты установки антенны и приёмника.

### Тестирование системы

Апробация системы проводилась в ряде морских экспедиций (см. таблицу 1 и рис. 4). Выше было описано, что в первых экспедициях работы проводились в том числе в режиме дрейфа для калибровки алгоритма восстановления параметров волнения по данным бую Spotter. Одновременно с этим в каждой экспедиции проводились попутные измерения параметров волнения, которые валидировались по данным спутниковой альтиметрии.

Буй для измерения длины волн  
Источник: sprokop / depositphotos.com



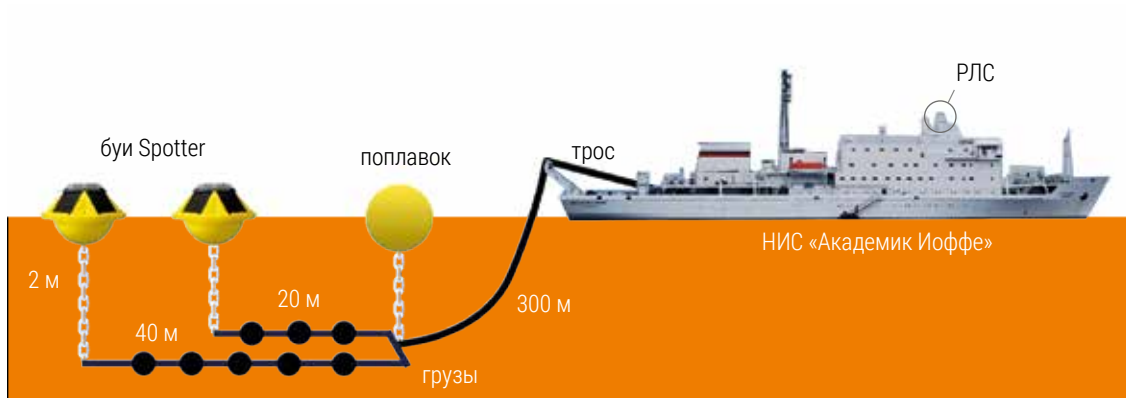


Рис. 3. Схема проведения контактных измерений на станции с помощью буёв Spotter

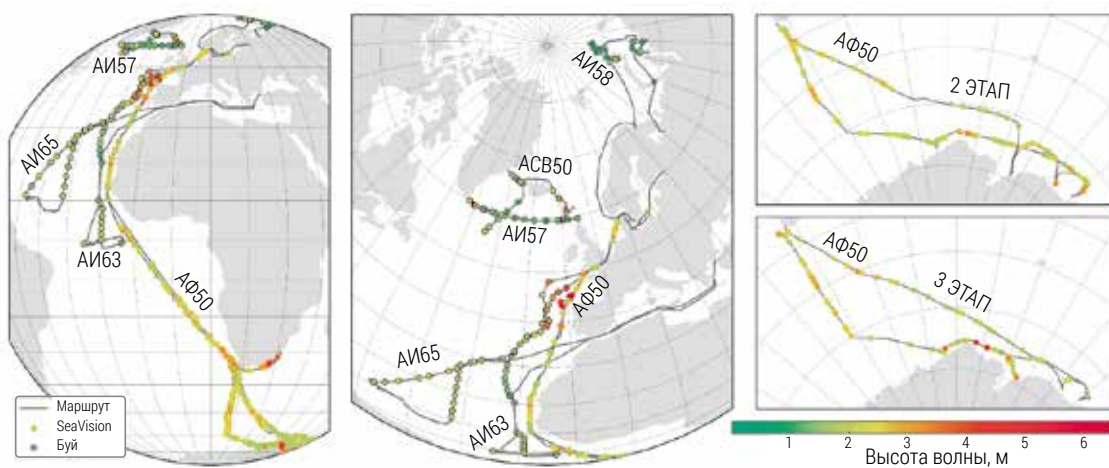


Рис. 4. Схема маршрутов экспедиций (черная линия), цветом показана восстановленная высота волны с помощью буя (круг с обводкой) и системы SeaVision (круг без обводки)

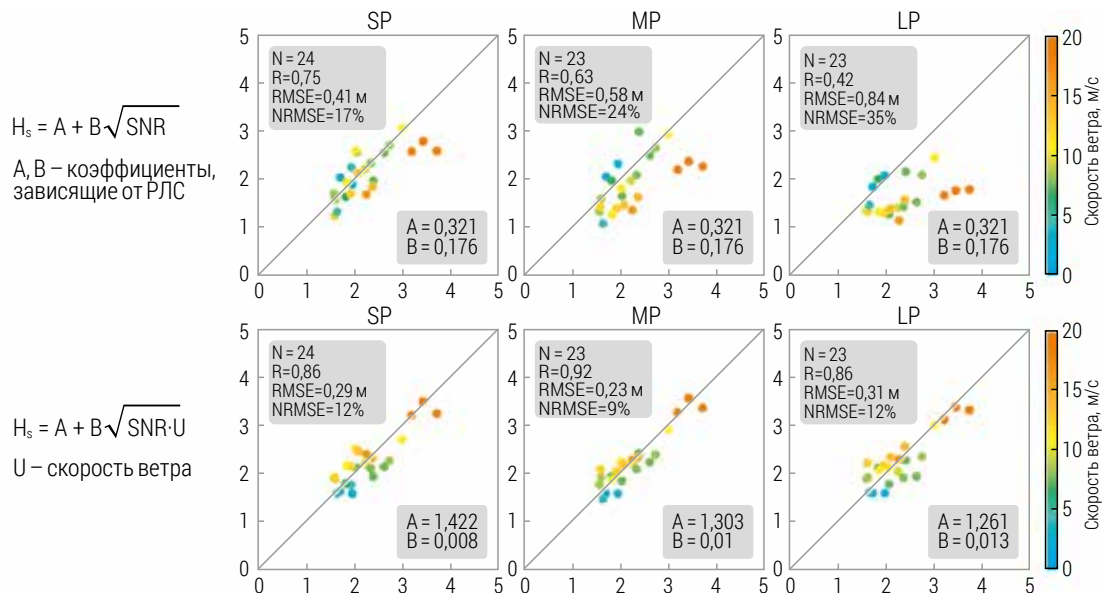


Рис. 5. Оценка значительной высоты волны по бую (ось абсцисс) и системе SeaVision (ось ординат) для разных длительностей импульса (SP – короткий, MP – средний, LP – длинный импульс) без учета скорости ветра (сверху) и с учетом неё (снизу); N – количество измерений в выборке, R – коэффициент корреляции, RMSE – стандартное отклонение, NRMSE – нормированное стандартное отклонение

Сокращенное название	АСВ50	АИ57	АИ58	АИ63	АИ65	АФ50	АФ52
Регион экспедиции	Северная Атлантика	Северная Атлантика	Арктика	Тропическая Атлантика	Тропическая Атлантика	Атлантика, Антарктика	Атлантика, Антарктика
Даты экспедиции	Август – сентябрь 2020 г.	Июнь – июль 2021 г.	Август – сентябрь 2021 г.	Сентябрь – декабрь 2022 г.	Ноябрь 2023 г. – январь 2024 г.	Октябрь 2023 г. – июнь 2024 г.	Ноябрь 2024 г. – н. в.
Пройденное расстояние, км	10465	7745	10611	20792	19076	65508	>14357
Количество станций с волномерным буюм	24	12	16	30	26	—	—
Объем данных РИМП, Тб	2,9	0,4	0,7	1,4	5,7	10,5	>0,9

Таблица 1. Сводная информация об экспедициях на НИС «Академик Сергей Вавилов» (АСВ), НИС «Академик Иоффе» (АИ) и НЭС «Академик Фёдоров» (АФ)

Система SeaVision разрабатывается как полностью автоматизированное оборудование, поэтому одной из задач является адаптация алгоритма обработки РИМП под различные режимы функционирования судовой РЛС. Большинство работ, создающих методы восстановления спектра волнения, использует наименьшую длительность импульса зондирующего сигнала, поскольку та соответствует наилучшему пространственному разрешению [21, 22]. Однако в реальности судоводители используют такой режим крайне редко, поскольку он не обеспечивает достаточную дальность обзора. В ходе последних экспедиций было выдвинуто предположение использовать дополнительную информацию о скорости ветра  $U$ , что позволило уменьшить среднее квадратическое отклонение оценки значительной высоты волны, в том числе и на среднем и длинном импульсе РЛС (рис. 5).

В 52 рейсе НЭС «Академик Фёдоров» (см. таблицу 1) были настроены вывод и запись параметров волнения, в том числе и направленного спектра волнения, в полностью автоматическом режиме. Эти данные представляют большую научную ценность и будут использованы для ассимиляции и валидации при работе

численных моделей ветрового волнения. Подключение системы SeaVision к сети Интернет позволило получить доступ к этой информации в режиме реального времени из любой точки мира. Это может быть использовано для создания единого ресурса, собирающего данные о ветровом волнении со всех судов, оборудованных разрабатываемой системой.

## Заключение

Мониторинг параметров ветрового волнения по маршруту следования судов может быть выполнен с помощью системы SeaVision. Данная система, основанная на спектральном анализе сигнала от штатной судовой РЛС, может стать компактным оборудованием, устанавливаемым на ходовом мостике любого судна. Тестирование работы системы SeaVision в ходе 7 морских экспедиций показало высокую точность оценок параметров волнения, что позволяет использовать этот продукт как автоматизированную замену визуальным наблюдениям.

*Работа выполнена в рамках госзадания FMWE-2024-0017.*

Буй, оснащенный волновыми датчиками  
Источник: Nightman1965 / depositphotos.com



## INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING WIND WAVES BASED ON UNDERWAY SHIPBORNE RADAR MEASUREMENTS

**Ezhova Elizaveta**, laboratory assistant, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences; Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University). E-mail: ezhova.ea@phystech.edu

**Tilinina Natalia**, Ph.D. in Physics and Mathematics, Head of Laboratory, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences. E-mail: tilinina@sail.msk.ru

**Gavrikov Alexander**, Ph.D. in Physics and Mathematics, Senior Researcher, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences. E-mail: gavr@sail.msk.ru

**Abstract.** Monitoring wind waves is a crucial task in climate and weather forecasting. This paper describes the development of the SeaVision system, which enables the automatic determination of wind wave parameters along the ship's route. The main component of the system is an X-band radar, which is standard equipment on any vessel navigating in open seas. The developed system serves as a relatively inexpensive tool for monitoring the state of the sea surface. It determines the key parameters of wind waves, such as height, period, direction, frequency spectrum, and directional spectrum. These variables can be displayed in real time on the ship's bridge and transmitted over the Internet.

**Keywords:** wind waves, monitoring system, X-band radar.


### Библиографический список

- Casas-Prat M., Hemer M.A., Dodet G. et al. Wind-wave climate changes and their impacts // *Nat. Rev. Earth Environ.* 2024. V. 5. P. 23–42. URL: <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00502-0>
- Repetto M.P., Burlando G., Solari G. et al. Integrated tools for improving the resilience of seaports under extreme wind events // *Sustainable Cities and Society*. 2017. V. 32. P. 277–294. URL: <http://doi.org/10.1016/j.scs.2017.03.022>
- Zhang Z., Li X. Global ship accidents and ocean swell-related sea states // *Nat. Hazards and Earth Syst. Sci.* 2017. V. 17. P. 2041–2051. URL: <https://doi.org/10.5194/nhess-17-2041-2017>
- Официальный сайт National Data Buoy Center. URL: <https://www.ndbc.noaa.gov/> (дата обращения: 12.12.2024).
- Официальный сайт Met Office. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/weather/specialist-forecasts/coast-and-sea/observations> (дата обращения: 12.12.2024).
- Abdalla S., Janssen P., Bidlot J.-R. Altimeter near real time wind and wave products: Random error estimation // *Mar. Geod.* 2011. V. 34. P. 393–406. URL: <https://doi.org/10.1080/01490419.2011.585113>
- Dodet G., Abdalla S., Alday M. et al. Error characterization of significant wave heights in multidecadal satellite altimeter product, model hindcast, and in situ measurements using the triple collocation technique // *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. 2022. V. 39. P. 887–901. URL: <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-21-0179.1>
- Campos R.M. Analysis of spatial and temporal criteria for altimeter collocation of significant wave height and wind speed data in deep waters // *Remote Sens.* 2023. V. 15. P. 2203. URL: <https://doi.org/10.3390/rs15082203>
- Официальный сайт Copernicus Marine Data Store for product "Global Ocean L3 Significant Wave Height From Nrt Satellite Measurements". URL: <https://doi.org/10.48670/moi-00179> (дата обращения: 12.12.2024).
- Официальный сайт программы Voluntary Observing Ship. URL: <https://vos.noaa.gov/> (дата обращения: 12.12.2024).
- Kent E.C., Rayner N. A., Berry D.I. et al. Observing requirements for long-term climate records at the ocean surface // *Front. Mar. Sci.* 2019. V. 6. P. 441. URL: <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00441>
- Ziemer F., Rosenthal W. Measurements of two-dimensional wave energy spectra during SAXONFPN'90 // *Proceedings of OCEANS '93*. 1993. Victoria, BC, Canada. V. 2. P. 326–331. URL: <https://doi.org/10.1109/OCEANS.1993.326106>
- Nieto-Borge J.C., Reichert K., Dittmer J. and Rosenthal W. WaMoS II: A wave and current monitoring system // *Proc. of the COST 714 conference*, Paris. 1998.
- Официальный сайт WaMoS II Ocean State Monitoring System. URL: <https://rutter.ca/wamos/> (дата обращения: 12.12.2024).
- Ivonin D.V., Gavrikov A.V., Sharmar V.D. et al. Monitoring the sea surface state in the North Atlantic based on ship navigation facilities // *Oceanology*. 2021. V. 61. P. 305–307. URL: <https://doi.org/10.1134/S000143702103005X>
- Tilinina N., Ivonin D., Gavrikov A. et al. Wind waves in the North Atlantic from ship navigational radar: SeaVision development and its validation with the Spotter wave buoy and WaveWatch III // *Earth Syst. Sci. Data*. 2022. V. 14. P. 3615–3633. URL: <https://doi.org/10.5194/essd-14-3615-2022>
- Rezov V.Y., Krinitskiy M.A., Golikov V.A. and Tilinina N.D. Improvement of the AI-Based Estimation of Significant Wave Height Based on Preliminary Training on Synthetic X-Band Radar Sea Clutter Images. Moscow Univ. Phys. 2023. V. 78 (1). P. 188–201. URL: <https://doi.org/10.3103/S0027134923070275>.
- Ezhova E.A., Gavrikov A.V., Sharmar V.D. et al. Obtaining Wind Waves Parameters Using Ship Radar // *Oceanology*. 2023. V. 63 (1). P. 42–53. URL: <https://doi.org/10.1134/S0001437023070032>
- Nieto-Borge J.C., Reichert K., Dittmer J. Use of nautical radar as a wave monitoring instrument // *Coastal Engineering*. 1999. V. 37. P. 331–342. URL: [https://doi.org/10.1016/S0378-3839\(99\)00032-0](https://doi.org/10.1016/S0378-3839(99)00032-0)
- Smit P.B., Houghton I.A., Jordanova K. et al. Assimilation of significant wave height from distributed ocean wave sensors // *Ocean Model.* 2021. V. 15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2020.101738>
- An J., Huang W., Gill E.W. A self-adaptive wavelet-based algorithm for wave measurement using nautical radar // *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 2015. V. 53. P. 567–577. URL: <https://doi.org/10.1109/TGRS.2014.2325782>
- Vicen-Bueno R., Lido-Muela C., Nieto-Borge J.C. Estimate of significant wave height from noncoherent marine radar images by multilayer perceptrons // *EURASIP J. on Advances in Signal Processing*. 2012. V. 84. URL: <https://doi.org/10.1186/1687-6180-2012-84>



**Bibliography:**

- Casas-Prat M., Hemer M.A., Dodet G. et al. Wind-wave climate changes and their impacts // *Nat. Rev. Earth Environ.* 2024. V. 5. P. 23–42. URL: <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00502-0>
- Repetto M.P., Burlando G., Solari G. et al. Integrated tools for improving the resilience of seaports under extreme wind events // *Sustainable Cities and Society.* 2017. V. 32. P. 277–294. URL: <http://doi.org/10.1016/j.scs.2017.03.022>
- Zhang Z., Li X. Global ship accidents and ocean swell-related sea states // *Nat. Hazards and Earth Syst. Sci.* 2017. V. 17. P. 2041–2051. URL: <https://doi.org/10.5194/nhess-17-2041-2017>
- Official website of National Data Buoy Center. URL: <https://www.ndbc.noaa.gov/> (visited on 12/12/2024).
- Official website of Met Office. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/weather/specialist-forecasts/coast-and-sea/observations> (visited on 12/12/2024).
- Abdalla S., Janssen P., Bidlot J.-R. Altimeter near real time wind and wave products: Random error estimation // *Mar. Geod.* 2011. V. 34. P. 393–406. URL: <https://doi.org/10.1080/01490419.2011.585113>
- Dodet G., Abdalla S., Alday M. et al. Error characterization of significant wave heights in multidecadal satellite altimeter product, model hindcast, and in situ measurements using the triple collocation technique // *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology.* 2022. V. 39. P. 887–901. URL: <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-21-0179.1>
- Campos R.M. Analysis of spatial and temporal criteria for altimeter collocation of significant wave height and wind speed data in deep waters // *Remote Sens.* 2023. V. 15. P. 2203. URL: <https://doi.org/10.3390/rs15082203>
- Official website of Copernicus Marine Data Store for product "Global Ocean L3 Significant Wave Height From Nrt Satellite Measurements". URL: <https://doi.org/10.48670/moi-00179> (visited on 12/12/2024).
- Official website of Voluntary Observing Ship program. URL: <https://vos.noaa.gov/> (visited on 12/12/2024).
- Kent E.C., Rayner N. A., Berry D.I. et al. Observing requirements for long-term climate records at the ocean surface // *Front. Mar. Sci.* 2019. V. 6. P. 441. URL: <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00441>
- Ziemer F., Rosenthal W. Measurements of two-dimensional wave energy spectra during SAXONFPN'90 // *Proceedings of OCEANS '93.* 1993. Victoria, BC, Canada. V. 2. P. 326–331. URL: <https://doi.org/10.1109/OCEANS.1993.326106>
- Nieto-Borge J.C., Reichert K., Dittmer J. and Rosenthal W. WaMoS II: A wave and current monitoring system // *Proc. of the COST 714 conference, Paris.* 1998.
- Official website of WaMoS II Ocean State Monitoring System. URL: <https://rutter.ca/wamos/> (visited on 12/12/2024).
- Ivonin D.V., Gavrikov A.V., Sharmar V.D. et al. Monitoring the sea surface state in the North Atlantic based on ship navigation facilities // *Oceanology.* 2021. V. 61. P. 305–307. URL: <https://doi.org/10.1134/S000143702103005X>
- Tilinina N., Ivonin D., Gavrikov A. et al. Wind waves in the North Atlantic from ship navigational radar: SeaVision development and its validation with the Spotter wave buoy and WaveWatch III // *Earth Syst. Sci. Data.* 2022. V. 14. P. 3615–3633. URL: <https://doi.org/10.5194/essd-14-3615-2022>
- Rezov V.Y., Krinitskiy M.A., Golikov V.A. and Tilinina N.D. Improvement of the AI-Based Estimation of Significant Wave Height Based on Preliminary Training on Synthetic X-Band Radar Sea Clutter Images. *Moscow Univ. Phys.* 2023. V. 78 (1). P. 188–201. URL: <https://doi.org/10.3103/S0027134923070275>
- Ezhova E.A., Gavrikov A.V., Sharmar V.D. et al. Obtaining Wind Waves Parameters Using Ship Radar // *Oceanology.* 2023. V. 63 (1). P. 42–53. URL: <https://doi.org/10.1134/S0001437023070032>
- Nieto-Borge J.C., Reichert K., Dittmer J. Use of nautical radar as a wave monitoring instrument // *Coastal Engineering.* 1999. V. 37. P. 331–342. URL: [https://doi.org/10.1016/S0378-3839\(99\)00032-0](https://doi.org/10.1016/S0378-3839(99)00032-0)
- Smit P.B., Houghton I.A., Jordanova K. et al. Assimilation of significant wave height from distributed ocean wave sensors // *Ocean Model.* 2021. V. 15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2020.101738>
- An J., Huang W., Gill E.W. A self-adaptive wavelet-based algorithm for wave measurement using nautical radar // *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 2015. V. 53. P. 567–577. URL: <https://doi.org/10.1109/TGRS.2014.2325782>
- Vicen-Bueno R., Lido-Muela C., Nieto-Borge J.C. Estimate of significant wave height from noncoherent marine radar images by multilayer perceptrons // *EURASIP J. on Advances in Signal Processing.* 2012. V. 84. URL: <https://doi.org/10.1186/1687-6180-2012-84>



## ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЛАНОВО- ФАКТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ХОДА СТРОИТЕЛЬСТВА

*Аннотация. В статье рассматриваются отечественные решения для автоматизации планово-фактического контроля хода строительства. Подчеркивается важность оперативного мониторинга выполнения строительных работ для минимизации отклонений от графика и бюджета. Основное внимание уделяется автоматизации процессов контроля с применением технологий Индустрии 4.0 и современных программных инструментов. Представлен обзор отечественных и зарубежных платформ, таких как SIGNAL, BRIO MRS, PlanRadar и HoloBuilder, их функциональные возможности и интеграция с BIM-системами. Выделены проблемы традиционных методов контроля и предложены пути их решения с использованием цифровых технологий, что позволяет повысить точность сбора данных и прозрачность управления проектами.*

**Бабчук Вячеслав**  
Аспирант, преподаватель  
кафедры ИСТАС, НИУ МГСУ  
E-mail: babchuk-slava23@mail.ru

**Ключевые слова:** автоматизация, контроль строительства, Индустрия 4.0, BIM, программное обеспечение.

## Введение

Цифровизация является ключевым фактором развития энергетических объектов [1], железнодорожного транспорта [2, 3], производства материалов [4] и др. Строительная отрасль не стала исключением. Активное развитие технологий привело к тому, что возведение объектов капитального строительства становится сложным технологическим процессом, где успешность завершения проектов зависит от эффективности планово-фактического контроля, который позволяет оперативно отслеживать выполнение работ, выявлять отклонения от графика и бюджета, а также принимать своевременные управленческие решения. В этой связи актуальным направлением является развитие технологий Индустрии 4.0, включая решения для автоматизации отдельных строительных процессов [5–11].

В частности, согласно п. 9 Постановления Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства», необходимо обеспечить систематический контроль за выполнением строительных работ и соответствием их проектной документации. Это положение подчеркивает важность автоматизации процессов контроля, что позволяет

не только ускорить процесс проверки, но и повысить его достоверность.

Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 08.08.2024 г.) утверждает необходимость создания условий для комплексного подхода к строительству городских объектов и реализации проектов, что подразумевает использование современных технологий для мониторинга и анализа хода строительных работ. С учетом новых изменений, вступивших в силу с 01.09.2024 г., актуальность внедрения автоматизированных систем контроля становится еще более очевидной.

## Планово-фактический контроль хода строительства: обеспечение эффективности и своевременности

В процессе реализации строительных проектов ключевым аспектом является контроль за выполнением работ в соответствии с установленными сроками. Для достижения этой цели заказчики (один из участников процесса строительства) имеют право требовать фиксации выполнения работ на строительной площадке, что может быть организовано как на ежедневной или еженедельной, так и на ежемесячной основах.

Календарный план строительства – это не просто график работ, а стратегический

**Календарный план строительства – это не просто график, а стратегический документ, определяющий последовательность и сроки выполнения всех этапов проекта**

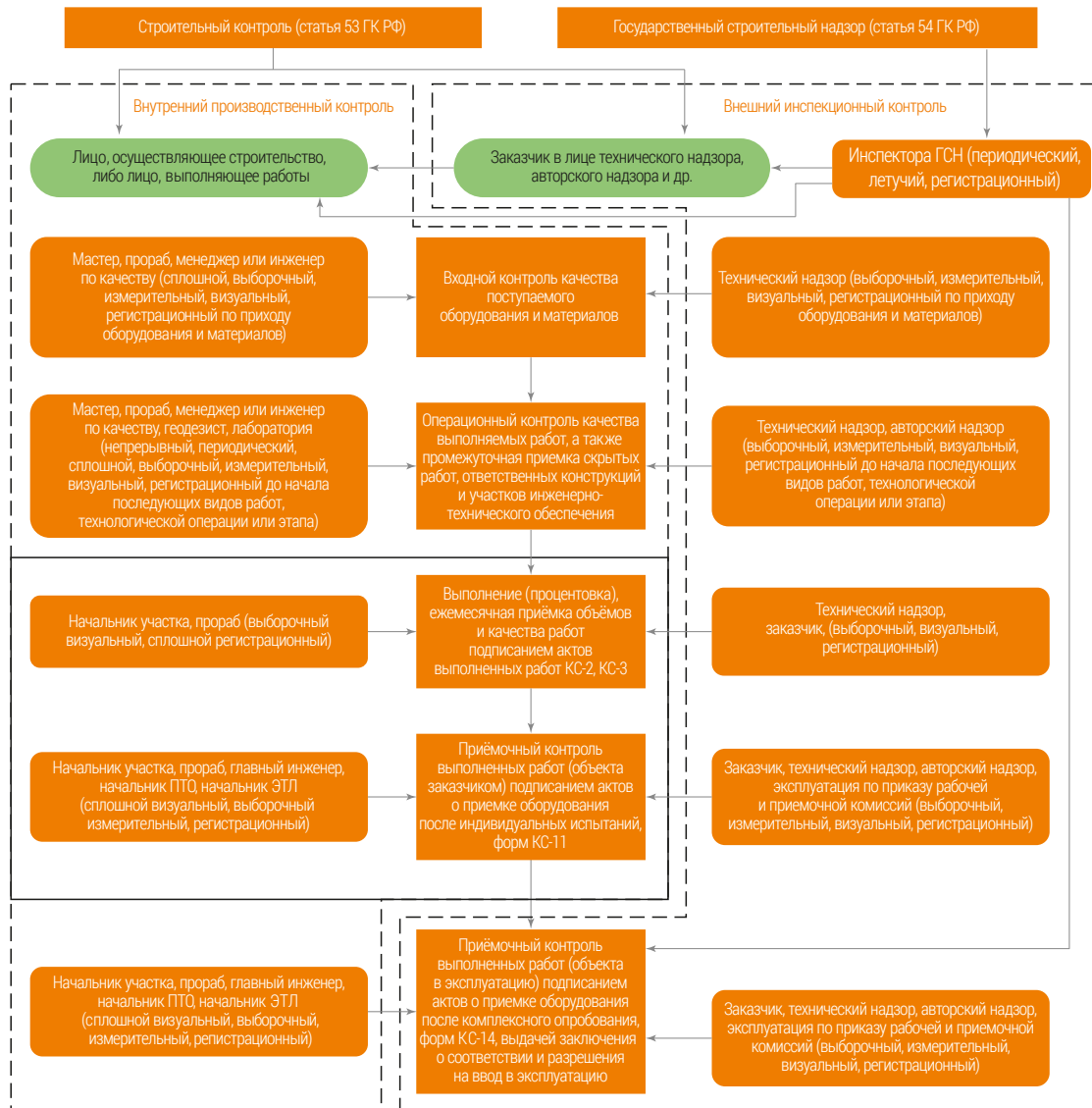


Рис. 1. Схема контроля качества в строительстве



документ, который определяет последовательность и сроки выполнения всех этапов проекта. Его соблюдение критически важно для успешного завершения строительных работ, а также для минимизации рисков, связанных с задержками и финансовыми потерями.

Фиксация выполнения работ позволяет заказчику иметь актуальную информацию о ходе строительства, выявлять возможные отклонения от плана и принимать оперативные меры для их устранения. Это также способствует повышению прозрачности среди всех участников проекта, включая подрядчиков и субподрядчиков.

Согласно статье 748 ГК РФ заказчик вправе самостоятельно осуществлять контроль и надзор за ходом и качеством выполняемых работ, соблюдением сроков их выполнения (графика) и др., он также может делегировать техническому заказчику осуществление строительного контроля. В эти работы может входить отчетность как количественных, так

и качественных показателей, предоставление документов, подтверждающих выполнение определенных этапов работ, таких как, например, акты выполненных работ, фотографии и другие материалы (см. схему на рис. 1).

Кроме того, фиксация выполнения работ может служить основой для последующего анализа и оценки эффективности работы подрядчика, а также для разрешения возможных споров, например, если закупку оборудования производил не генеральный подрядчик, а сам заказчик. Если с этим оборудованием возникнут какие-то неувязки (может отличаться от проекта), то заказчик должен принимать свое решение.

**Основные требования к составлению плано-фактического отчета для контроля хода строительства.** Минимизировать риски на всех этапах реализации проекта позволит своевременное выявление и корректировка отклонений от запланированных показателей. При этом в части основных

Компьютерное проектирование дома  
Источник: rosgosts.ru



требований к составлению ПФО (планово-фактического отчета) для контроля хода строительства следует выделить следующие:

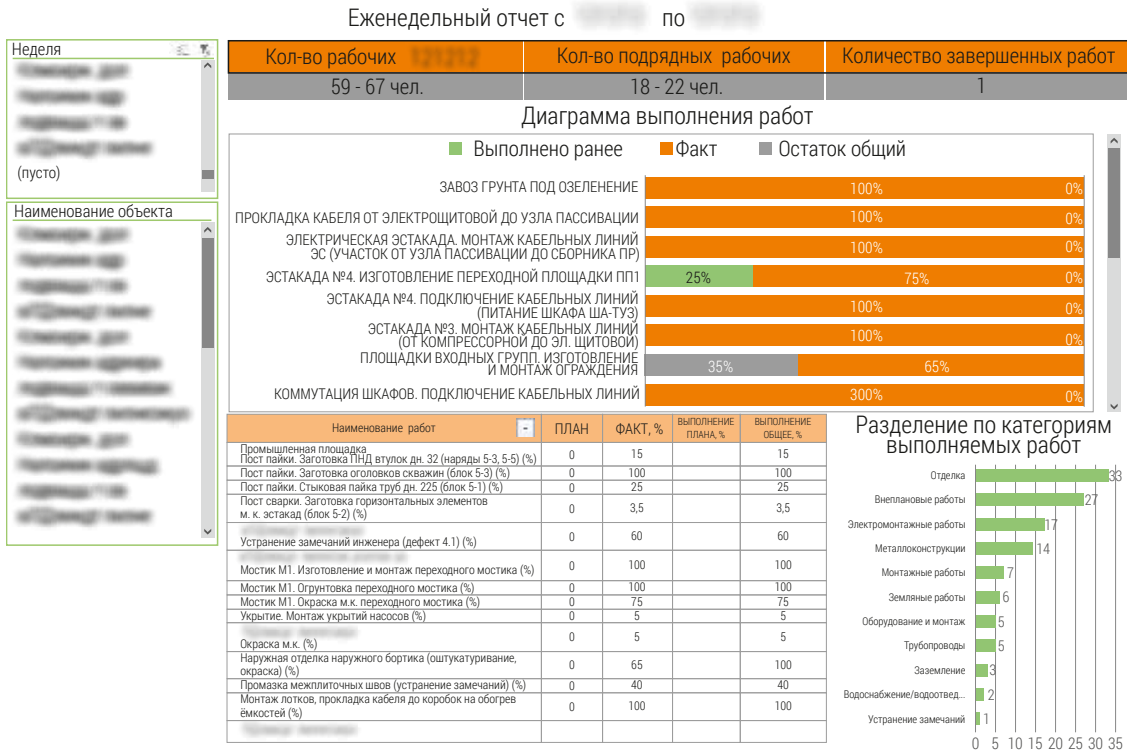
- разработка плана-графика строительства;
- сбор информации о фактически выполненных работах;
- сопоставление плана и факта выполненных работ;
- анализ отклонений;
- корректировка плана;
- предотвращение аналогичных отклонений от плана.

Стоит отдельно указать, что при план-фактном анализе отклонения не только фиксируются, но и определяются причины их возникновения, далее оперативно вносятся корректировки. Для наглядности представления данных используются различные инструменты (диаграммы Ганта, сетевые графики, графики выполнения работ и т. д., см. рис. 2).

Ключевым показателем качественно составленного плана является высокий процент выполнения проекта без отклонений от графика в рамках установленного бюджета (рис. 3).

На основе анализа отклонений вносятся необходимые корректировки в план строительства. Это может включать перераспределение ресурсов, изменение сроков выполнения работ, уточнение бюджета или внесение изменений в проектную документацию. При этом, с учетом специфики отклонений, для минимизации процента повтора подобных факторов различными специалистами (подрядчик (генподрядчик и субподрядчики), заказчик, проектировщики, и др.) разрабатываются профилактические меры, направленные на минимизацию рисков и повышение эффективности работы.

Рис. 2. Пример ежемесячного отчета хода строительства



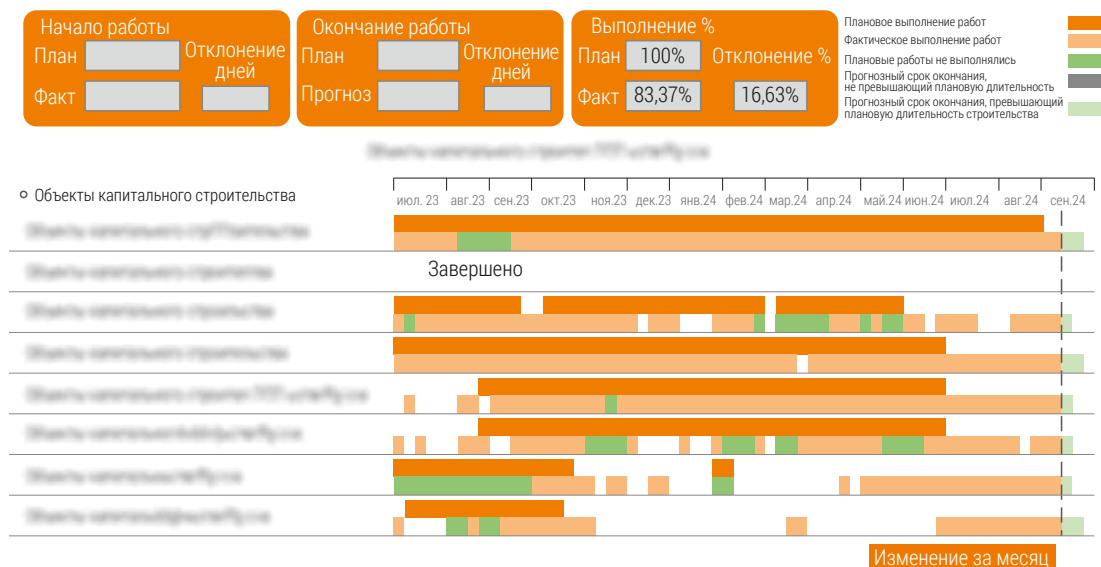


Рис. 3. Сводный график работ

**Текущие проблемы контроля хода строительства.** Контроль строительства в традиционном формате имеет много проблем, которые замедляют процессы и создают риски. Одна из ключевых трудностей – недостаточная точность и качество сбора данных. Работы по фиксации этапов строительства выполняются вручную. Специалисты обходят объект, делают записи, фотографии, затем обрабатывают информацию и создают отчеты, что занимает много времени. Если эти данные собраны некорректно, то отчеты, основанные на них, также будут неточными. Для улучшения точности и качества сбора информации необходимо обеспечить современные технологии и процессы сбора данных, а также убедиться в том, что сотрудники, выполняющие сбор данных, имеют необходимые знания и опыт.

В процессе фиксации изменений на строительной площадке тратится большая часть времени на формирование плана обхода в соответствии с перечнем работ, согласование фотоматериала и задач. Рабочие не знают, по какому маршруту им следует идти для

съемки и какие участки требуют внимания. Процесс усложняется, если фиксируют изменения специалисты с различным опытом, повышая риск путаницы. Новички, не зная особенностей площадки, могут плохо ориентироваться на местности или быть не осведомлены о каком-то перечне работ. Это ведет к усугублению проблемы координации между участниками проекта.

Для контроля и обработки информации нередко привлекаются отдельные специалисты, которым поручается вести учет, фотографировать и готовить отчеты, однако это требует дополнительных финансовых затрат на оплату их труда, а также времени на их взаимодействие с другими участниками проекта. В некоторых случаях отдельные представители могут вести свой отчет. При этом информация, в большинстве случаев, дублируется. Все эти факторы приводят к тому, что управление строительством становится дорогим, медленным и менее прозрачным. В результате возникает риск затягивания сроков и перерасхода бюджета, что особенно критично в условиях сложных или масштабных проектов.

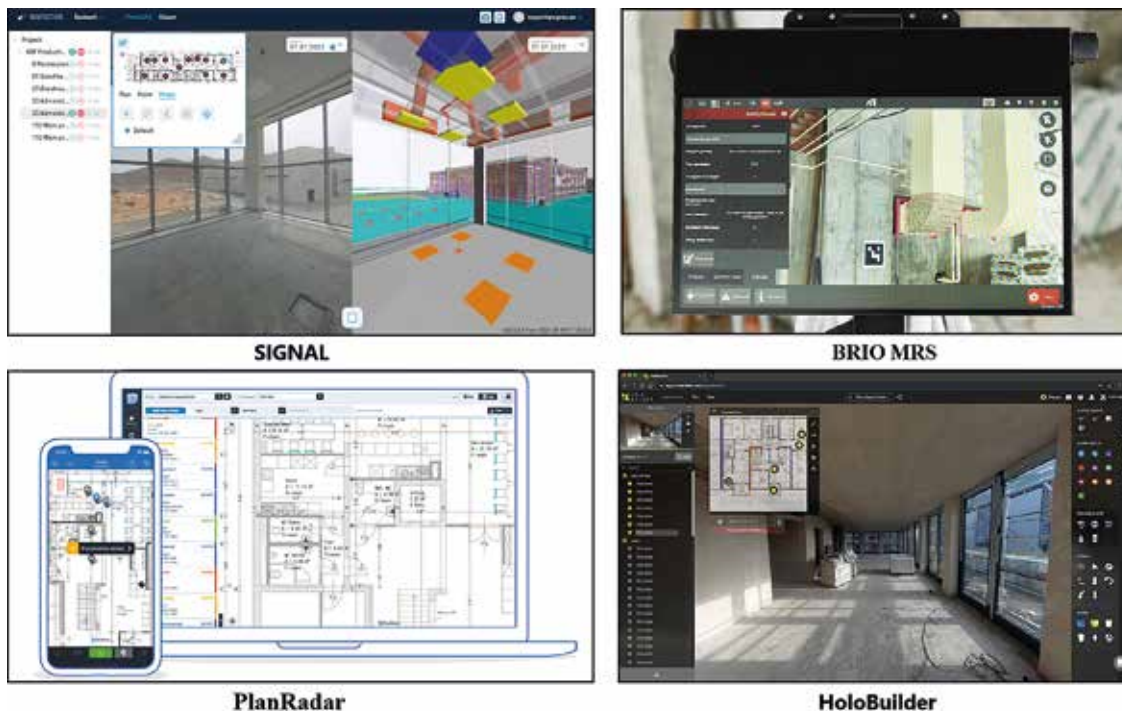


Рис. 4. ПО для ускорения процесса контроля качества хода строительства

### Инструменты плано-фактического контроля

Строительство – одна из ключевых сфер, где наблюдается активное развитие программного обеспечения. Эффективное управление строительными проектами – задача непростая, требующая слаженной работы и продуманной организации. Современные технологии предлагают различные программные инструменты для оптимизации этого процесса (рис. 4). Сравнительный анализ возможностей ПО представлен в таблице 1.

**Отечественные и зарубежные разработки для ускорения процесса контроля качества хода строительства.** На рис. 4 представлены интерфейсы ПО для ускорения процесса контроля качества хода строительства.

Цифровая платформа SIGNAL позволяет использовать BIM на всех этапах развития

проекта. Каждый отдельный сервис предлагает уникальный функционал, который при комплексном использовании закрывает все задачи по контролю качества хода строительства.

Отечественная платформа смешанной (MR) и дополненной реальности (AR) BRIO MRS в режиме реального времени позволяет специалистам взаимодействовать с ЦИМ, накладывая их на реальность с помощью трекинг-источников (оптический трекинг (SLAM), радио трекинг и инерциальный трекинг), которые объединяются с помощью запатентованного уникального доверительного алгоритма и специальных устройств, таких как MR-очки или планшеты.

Австрийская цифровая система PlanRadar применяется для комплексного управления строительными проектами на одной платформе различными участниками строительного процесса. Пользователи могут отсле-

Возможности	Программы планово-фактического контроля хода строительства			
	Отечественные		Зарубежные	
	SIGNAL	BRIO MRS	PlanRadar	HoloBuilder
Отслеживание прогресса с течением времени	Inspection	-	+	+
Ведение реестра замечаний и предписаний	Inspection	+	+	+
Выдача предписаний	Inspection	+	+	+
Планирование и постановка задач	Inspection	+	+	+
Комментирование работ по фотографиям	Inspection	+	+	+
Осуществление авторского надзора	Inspection	+	+	+
Визуализация работ на BIM-модели	Dashboard Tools	+	+	+
Контроль устранения дефектов	Inspection	+	+	+
Фильтрация данных	Docs	-	+	-
Цифровая подпись документов	Value	-	+	+
Интеграция с облачным хранилищем	+	BIM 360 Docs	+	+
Мобильное приложение	+	Выполнена на базе планшета	+	+
Сравнение чертежей для строительного контроля	Docs	-	+	-
Совместная работа над проектом	-	-	-	Microsoft Teams
Интеграция с продуктами Autodesk	BIM 360 Navisworks Revit	BIM 360	Revit	BIM 360 Navisworks Revit
Интеграция с отечественными продуктами	Через IFC	Через IFC	Через IFC	Через IFC
Фоторедактор	-	-	+	+
Формирование рабочей группы по проекту с ограниченным доступом	Docs	-	+	+
Работа в автономном режиме	+	+	+	+
Отчетность	Dashboard	+	+	+
Чтение QR-кодов и тегов NFC	+	+	+	+
Доступность технологии фото 360°	+	-	+	+
Доступность технологии MR	-	+	-	+
Доступность технологии AR	-	+	-	+
Формирование иерархического дерева проекта/проектов	Docs Inspection	-	+	+

Таблица 1. Возможности ПО для ускорения процесса контроля качества хода строительства





живать ход работ, регистрировать дефекты и изменения, обмениваться документацией и управлять задачами.

Американская платформа HoloBuilder используется для отслеживания хода строительства. С 2021 г. платформа является частью компании FARO Technologies, которая разрабатывает как аппаратные, так и программные решения для высокоточной 3D-съемки, измерения и анализа данных.

## Выводы

В заключение следует отметить важность эффективного плано-фактического контроля хода строительства на строительной площадке. В статье подробно рассмотрен процесс, а также выявлен ряд проблем, препятствующих его оптимальной организации.

Представленный обзор отечественных и зарубежных программных решений показал, что эффективность автоматизации напрямую зависит от выбора соответствующего инструментария. Некоторые программы более эффективно решают задачи оперативного мониторинга и анализа данных, обеспечивая детальную картину хода строительства и своевременное выявление отклонений от плана. Другие, напротив, фокусируются на интеграции с иными системами и управлении ресурсами, но при этом могут уступать в гибкости или функционале анализа. Выбор оптимального решения обусловлен не только функциональными возможностями, но и финансовыми ограничениями, спецификой проекта, а также актуальными политическими и экономическими реалиями, влияющими на доступность и использование тех или иных программных продуктов. Таким образом, эффективная автоматизация плано-фактического контроля – это многофакторная задача, требующая тщательного анализа и взвешенного подхода к выбору программного обеспечения, максимально соответствующего конкретным потребностям и условиям.

## DOMESTIC SOLUTIONS FOR THE AUTOMATION OF PLANNED AND ACTUAL CONTROL OF CONSTRUCTION PROGRESS

**Babchuk Vyacheslav**, postgraduate student, lecturer at the Department of Information Systems, Technologies, and Automation in Construction (ISTAS), Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research Moscow State University of Civil Engineering" (NRU MGSU). E-mail: babchuk-slava23@mail.ru

**Abstract.** The article discusses domestic solutions for the automation of planned and actual control of construction progress, which is particularly relevant in the context of the digital transformation of the construction industry. The importance of real-time monitoring of construction activities is emphasized as a means to minimize deviations from the schedule and budget. The main focus is on the automation of control processes using Industry 4.0 technologies and modern software tools. The article provides an overview of both domestic and foreign platforms, such as SIGNAL, BRIO MRS, PlanRadar, and HoloBuilder, highlighting their functional capabilities and integration with BIM systems. The challenges associated with traditional methods of control are identified, and approaches to overcoming these issues through the use of digital technologies are proposed. This approach enhances the accuracy of data collection and the transparency of project management.

**Keywords:** automation, construction control, Industry 4.0, BIM, software.

## Библиографический список:

1. Шилова Л. А., Адамцевич А. О. Интеграция цифровых технологий как ключевой фактор развития российской энергетики // Энергетическая политика. 2020. № 9 (151). С. 60–73.
2. Железнов М. М., Адамцевич Л. А. Развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта с использованием технологий информационного моделирования (BIM) и больших данных (BIG DATA): обзор // Строительство и архитектура. 2022. Т. 10. № 2. С. 61–65.
3. Железнов М., Адамцевич Л., Рыбакова А. Концепция информационного моделирования объектов железнодорожной инфраструктуры на этапах жизненного цикла // Информационные ресурсы России. 2022. № 4 (188). С. 12–23.
4. Зайцева Е. В. Центральные компоненты цифровой трансформации при реализации бизнес-стратегии предприятия по добыче и переработке нерудных строительных материалов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 6. С. 67–80.
5. Баулин А. В., Перунов А. С. Особенности и основные требования к осуществлению строительного контроля со стороны организации, осуществляющей строительство // Вестник Евразийской науки. 2020. № 2 (доступ свободный).
6. Сиргалин Р. Р., Эльштейн А. М. Повышение качества строительного контроля на основе технологий BIM // Системные технологии. 2022. № 4 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/h/povyshenie-kachestva-stroitel'nogo-kontrolya-na-osnove-tehnologiy-bim> (дата обращения: 16.11.2024).
7. Мамаев А. Е., Шарманов В. В., Золотова Ю. С., Свинцицкий В. А., Горюнок Г. С. Прикладное применение BIM-модели здания для контроля инвестиционно-строительного проекта // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1–3.
8. Бердыев М., Оразова Т., Артыкова Г. Строительные проекты: организация, управление и современные подходы // Вестник науки. 2024. № 11 (80).
9. Тускаева З. Р., Албегов З. В. Осуществление строительного контроля с применением технологий информационного моделирования зданий и виртуальной реальности // ИВД. 2021. № 2 (74).
10. Волков А. А., Шилова Л. А. Обеспечение устойчивости объектов жизнеобеспечения в условиях возникновения чрезвычайной ситуации // Вестник МГСУ. 2014. № 4. С. 107–115.
11. Адамцевич Л. А., Сорокин И. В., Настычук А. В. Перспективные в условиях цифровой трансформации строительной отрасли технологии Индустрии 4.0 // Строительство и архитектура. 2022. Т. 10. № 4. С. 101–105.
12. Харисов И., Кислухин А., Сайфутдинов Д., Гатауллин Р., Гинзбург А., Железнов М., Адамцевич Л. Разработка платформы дополненной и смешанной реальности для технологического контроля строительства // Информационные ресурсы России. 2022. № 5–6 (189). С. 48–54.

## Bibliography:

1. Shilova, L.A., Adamtsevich, A.O. Integration of digital technologies as a key factor in the development of Russian energy // Energy Policy. 2020. No. 9 (151). pp. 60–73.
2. Zheleznov, M.M., Adamtsevich, L.A. Development of railway transport infrastructure using building information modeling (BIM) and big data (BIG DATA): a review // Construction and Architecture. 2022. Vol. 10. No. 2. pp. 61–65.
3. Zheleznov, M., Adamtsevich, L., Rybakova, A. The concept of information modeling of railway infrastructure objects at life cycle stages // Information Resources of Russia. 2022. No. 4 (188). pp. 12–23.
4. Zaitseva, E.V. Central components of digital transformation in the implementation of the business strategy of an enterprise for the extraction and processing of non-metallic construction materials // Mining Information and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal). 2023. No. 6. pp. 67–80.
5. Baulin, A.V., Perunov, A.S. Features and basic requirements for the implementation of construction control by the organization carrying out construction // Bulletin of Eurasian Science. 2020, No. 2 (open access).
6. Sirgalin, R.R., Elsheikh, A.M. Improvement of construction control quality based on bim technologies // System Technologies. 2022. No. 4 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/h/povyshenie-kachestva-stroitel'nogo-kontrolya-na-osnove-tehnologiy-bim> (accessed: 16.11.2024).
7. Mamaev, A.E., Sharmanov, V.V., Zolotova, Yu.S., Svintsitsky, V.A., Gorodnyuk, G.S. Applied use of a BIM model of a building for monitoring an investment and construction project // Current Problems of the Humanities and Natural Sciences. 2016. No. 1–3.
8. Berdyev, M., Orazova, T., Artykova, G. Construction projects: organization, management, and modern approaches // Bulletin of Science. 2024. No. 11 (80).
9. Tuskava, Z.R., Albegov, Z.V. Implementation of construction control using building information modeling (BIM) and virtual reality technologies // IVD. 2021. No. 2 (74).
10. Volkov, A.A., Shilova, L.A. Ensuring the stability of life-supporting facilities in the event of an emergency // Bulletin of NRU MGSU. 2014. No. 4. pp. 107–115.
11. Adamtsevich, L.A., Sorokin, I.V., Nastychuk, A.V. Promising Industry 4.0 technologies in the context of the digital transformation of the construction industry // Construction and Architecture. 2022. Vol. 10. No. 4. pp. 101–105.
12. Kharisov, I., Kislukhin, A., Saifutdinov, D., Gataullin, R., Ginzburg, A., Zheleznov, M., Adamtsevich, L. Development of an augmented and mixed reality platform for technological control of construction // Information Resources of Russia. 2022. No. 5–6 (189). pp. 48–54.



УДК 338.27:69:004

DOI 10.52815/0204-3653\_2024\_5200\_30  
EDN: NFUYCX

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

*Аннотация. В статье рассматривается проблема эффективности управления строительными объектами, выявления и устранения многих узких мест с использованием цифровых технологий. Основная гипотеза заключается в том, что внедрение информационных технологий, таких как BIM-моделирование, системы мониторинга строительных процессов и платформы управления проектами, приводит к значительному снижению временных и ресурсных затрат, улучшению качества выполненных работ и упрощению координации участников. В статье отражены результаты использования таких технологий. Благодаря им значительно сокращается использование ресурсов и времени, увеличивается эффективность. Выводы подтверждают, что цифровизация управленческих процессов является ключевым фактором повышения эффективности строительных проектов.*

**Ганжуров Евгений**  
Студент бакалавриата ИЦТМС,  
НИУ МГСУ  
E-mail: 23032014g@gmail.com

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

Источник: nathangwaters / unsplash.com

## Ключевые слова:

информационные технологии, строительство, управление проектами, цифровизация, BIM-моделирование.

## Введение

В современном мире без использования информационных систем и технологий не обходится ни одна сфера промышленности. Они окружают нас повсюду: от чтения литературы до запуска ракет в космос. Строительная отрасль также активно внедряет цифровые системы управления и анализа. По данным исследований [15–19, 30–31], применение цифровых систем повышает эффективность реализации строительных проектов более чем на 30% в различных этапах. По данным Минстроя РФ, за последние 3 года 87 регионов подключились к цифровой системе управления инвестиционно-строительными проектами, 85 субъектов России работают в государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности, а 82 региона внедрили единую цифровую платформу экспертизы [1]. Бесспорно, была проведена колоссальная работа по внедрению таких систем, однако многие используемые при этом методы и решения требуют доработок. Этим и будут заниматься специалисты в ближайшие годы, ведь как утверждает заместитель председателя Правительства Российской Федерации Марат Хуснуллин: «Утверждена Стратегия развития строительной отрасли и ЖКХ до 2030 г., в которой

цифровой трансформации посвящен отдельный раздел. Среди поставленных задач – обеспечение внедрения конкурентоспособного российского ПО при реализации мероприятий по цифровизации» [2]. Проведем обзор текущего состояния уровня цифровизации строительной отрасли.

## Информационные технологии в строительных процессах

Наиболее распространенная цифровая система, применяемая сейчас, это BIM-моделирование (Building Information Model) [3]. На данный момент этот инструмент является не просто альтернативным вариантом, а действующим стандартом, признанным в строительной отрасли. Благодаря BIM технологии создаются цифровые двойники объектов, которые способны обеспечить точное планирование всех аспектов строительства, начиная от геометрии объекта и заканчивая его стоимостью. Стоит отметить и тот факт, что с появлением информационных моделей снизилось количество ошибок на этапе проектирования. На 2024 г. лидерами среди программ для информационного моделирования зданий в России являются платформы, представленные в таблице 1.

Важным этапом строительства любых объектов явля-

**Умные датчики дополняют систему контроля, они собирают полученные данные в единую «воронку», позволяющую отслеживать ход строительства в реальном времени**

<b>Renga [4]</b>	Российский продукт, который вобрал в себя все отечественные стандарты, что позволяет без проблем создавать проектную документацию, практически не прибегая к использованию дополнительных плагин и дополнений. Именно эта программа все шире и шире используется в проектировании инженерных сетей и архитектурных объектов
<b>Model Studio CS [5]</b>	Так же российская платформа, более других ориентированная на работу в соответствии с нормативами РФ. Стоит отметить и добросовестную реализацию интеграции с другими продуктами проектной ниши
<b>NanoCAD [6]</b>	Одним из современных российских решений для информационного моделирования зданий (BIM) является NanoCAD «Модель здания», разработанный компанией «Нанософт». NanoCAD адаптирован под российские нормы и стандарты, включая ГОСТ и СНиП, что делает его особенно удобным для применения в отечественной строительной отрасли. Программа поддерживает обмен данными в популярных форматах IFC и DWG, что упрощает интеграцию с другими системами

Таблица 1. Российские платформы для информационного моделирования

Показатель	Технология	Эффект
Временные затраты	BIM-моделирование [15]	Снижение временных затрат на 20–30%
	Мониторинг строительных процессов через IoT-устройства [16]	Сокращение времени выполнения задач на 15–20%
Ресурсные затраты	BIM-моделирование [15]	Снижает расходы на строительство в среднем на 10–20% за счет точного расчета использования ресурсов
	ИИ-алгоритмы [17]	Применение алгоритмов ярче всего показало себя в оптимизации логистических задач и показывает результат в 5–15% снижения затрат на объекте
Качество выполненных работ	BIM-моделирование [18]	Система дает возможность увеличить качество работ до 30%, снижая вероятность коллизий и дефектов в работе
	Мониторинг с использованием датчиков [19]	Улучшает соблюдение стандартов безопасности и качества до 25% за счёт возможности своевременного реагирования на выявленные алгоритмами проблемы

Таблица 2. Показатели эффективности информационных технологий в строительных процессах



ется мониторинг производственных процессов. Основной задачей при управлении такими процессами является выявление ошибок в георазведке. Такие ошибки приводят к перерасходу бюджета, срывам сроков и даже наложению запрета на ввод объекта в эксплуатацию. Отследить такие ошибки помогают цифровые системы управления. Их инструментами стали различного рода датчики, IoT-устройства (internet of things) [7], георадары и дроны. Такие технологии позволяют на различных этапах изысканий и непосредственно строительства довольно быстро собирать важные и точные геоданные, что дает возможность заложить в проект верные технические решения, снижая риски допустить ошибки в расчетах до минимума и своевременно принять меры по устранению проблемных зон. Технологии позволяют выполнять сложные исследования территорий, делая эти исследования безопасными и не трудозатратными, о чем сообщает в своей статье «Цифровизация строительства» один из крупнейших технологических игроков этого бизнеса – компания IBS [8]: «Еще одно их преимущество – возможность безопасно изучить труднодоступные территории. Современные георадары позволяют без бурения получить данные о составе почвы и рассчитать места и глубину установки свай, а фотограмметрия помогает создавать детализированные 3D-модели поверхности» [9].

Умные датчики дополняют систему контроля, они собирают полученные данные в единую «воронку», формируя сеть, позволяющую отслеживать ход строительства в реальном времени. Например, фиксировать вибрации, температуру и влажность воздуха, на основе этих данных создается отчет оценки качества выполненных работ и соблюдения нормативов.

Новым трендом цифровизации строительства является использование искусственного интеллекта. В строительной сфере уровень внедрения таких систем пока низкий, тем не менее, развитие этого направления идет полным ходом. Попытки использования систем ИИ ведутся по са-

мым разным направлениям. Так, например, компания АО «Сбербанк» [10] использовала ИИ в принятии решений по финансированию жилой недвижимости [11]. Технология проходит сейчас стадию тестирования и пока требует доработки, однако результаты уже довольно хорошие. Еще одной российской разработкой является сервис компании «Дом.РФ» [12], с помощью которого можно оценить не только перспективность площадки под строительство, но и ликвидность проекта с анализом примерных цен на жилье. По оценкам компании, в результате себестоимость строительства может снизиться на 7–10% [13].

Строительство энергетических объектов часто происходит в тяжелых климатических условиях и географически удаленных местах. Стоимость ошибки в таких условиях возрастает в разы – и здесь на помощь приходят системы искусственного интеллекта. Одним из самых сложных на данный момент проектов с использованием ИИ и роботизированных технологий является строительство дамбы Янцью на Тибетском нагорье, в котором человек будет заниматься лишь производством первичного сырья. При удачной реализации проект не только войдет в книгу рекордов Гиннеса как самая высокая или крупнейшая структура, созданная при помощи 3D-принтеров [14], но и, бесспорно, навсегда изменит взгляд на строительство в области энергетики.

Информационные технологии все больше и больше превращают строительную площадку в высокотехнологичное пространство, где все процессы оптимизированы и взаимосвязаны, строительство ведется быстрее, безопаснее и дешевле. В таблице 2 представлены наиболее значимые показатели эффективности строительства при помощи цифровых платформ.

Все представленные данные взяты из статей по исследованию внедрения инновационных технологий в области строительства. Они позволяют сформировать общее представление о важности, эффективности и прогрессивности сферы.



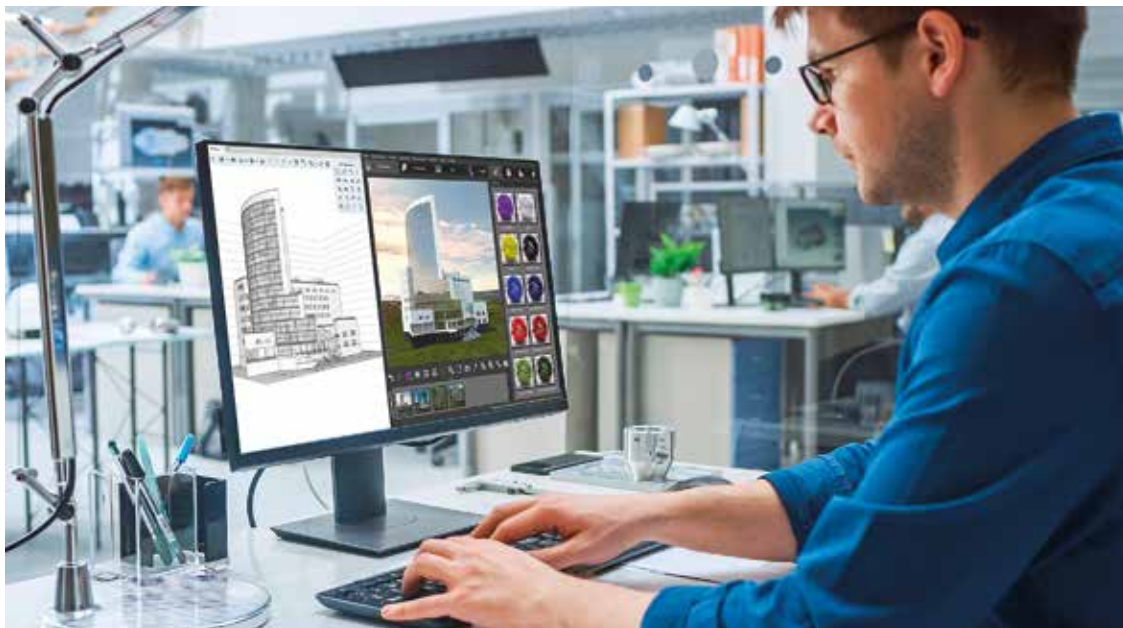
## Цифровизация системы управления проектами

Цифровая система управления проектами (СУП) – это результат внедрения цифровых технологий и инструментов в процесс управления проектом на протяжении всего его жизненного цикла. Подобная система затрагивает сферы планирования и взаимодействия участников строительства, повышая их эффективность и управляемость. В первую очередь цифровизация коснулась платформ по контролю проекта. Было внедрено немало платформ, одной из самых популярных стала «1С: Управление строительной организацией 2» [20]. Программный продукт предназначен для автоматизации любых направлений строительной деятельности, любого вида проектов: от объектов гражданского назначения до объектов гидротехнического назначения. Вторая версия этого продукта, по сравнению с первой редакцией, была дополнена управлением инвестиционной, сметной деятельностью, автотранспортом, недвижимостью и другими подсистемами.

В любой сфере бизнеса главенствующим вопросом является автоматизация финансовых процессов. Это касается оптимизации как бюджетов и затрат, так и бухгалтерского учета и отчетности. Одним из лучших сервисов управления в данном контексте стал проект «Контур.Бухгалтерия» [21] и «1С: Управление строительной организацией 2». Рассмотрим подробнее ПО «Контур». Это сервис для ведения бухгалтерского учета, который позволяет довольно просто и удобно рассчитать заработную плату сотрудников, их отпускные или больничные, а также подготовить все сопутствующие отчетности. Как заявляют производители, бизнес получит все необходимое для ведения учета, проведения расчетов и отправки отчетов в едином окне [22].

Финансовые процессы всегда сопровождаются большим объемом документации, как и ведение проекта в целом. Потому и в этой области прошел масштабный апгрейд системы управления документами,

Сверка с проектом строительства  
Источник: ArturVerkhovetskiy / depositphotos.com



Компьютерное моделирование объекта строительства  
Источник: Gorodenkoff / depositphotos.com

это дало возможность систематизировать, хранить и быстро обрабатывать большие объемы документации. В первую очередь это касается замены бумажных носителей электронным документооборотом (ЭДО). Это позволяет снизить время на создание, согласование, обработку, хранение и поиск информации по проекту, а также интегрировать с государственными системами контроля, например, с Единой государственной информационной системой (ЕГИС) [23]. Стало доступно отслеживание версий документов, метаданных документов (информация об авторе, изменениях, датах и целях), мониторинг соблюдения требований ГОСТов и СНиПов. Процессы стали удобнее, быстрее и точнее. Лидером в этом аспекте является цифровое решение для управления бизнес-процессами и документами Directum [24]. Это универсальная система ЭДО, поддерживающая в себе юридически значимые электронные подписи, автоматизацию маршрутов согла-

сования документов, а также интеграцию с уже известным сервисом 1С.

Координировать в строительстве необходимо не только документы, но и участников. В этом строителям на помощь пришли цифровые платформы, предоставляющие единое информационное пространство, позволяющее координировать участников для совместной работы: делегирование задач в реальном времени, использование общедоступной среды данных, интегрирование с графиками работ и бюджетами. Например, программа «PlanRadar» [25] – единая платформа для всего жизненного цикла здания. Это приложение довольно многофункционально, отличается своей простотой отслеживания прогресса задач, обмена данными для точного производства работ, может использоваться даже на строительной площадке в режиме офлайн, собранная информация синхронизируется и обновляется при подключении к сети [26].



Технология	Эффект	Показатель
<b>Сервисы по оптимизации документооборота</b> [30]	Скорость работы с документами показало снижение времени	Обработка и поиск документов совершается быстрее на 40–60%.
<b>Внедрение управления рисками</b> [31]	Снижение потерь от реализованных рисков	Потери снижаются на 15–30%, благодаря прогнозированию и планированию
	Увеличение прозрачности процессов и снижение человеческого фактора	Дает эффективность в 20–40%
<b>Координация участников</b> [30]	Использование платформ, таких как PlanRadar	Увеличивает скорость коммуникации между участниками на 30% за счёт реального времени работы с данными
	Улучшение совместного использования задачами	Снижается количество несогласованностей на 20%
	Доступность информации	Мобильные решения обеспечивают доступ так, что это увеличивает оперативность принятия решений на 25%

Таблица 3. Показатели эффективности цифровизации системы управления проектами

Любой проект связан с рисками, а это значит, что ими необходимо тоже управлять. Современные системы помогают идентифицировать, оценивать и минимизировать потенциальные риски, которые могут оказать серьезное влияние на проект в целом, увеличить сроки и бюджет, ухудшить качество работ. Наиболее популярным на 2024 г. ресурсом по управлению рисками является Primavera Risk Analysis (Oracle) [27]. Программа позволяет подготовить решения для комплексного анализа проектных рисков. Особенности являются прогнозирование рисков, возможность моделирования ситуаций по типу «что – если?», это помогает сымитировать возможные исходы и последствия, позволяет широко использовать сервис в крупных инфраструктурных проектах.

Нельзя забывать про один из главных элементов управления любым проектом – аналитику данных. Это не только оценка текущего состояния и прогнозирование возможных проблем, но и оптимизация ресурсов, направленная на удобное и скорое достижение поставленных целей. Задачи, решаемые такими системами: мониторинг ключевых показателей, он же KPI (Key Performance Indicator) [28]; управление ре-

сурсами; прогнозирование рисков; отчетность и принятие решений. Помочь в этом направлении может программа «Компас» (ПК «Лири Софт») [29]. Сервис отличается своей актуальностью среди конкурентов, имеет добротную экспертную поддержку, дает оперативные ответы на все вопросы пользователей. А главное – программа позволяет пройти бесплатное обучение по выполнению расчетов.

Приведём количественные данные, подтвержденные источниками и сделаем выводы о значении таких систем в таблице 3.

Эти цифры показывают, что СУП не только оправдывают инвестиции, но и значительно повышают конкурентоспособность компаний, внедривших такие технологии.

## Заключение

За последнее десятилетие применение информационных технологий в строительной сфере Российской Федерации привело к значительному росту эффективности и качеству выполнения проектов. Одним из наиболее заметных достижений стало широкое внедрение инновационных технологий информационного моделирования, которое позволило снизить затраты

на проектирование и строительство. Благодаря точным цифровым моделям удалось минимизировать проектные ошибки и оптимизировать процесс управления изменениями, что также способствует сокращению времени проектирования.

Автоматизация управления проектами и финансовыми процессами сыграла ключевую роль в повышении прозрачности и скорости принятия решений. Программные продукты значительно уменьшили трудозатраты на составление бюджета, ведение бухгалтерского учета и отчетности, сокращая время. Переход к ЭДО ускорил обработку и согласование документов в несколько раз, что позволило не только упростить соблюдение нормативных требований, но и улучшить интеграцию с государственными системами контроля.

Системы координации участников позволили оптимизировать взаимодействие команд, снизив количество срывов сроков в работе. Возможность мониторинга и управления в реальном времени повысила качество выполнения задач, сократив вероятность несогласованностей. Использование искусственного интеллекта и аналитических инструментов стало важным шагом в управлении проектами. Они позволили значительно улучшить прогнозирование и управление рисками, уменьшив вероятность перерасхода бюджета и срыва сроков. Те же аналитические платформы помогли эффективно распределять ресурсы.

В результате всех этих достижений средняя эффективность строительных процессов за последние 10 лет выросла на 30–50%. Это подтверждает значимость цифровизации как основного драйвера трансформации отрасли, способного не только ускорить работу, но и обеспечить устойчивое развитие строительного сектора. Работы все еще ведутся, и с каждым годом строительная сфера становится все больше автоматизированной, что задает положительный темп в развитии инфраструктуры в нашей стране.





## INFORMATION TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT ON MODERN CONSTRUCTION PROCESSES AND PROJECT MANAGEMENT

**Ganjurov Evgeniy**, Undergraduate student at the Institute of Digital Technologies and Construction Modeling, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research Moscow State University of Civil Engineering". E-mail: 23032014g@gmail.com

**Ivanov Nikolay**, Ph. D. in Engineering, Associate Professor, Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research Moscow State University of Civil Engineering". E-mail: IvanovNA@mgsu.ru

**Abstract.** The construction industry has faced numerous problematic aspects for many years, with only minor changes being made. However, in today's era of digitalization, this field has received significant attention, leading to considerable transformations. This article addresses the issue of improving the efficiency of managing construction projects and sites while eliminating bottlenecks through the use of digital technologies. The central hypothesis is that implementing information technologies, such as BIM modeling, construction process monitoring systems, and project management platforms, leads to significant reductions in time and resource expenditures, enhances the quality of completed work, and simplifies participant coordination. The article presents the results of using these technologies, demonstrating substantial resource and time savings and increased efficiency. The findings confirm that the digitalization of management processes is a key factor in improving the efficiency of construction projects.

**Keywords:** information technologies, construction, project management, digitalization, BIM modeling.

### Библиографический список

1. Минстрой России. Стратегическая сессия Минстроя России по вопросам цифрового строительства собрала в Омске более 400 представителей отрасли из 60 регионов [Электронный ресурс] // minstroyrf.ru. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/strategicheskaya-sessiya-minstroya-rossii-povoprosam-tsifrovogo-stroitelstva-sobrala-v-omske-bole-/> (дата обращения: 18.10.2024).
2. Минстрой России. Вопросы цифрового развития строительной отрасли обсудили на Четвертом объединенном евразийском конгрессе «ТИМ-сообщество. Люди. Технологии. Стратегия» [Электронный ресурс] // minstroyrf.ru. – URL: <https://minstroyrf.ru/press/voprosy-tsifrovogo-razvitiya-stroitelnoy-otrasli-obsudili-na-chetvertom-obedinennom-evraziyskom-kong/> (дата обращения: 18.10.2024).
3. Павел @MagicHappens. Концепция BIM-проектирования: история, преимущества, сложности внедрения [Электронный ресурс] // habr.com. – URL: <https://habr.com/ru/companies/first/articles/714052/> (дата обращения: 22.10.2024).
4. Renga – российская BIM-система для комплексного проектирования [Электронный ресурс] // rengabim.com. – URL: <https://rengabim.com> (дата обращения: \*\*10.2024).
5. Model Studio CS – комплексная система информационного моделирования и 3D-проектирования [Электронный ресурс] // modelstudiocs.ru. – URL: <https://modelstudiocs.ru> (дата обращения: 22.10.2024).
6. Нанософт. Российское инженерное ПО. САПР. ТИМ. СОД [Электронный ресурс] // nanocad.ru. – URL: <https://www.nanocad.ru/company/> (дата обращения: 25.11.2024).
7. OTUS @MaxRokatansky. Что такое IoT и что о нем следует знать? [Электронный ресурс] // habr.com. – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/549550/> (дата обращения: 28.10.2024).
8. IBS победила в голосовании TAdviser «Лучший работодатель среди крупнейших ИТ-компаний» [Электронный ресурс] // ibs.ru. – URL: <https://ibs.ru/media/ibs-pobedila-v-golosovanii-tadviser-luchshiy-rabotodatel-sredikрупnyeyshikh-it-kompaniy/> (дата обращения: 28.10.2024).
9. Цифровизация строительства [Электронный ресурс] // ibs.ru. – URL: <https://ibs.ru/media/tsifrovizatsiya-stroitelstva/> (дата обращения: 28.10.2024).
10. Корпоративная информация о Сбербанке [Электронный ресурс] // sberbank.com. – URL: <https://www.sberbank.com/ru> (дата обращения: 28.10.2024).
11. Попов Анатолий. Сбербанк профинансировал строительство с применением ИИ [Электронный ресурс] // ria.ru. – URL: <https://realty.ria.ru/20241113/sberbank-1983518272.html> (дата обращения: 06.11.2024).
12. ДОМ.РФ [Электронный ресурс] // дом.рф. – URL: <https://xn--d1aqfxn-plai/> (дата обращения: 06.11.2024).
13. Густова Наталия. Строительство жилья в России будет оценивать искусственный интеллект [Электронный ресурс] // rbc.ru. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/62e28ac19a7947bef9dd1aa4> (дата обращения: 25.11.2024).
14. Все о стройке. В Китае решили возвести огромную дамбу, строительством которой управляет ИИ [Электронный ресурс] // всеостройке.рф. – URL: <https://xn--b1agapfwapgd.xn--plai/v-kitae-reshili-vozvesti-ogromnyu-dambu-stroitelstvom-kotoroj-upravlyayet-ii/> (дата обращения: 07.11.2024).
15. Благодаря BIM девелоперы экономят до 30% вложенных средств, а рост прибыли составляет до 43% [Электронный ресурс] // novostroy-m.ru. – URL: [https://www.novostroy-m.ru/intervyu/blagodarya\\_bim\\_developery\\_ekonomyat](https://www.novostroy-m.ru/intervyu/blagodarya_bim_developery_ekonomyat) (дата обращения: 12.11.2024).
16. СОФИОТ. 30 примеров применения технологий Интернета вещей (IoT) [Электронный ресурс] // sofiof.ru. – URL: <https://sofiof.ru/blog/poleznye-materialy-iot/30-primerov-primeneniya-tehnologiy-interneta-veshchey-iot/> (дата обращения: 12.11.2024).
17. Интернет вещей, IoT, M2M, рынок России [Электронный ресурс] // tadviser.ru. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%> (дата обращения: 13.11.2024).
18. BIM-проектирование [Электронный ресурс] // krgp.ru. – URL: <https://krgp.ru/bim> (дата обращения: 13.11.2024).
19. Использование датчиков и IoT-технологий в строительстве [Электронный ресурс] // gectaro.com. – URL: <https://gectaro.com/blog/tpost/cmh52u98t1-ispolzovanie-datchikov-i-iot-tehnologii/> (дата обращения: 13.11.2024).
20. IC. ERP «Управление строительной организацией 2» [Электронный ресурс] // ic.ru. – URL: <https://solutions.ic.ru/catalog/uso2/features> (дата обращения: 17.11.2024).
21. «Бухгалтерия» и «Экстерн» объединились [Электронный ресурс] // b-kontur.ru. – URL: <https://www.b-kontur.ru/> (дата обращения: 17.11.2024).
22. Редакция Bankiros.ru. Бухгалтерия от компании «Контур»: обзор сервиса [Электронный ресурс] // bankiros.ru. – URL: <https://bankiros.ru/wiki/term/buhgalteriya-ot-kompanii-kontur-obzor-servisa/> (дата обращения: 18.11.2024).
23. Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения [Электронный ресурс] // egisz.rosminzdrav.ru. – URL: <https://egisz.rosminzdrav.ru/> (дата обращения: 19.11.2024).
24. Цифровые решения для управления бизнес-процессами и документами [Электронный ресурс] // directum.ru. – URL: <https://www.directum.ru/> (дата обращения: 19.11.2024).
25. Платформа для строительства, управления строительными объектами и недвижимостью [Электронный ресурс] // planradar.com. – URL: <https://www.planradar.com/ru/> (дата обращения: 25.11.2024).
26. Обзор продукта: Цифровой стройконтроль с PlanRadар [Электронный ресурс] // proptech.media. – URL: <https://www.proptech.media/articles/>

- tpost/she8czmszl-obzor-produkta-tsifrovoi-stroikontrol-s (дата обращения: 19.11.2024).
27. О продукте [Электронный ресурс] // pmssoft.ru. – URL: <https://www.pmssoft.ru/pr/> (дата обращения: 19.11.2024).
  28. Блог компании. Что такое KPIs и почему они важны для бизнеса? [Электронный ресурс] // 3itech.ru. – URL: [https://3itech.ru/what\\_is\\_kpi](https://3itech.ru/what_is_kpi) (дата обращения: 20.11.2024).
  29. Программный комплекс для расчёта строительных конструкций [Электронный ресурс] // lira-soft.com. – URL: <https://lira-soft.com/lira-10/> (дата обращения: 20.11.2024).
  30. Илюхин Иван. От хаоса к порядку: почему вашему бизнесу пора перейти на СЭД? [Электронный ресурс] // adesk.ru. – URL: <https://adesk.ru/blog/ot-khaosa-k-poriadku-pochemu-vashemu-biznesu-pora-pereiti-na-sed/> (дата обращения: 20.11.2024).
  31. Ефремов Алексей. СЭД: 10 лучших систем электронного документооборота для бизнеса в России [Электронный ресурс] // neiros.ru. – URL: <https://neiros.ru/blog/business/sed-10-luchshikh-sistem-elektronnogo-dokumentooborota-dlya-biznesa-v-rossii/> (дата обращения: 20.11.2024).

## Bibliography:

1. Ministry of Construction of Russia. Strategic session of the Ministry of Construction of Russia on digital construction gathered more than 400 industry representatives from 60 regions in Omsk [Electronic resource] // minstroyrf.ru. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/strategicheskaya-sessiya-minstroya-rossii-po-voprosam-tsifrovogo-stroitelstva-sobrala-v-omske-bolee-/> (accessed: 18.10.2024).
2. Ministry of Construction of Russia. Issues of digital development of the construction industry discussed at the Fourth Unified Eurasian Congress «BIM Community. People. Technologies. Strategy» [Electronic resource] // minstroyrf.ru. – URL: <https://minstroyrf.ru/press/voprosy-tsifrovogo-razvitiya-stroitelnoy-otrasli-obsudili-na-chetvertom-obedinennom-evraziyskom-kong/> (accessed: 18.10.2024).
3. Pavel @MagicHappens. The concept of BIM design: history, advantages, and implementation challenges [Electronic resource] // habr.com. – URL: <https://habr.com/ru/companies/first/articles/714052/> (accessed: 22.10.2024).
4. Renga – Russian BIM system for integrated design [Electronic resource] // rengabim.com. – URL: <https://rengabim.com> (accessed: \*\*10.2024).
5. Model Studio CS — comprehensive information modeling and 3D design system [Electronic resource] // modelstudiocs.ru. – URL: <https://modelstudiocs.ru> (accessed: 22.10.2024).
6. Nanosoft. Russian engineering software. CAD. BIM. CDE [Electronic resource] // nanocad.ru. – URL: <https://www.nanocad.ru/company/> (accessed: 25.11.2024).
7. OTUS @MaxRokatansky. What is IoT and what should you know about it [Electronic resource] // habr.com. – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/549550/> (accessed: 28.10.2024).
8. IBS wins TAdviser vote for «Best Employer among Major IT Companies» [Electronic resource] // ibs.ru. – URL: <https://ibs.ru/media/ibs-pobedila-v-golosovanii-tadviser-luchshiy-rabotodatel-sredi-krupneyshikh-it-kompaniy/> (accessed: 28.10.2024).
9. Digitalization of construction [Electronic resource] // ibs.ru. – URL: <https://ibs.ru/media/tsifrovizatsiya-stroitelstva/> (accessed: 28.10.2024).
10. Corporate information about Sberbank [Electronic resource] // sberbank.com. – URL: <https://www.sberbank.com/ru> (accessed: 28.10.2024).
11. Anatoliy Popov. Sberbank funded construction using AI [Electronic resource] // ria.ru. – URL: <https://realty.ria.ru/20241113/sberbank-1983518272.html> (accessed: 06.11.2024).
12. DOM.RF [Electronic resource] // дом.рф. – URL: <https://xn--dlaqf.xn--plai/> (accessed: 06.11.2024).
13. Natalia Custova. Housing construction in Russia to be evaluated by artificial intelligence [Electronic resource] // rbc.ru. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/62e28ac19a7947bef9dd1aa4> (accessed: 25.11.2024).
14. All about construction. China decides to build a massive dam managed by AI [Electronic resource] // всестройке.рф. – URL: <https://xn--blagapfwapgc.xn--plai/v-kitae-reshili-vozvesti-ogromnyu-dambu-stroitelstvom-kotoroj-uvpravyaet-ii/> (accessed: 07.11.2024).
15. Thanks to BIM, developers save up to 30% of investments, with profit growth reaching 43% [Electronic resource] // novostroy-m.ru. – URL: [https://www.novostroy-m.ru/intervyu/blagodarya\\_bim\\_developery\\_ekonomyat](https://www.novostroy-m.ru/intervyu/blagodarya_bim_developery_ekonomyat) (accessed: 12.11.2024).
16. SOFIOT. 30 examples of using Internet of Things (IoT) technologies [Electronic resource] // sofiot.ru. – URL: <https://sofiot.ru/blog/poleznye-materialy-iot/30-primerov-primeneniya-tehnologiy-interneta-veshchey-iot/> (accessed: 12.11.2024).
17. Internet of Things, IoT, M2M, Russian market [Electronic resource] // tadviser.ru. – URL: <https://www.tadviser.ru> (accessed: 13.11.2024).
18. BIM design [Electronic resource] // krgp.ru. – URL: <https://krgp.ru/bim> (accessed: 13.11.2024).
19. Use of sensors and IoT technologies in construction [Electronic resource] // gectaro.com. – URL: <https://gectaro.com/blog/tpost/cmh52u98t1-ispolzovanie-datchikov-i-iot-tehnologii> (accessed: 13.11.2024).
20. 1C:ERP Construction Organization Management 2 [Electronic resource] // 1c.ru. – URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/uso2/features> (accessed: 17.11.2024).
21. Accounting and External combined [Electronic resource] // b-kontur.ru. – URL: <https://www.b-kontur.ru/> (accessed: 17.11.2024).
22. Editorial team of Bankiros.ru. Accounting by Kontur: service overview [Electronic resource] // bankiros.ru. – URL: <https://bankiros.ru/wiki/term/buhgalteriya-ot-kompanii-kontur-obzor-servisa> (accessed: 18.11.2024).
23. Unified State Health Information System [Electronic resource] // egiz.rosminzdrav.ru. – URL: <https://egiz.rosminzdrav.ru/> (accessed: 19.11.2024).
24. Digital solutions for business process and document management [Electronic resource] // directum.ru. – URL: <https://www.directum.ru/> (accessed: 19.11.2024).
25. Platform for construction, property management, and project management [Electronic resource] // planradar.com. – URL: <https://www.planradar.com/ru/> (accessed: 25.11.2024).
26. Product review: Digital construction monitoring with PlanRadar [Electronic resource] // proptech.media. – URL: <https://www.proptech.media/articles/tpost/she8czmszl-obzor-produkta-tsifrovoi-stroikontrol-s> (accessed: 19.11.2024).
27. About the product [Electronic resource] // pmssoft.ru. – URL: <https://www.pmssoft.ru/pr/> (accessed: 19.11.2024).
28. Company blog. What are KPIs and why are they important for business [Electronic resource] // 3itech.ru. – URL: [https://3itech.ru/what\\_is\\_kpi](https://3itech.ru/what_is_kpi) (accessed: 20.11.2024).
29. Software for structural calculations [Electronic resource] // lira-soft.com. – URL: <https://lira-soft.com/lira-10/> (accessed: 20.11.2024).
30. Ivan Ilyukhin. From chaos to order: why your business needs to switch to ECM [Electronic resource] // adesk.ru. – URL: <https://adesk.ru/blog/ot-khaosa-k-poriadku-pochemu-vashemu-biznesu-pora-pereiti-na-sed/> (accessed: 20.11.2024).
31. Alexey Efremov. ECM: 10 best electronic document management systems for businesses in Russia [Electronic resource] // neiros.ru. – URL: <https://neiros.ru/blog/business/sed-10-luchshikh-sistem-elektronnogo-dokumentooborota-dlya-biznesa-v-rossii/> (accessed: 20.11.2024).

# МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ АЛГОРИТМА РАБОТЫ С ПОЧВЕННО- ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗОЙ ДАННЫХ РОССИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Кузьмина Эвелина**  
Доцент кафедры системного  
анализа и обработки  
информации, к. п. н., Кубанский  
государственный аграрный  
университет  
E-mail: inaryankova@mail.ru

**Пьянкова Нина**  
Доцент кафедры математики  
и информатики, к. п. н.,  
Краснодарский филиал  
Финансового университета при  
Правительстве Российской  
Федерации  
E-mail: inaryankova@mail.ru

*Аннотация. В настоящее время обработка данных в области экологии и природопользования тесно связана с умением использовать информацию о составе и структуре почвы для оптимизации выбора выращиваемой культуры. Современная обработка данных предполагает использование аналитических методов и нейросетевых технологий. Однако в сфере агрохимии и агропочвоведения отсутствуют методики, предполагающие владение умениями использовать программные средства аналитической обработки данных на основе нейронных сетей. Для решения данной проблемы необходимо разработать разделы, связанные с аналитикой и нейросетевыми технологиями для обработки данных о региональной системе составов почв и их влияния на эффективность растениеводства. С этой целью была разработана методика работы с почвенно-географической базой данных России на основе нейросетевых технологий, использующая методы статистического анализа, моделирования и машинного обучения геоданных в области сельского хозяйства с применением алгоритма нейронных сетей k-means.*

**Ключевые слова:** агрохимия, нейронные сети, алгоритм k-means.

## Введение

В настоящее время развитие сельского хозяйства связано с внедрением в отрасль технологий больших данных и нейросетевых технологий. В сельском хозяйстве развиваются технологии точного земледелия, они предполагают сбор больших данных для определения уровня урожайности, севооборота от состояния почв. Нейросетевые технологии позволяют обрабатывать данные эффективно. Для этого необходимо научить специалиста сельского хозяйства формулировать постановку задачи для использования нейросети, организовать сбор информации, ее обработку алгоритмами нейросети, выполнять интерпретацию полученных результатов.

В последнее время многими авторами поднимается вопрос о необходимости обучения будущих специалистов умениям применения нейронных сетей в профессиональной деятельности. В частности, Третьякова Н. В. проанализировала применение нейронных сетей в различных областях экономики, а также при формировании профессиональных навыков у будущих специалистов-аграриев [1].

## Постановка задачи

В настоящее время информационные технологии в сельскохозяйственной отрасли обеспечивают сельскохозяйственные исследо-

вания, инженерии и менеджмент. Несмотря на свою новизну, ИТ оказывают большое влияние на многие направления сельскохозяйственной деятельности. Наличие экспоненциального роста объемов ИТ и их внедрение во все отрасли экономики, в частности, в сельское хозяйство, определяет необходимость подготовки будущих специалистов с учетом умений применения современных информационных технологий.

Плодородность почв сельскохозяйственных угодий и прибыль в сфере сельского хозяйства можно повысить, используя многочисленные цифровые приложения с применением нейросетевых технологий.

Работа с ресурсами в сфере сельского хозяйства должна включать в себя знания и умения работы с алгоритмами нейронных сетей k-means. Для этого необходимо определить процесс работы с данными и моделями: от сбора и подготовки данных до разработки, обучения и внедрения моделей. Методика будет содержать основные концепции, технологии и инструменты в области нейросетевых технологий.

## Материалы и методы

В связи с этим была сформирована методика статистического анализа, моделирования и машинного обучения геоданных в области сельского хозяйства.

**Сейчас развиваются технологии точного земледелия, предполагающие сбор больших данных для определения уровня урожайности, севооборота от состояния почв**





Научное земледелие

Источник: zorandim / depositphotos.com

Сущностью данной методики должны стать алгоритмы, позволяющие повысить способность специалистов использовать технологии цифрового сельского хозяйства. Это даст возможность будущим работникам в сфере сельского хозяйства обрести уверенность в применении своих навыков и знаний сложных агрохимических приложений в ходе профессиональной адаптации [2].

Для разработки методики статистического анализа, моделирования и машинного обучения геоданных в области сельского хозяйства было проведено исследование.

Исследование состояло из следующих этапов. Первый этап – определение основных компонентов информационных ресурсов в области агрохимии и агропочвоведения для работы с нейросетевыми технологиями. Второй этап – разработка методов, направленных на использование технологии машинного обучения и нейронных сетей при работе со сложными агрохимическими приложениями.

Результатом первого этапа исследования явилось определение информационных компонентов в области агропочвоведения на этапе развития нейросетевых технологий в аграрной отрасли. В эпоху развития искусственного интеллекта наиболее актуальными являются знания в области прикладной статистики, геоданных, с особым упором на характеристики почвы, урожайность сельскохозяйственных культур, биомассы в сельскохозяйственных, лесных и других землепользованиях при переменных условиях управления и окружающей среды. К настоящему времени в агропочвоведении активно формируются геоданные. Геоданные по своей природе являются структурированной числовой информацией, поддающейся статистической и, следовательно, аналитической обработке. Как правило, аналитические системы либо содержат элементы работы с нейросетевыми технологиями, либо позволяют добавлять полученные решения в алгоритмы машинного обучения [3]. При определении компонентов информационных ресурсов необходимо учитывать, какие типы случаев можно решать с помощью искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения в сфере сельского хозяйства и почвоведения, а также методов классификации, таких как обучение с учителем, обучение без учителя, самообучение, использование функций, обучение представлению. При определении ресурсов в методику должны быть включены интерпретируемость и объяснимость глубоких нейронных сетей, знание методов анализа, таких как кластеризация или архетипический анализ, теория распознавания образов в больших наборах данных.

На втором этапе исследования разрабатывался практический компонент, который должен состоять в умении использовать методы нейросетевых технологий: алгоритм кластеризации k-means, сети и карты Кохонена, методы классификации и регрессии с последующим использованием статистического анализа, а также методы классификации и регрессии с последующим исполь-



зованием алгоритмов обучения нейронной сети. Предоставленные методы будут адаптированы к широкому диапазону масштабов: участку, ландшафту и к региональному масштабу. Решение практических задач даст специалистам возможность использовать свои новые знания и инструменты, а также поработать над собственными практическими примерами по установлению зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от почвенной карты региона с помощью нейронных сетей [4].

Результатом второго этапа явилась разработка алгоритмов, направленных на реализацию нейросетевых технологий при работе с геоданными. Специалисты должны определять проблемные области в агропочвоведении, где можно использовать ИИ, уметь анализировать, как ИИ может быть применен в конкретной проблемной области, а также владеть навыками управления стратегией искусственного интеллекта: составлять дорожную карту для применения ИИ в области принятия решений по управлению агрокультурами и озеленительными культурами в зависимости от почв. В настоящее время важно понимание процесса интеграции искусственного интеллекта с ИТ-разработкой и постановка задач для работы нейросетей с геоданными почвенных покровов. В агропочвоведении сформированы большие массивы данных по структурам почв и их пространственной привязке к местности, базы данных в области агрохимии [5]. Сбалансированное использование химических веществ для повышения роста растительного покрова и урожайности сегодня является важнейшей задачей для экологичного природопользования. Оптимальные решения можно получить при использовании алгоритмов нейронных сетей, в частности базового алгоритма k-means [6]. Это явилось основанием для разработки методики.

Методика состояла из следующих этапов:

**Этап 1.** Применение методов многомерной статистики для обработки и анализа геоданных почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

1. Использование справочных баз данных о растительном покрове, характеристиках почв, а также метеорологических и климатических данных.
2. Использование методов идентификации, сбора, отбора, гармонизации и включения различных ковариат в процедуры моделирования данных о почвах и растительных покровах, пространственных данных, данных ближнего и дистанционного зондирования.

**Этап 2.** Применение прикладного машинного обучения для обработки и анализа геоданных почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

1. Использование смешанных линейных моделей для статистического анализа геоданных.
2. Применение модели на базе алгоритма нейронных сетей k-means для обработки данных и процедур моделирования геоданных с акцентом на информацию о биомассе растений и характеристиках почвы.

Лабораторный анализ в сельском хозяйстве  
Источник: budabar / depositphotos.com



Реализация первого подэтапа «Использование справочных баз данных о растительном покрове, характеристиках почв, а также метеорологических и климатических данных» возможна на основании знаний геоинформационных систем, почвенных карт, растительных покровов, метеорологических систем, а также умений представлять данные по заданному алгоритму. Подэтап «Использование методов идентификации, сбора, отбора, гармонизации и включения ковариат в процедуры моделирования данных о почвах и растительных покровах, пространственных данных, данных ближнего и дистанционного зондирования» реализуется за счет знаний о методах математической статистики для обработки больших данных и умений отбирать данные из геоинформационных систем, проводить предпочтительную обработку данных, проводить интеграцию данных и моделирование.

Для реализации этапа 2 «Способность применять прикладное машинное обучение для обработки и анализа геоданных почвы и урожайности сельскохозяйственных культур» необходимы знания об алгоритмах решения задач анализа почвенных покровов и выявления зависимостей урожайности от геоданных на основе методов математической статистики (классификации и регрессии) и машинного обучения, в частности нейронных сетей. Для реализации подэтапа 1 необходимо использовать методы статистического анализа почвенных и биологических данных, методы включения пространственности и глубины почвы в качестве переменных, методы изучения несбалансированных данных или включения переменных с отсутствующими данными, регрессионные модели. Для реализации подэтапа 2 нужно строить нейронную сеть на базе алгоритма k-means для установления зависимостей урожайности от почвенных региональных покровов.

Аналитические информационные системы используют, как правило, следующий базовый набор методов: множественные регрессионные модели, «деревья» решений и нейронные сети [7]. На этом основании была разработана методика формирования алго-

ритма работы с почвенно-географической базой данных России на основе алгоритма нейронных сетей. В качестве ключевого вопроса была выбрана задача установления зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от почвенной карты региона. В качестве аналитического инструмента была выбрана платформа Anaconda, которая является пакетом программ корпоративного уровня для научных исследований. Этот пакет дает возможность хранить большие данные организации, обрабатывать их, строить зависимости и модели, использовать методы машинного обучения и нейронных сетей.

Для получения геоданных почвенных покровов была выбрана платформа информационной системы «Почвенно-географическая база данных России». Данная информационная система позволяет выявить разнородные почвенно-географические данные, полигональные объекты и их характеристики, данные по репрезентативным почвенным разрезам территории РФ, данные о почвообразующих породах по территории, климату, растительности, данные по агрохимическим обследованиям, актуальные данные участков с обнаруженными негативными факторами при обследованиях земель, данные о результатах мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения. При обработке первичной информации формируется производная информация в базе данных. Она содержит картографические единицы, графические примитивы и атрибутивную информацию. Разработанная методика рассчитана на работу с атрибутивной информацией базы данных. Атрибутивная информация включает, во-первых, табличную структуру с данными сокращенного набора агрохимического обследования при мониторинге плодородия, во-вторых, табличную структуру с данными сокращенного набора агрохимического обследования, совмещенными с дизагрегированными наименованиями почвенной разности. В-третьих, атрибутивная информация представлена в матрице с заголовком, описывающим размеры и шаг регулярной сетки со значениями матрицы –



рассчитанными показателями. Такие данные позволяют устанавливать многомерные зависимости и формировать знание на основе машинного обучения.

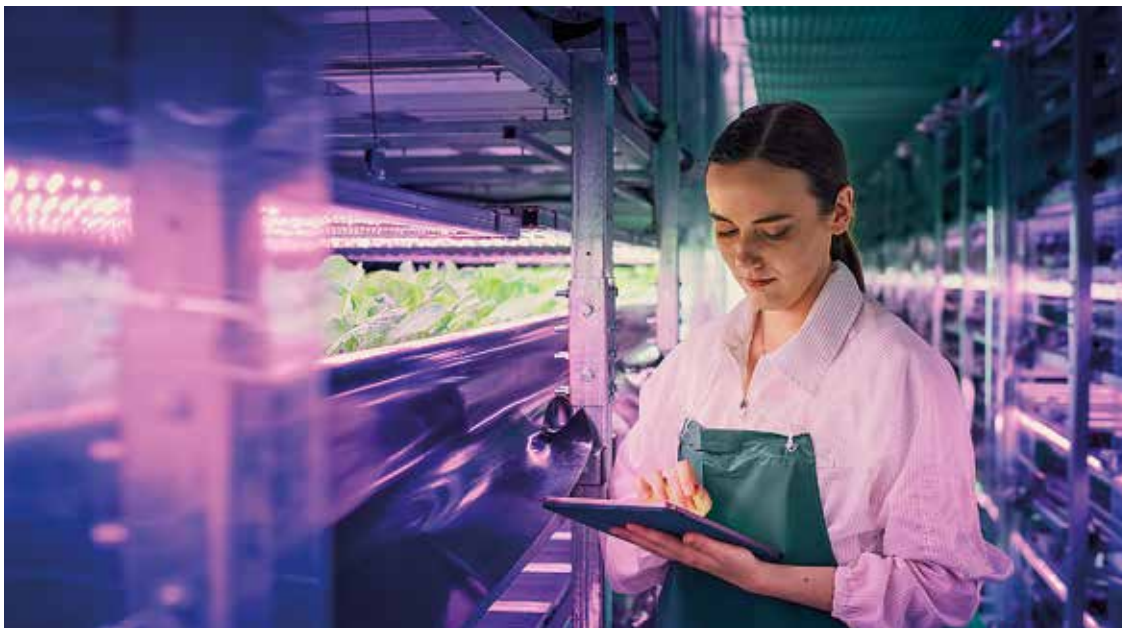
Для апробации методики проводился третий этап исследования. На данном этапе использовались кейсы для решения задач определения n-мерных зависимостей урожайности сельскохозяйственных культур от таких факторов, как физические свойства почвы, гранулометрическое состояние почвы, кислотность и щелочной состав почвы, запасы органического углерода в почве и других данных с ресурса «Почвенно-географическая база данных России». В качестве метода решения данных задач использовался алгоритм нейронных сетей k-means. Реализация решения выполнялась с помощью собственных программ на языке Python.

## Заключение

В ходе исследования были определены проблемы профессиональной деятельности специалистов агрохимии и агропочвоведения, связанные с внедрением искусственного интеллекта в процессы управления, мониторинга, принятия решений в аграрной индустрии на основе технологий точечного земледелия. Основной характеристикой современности является наличие информационных ресурсов в виде баз и банков данных, геоинформационных систем, содержащих многоаспектные данные о почвенных покровах. Эти данные являются базовыми для повышения результативности аграрной деятельности.

Для успешной профессиональной деятельности специалист должен иметь представление о возможностях и ограничениях технологий на основе нейронных сетей, а также базовые навыки работы с ними [8]. В практический компонент входят умения, начиная от постановки ситуационной задачи, определения зависимости для решения проблемы в агропочвоведении, извлечения данных из геоинформационных систем, предочистки данных, выбора показателей для





Агроном на вертикальной ферме  
Источник: Gorodenkoff / depositphotos.com

определения многомерной зависимости урожайности от почвенных характеристик и анализа данных показателей на основе алгоритма нейронных сетей k-means.

На этом основании были сформулированы этапы методики формирования алгоритма работы с почвенно-географической базой данных России на основе нейронных сетей: «Способность применять методы многомерной статистики для обработки и анализа геоданных почвы и урожайности сельскохозяйственных культур», «Способность применять прикладное машинное обучение для обработки и анализа геоданных почвы и урожайности сельскохозяйственных культур». Кроме того, были сформулированы подэтапы достижения поставленных задач. Для достижения цели была разработана авторская методика формирования алгоритма работы с почвенно-географической базой данных на основе нейронных сетей. Методика состоит из трех этапов. На первом этапе формировались знания и умения по работе

с информационными системами, банками данных и геоинформационными системами и владение навыками статистической обработки полученных почвенных данных регионов. На втором этапе формировались умения работы с платформой Anaconda, использования алгоритмов нейросетей для обработки данных о характеристиках почвы, извлеченных из информационных систем. На третьем этапе были предложены практические кейсы для определения зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от характеристик почвы, доступных в «Почвенно-географической базе данных России», на основе использования алгоритма нейронных сетей k-means.

Таким образом, разработанная методика формирования алгоритма работы с почвенно-географической базой данных России на основе алгоритма нейронных сетей позволяет повысить эффективность принятия решений специалистов в областях агрохимии и агропочвоведения.



## METHODOLOGY FOR DEVELOPING AN ALGORITHM FOR WORKING WITH THE SOIL-GEOGRAPHIC DATABASE OF RUSSIA BASED ON NEURAL NETWORKS

**Kuzmina Evelina**, PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of System Analysis and Information Processing at the Kuban State Agrarian University. E-mail: inapyanikova@mail.ru

**Pyankova Nina**, PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Computer Science at the Krasnodar branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation. E-mail: inapyanikova@mail.ru

**Abstract.** Currently, data processing in the field of ecology and environmental management is closely related to the ability to use information about the composition and structure of the soil to optimize the choice of crops to be grown. Modern data processing involves the use of analytical methods and neural network technologies. However, in the field of agrochemistry and agrosil science there are no methods that require the ability to use software tools for analytical data processing based on neural networks. To solve this problem, it is necessary to develop sections related to analytics and neural network technologies for processing data on the regional system of soil compositions and their impact on the efficiency of crop production. For this purpose, a methodology was developed for working with the soil-geographic database of Russia based on neural network technologies, using methods of statistical analysis, modeling and machine learning of geodata in the field of agriculture using the k-means neural network algorithm.

**Keywords:** agrochemistry, neural networks, k-means algorithm.


### Библиографический список:

1. Третьякова Н.В. Роль компетентного подхода в формировании конкурентоспособной личности // Научные чтения имени профессора Н.Е.Жуковского: сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции, Краснодар, 19-20 декабря 2018 г. / Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К.Серова. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юр», 2019. С. 255–258.
2. Using the Technology of Collecting and Analyzing Structured Information for the Forming Mechanisms of Professional Adaptation Among Students of Engineering Disciplines / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, N. V. Tretyakova, L. V. Kukhareno // Proceeding of the International Science and Technology Conference "FarEastCon 2021", Vladivostok, 5–8 октября 2021 г. – Vladivostok: Springer Nature Switzerland AG, 2022. P. 571–581. DOI: 10.1007/978-981-16-8829-4\_55.
3. Kuzmina E.V. Using Big Data Techniques to Foster Professional Competencies in Engineering Students / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, A. V. Botsoeva // Proceeding of the International Science and Technology Conference "FarEastCon 2020", Vladivostok, 6–9 октября 2020 г. Vol. 227. – Singapore: Springer, 2021. P. 773–781. DOI: 10.1007/978-981-16-0953-4\_76.
4. Третьякова Н.В. Искусственный интеллект, машинное обучение и нейросети в бизнесе и жизни / Н.В. Третьякова, Д.С. Пфейф // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 27 февраля 2023 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. С. 1720–1723.
5. Особенности системного анализа и применения информационных технологий при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности: Коллективная монография / Э.В. Кузьмина, Н.Ю. Нарыжная, Н.Г. Пьянкова [и др.]. – Краснодар: Краснодарский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2019. – 125 с. ISBN 978-5-91221-389-2.
6. Using Data Analysis Methodology to Foster Professional Competencies in Business Informaticians / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, N. V. Tretyakova, A. V. Botsoeva // European Journal of Contemporary Education. 2020. Vol. 9, No. 1. P. 54–66. DOI: 10.13187/ejced.2020.1.54.
7. Kuzmina E.V. Development of Creative Potential of Students of Engineering Specialties Within the Framework of Mathematical and Information Disciplines / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, N. Y. Naryzhnaya // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2019. Vol. 139, P. 50–57. DOI 10.1007/978-3-030-18553-4\_7.
8. Кузьмина Э.В. Формирование профессиональных компетенций у студентов агроинженерных специальностей в области больших данных / Э.В. Кузьмина, Н.Г. Пьянкова, Н.В. Третьякова // Аграрная экономика и образование в современных условиях развития общества: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 180-летию Донского государственного аграрного университета, пос. Персиановский, 21–22 сентября 2020 г. – пос. Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2020. С. 34–37.

### Bibliography:

1. Tretyakova N.V. The role of the competence approach in the formation of a competitive personality // Scientific readings named after Professor N. E. Zhukovsky: collection of scientific articles of the IX International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, December 19–20, 2018 / Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots named after Hero of the Soviet Union A. K. Serov. Krasnodar: Publishing House – Yug LLC, 2019. pp. 255–258.
2. Using the Technology of Collecting and Analyzing Structured Information for the Forming Mechanisms of Professional Adaptation Among Students of Engineering Disciplines / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, N. V. Tretyakova, L. V. Kukhareno // Proceedings of the International Science and Technology Conference "FarEastCon 2021", Vladivostok, October 5–8, 2021 – Vladivostok: Springer Nature Switzerland AG, 2022. P. 571–581. DOI: 10.1007/978-981-16-8829-4\_55.
3. Kuzmina E.V. Using Big Data Techniques to Foster Professional Competencies in Engineering Students / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, A. V. Botsoeva // Proceedings of the International Science and Technology Conference "FarEastCon 2020", Vladivostok, October 6–9, 2020 Vol. 227. – Singapore: Springer, 2021. P. 773–781. DOI: 10.1007/978-981-16-0953-4\_76.
4. Tretyakova N. V. Artificial intelligence, machine learning and neural networks in business and life / N. V. Tretyakova, D. S. Pfeiff // Theory and practice of modern agrarian science: Proceedings of the VI National (All-Russian) scientific conference with international participation, Novosibirsk, February 27, 2023 – Novosibirsk: IC NGAU "Golden Ear", 2023. pp. 1720–1723.
5. Features of system analysis and the use of information technologies in the study of phenomena and processes in various fields of activity: A collective monograph / E. V. Kuz'mina, N. Y. Narizhnaya, N. G. Pyankova [et al.]. Krasnodar: Krasnodar Central Research Institute – branch of the Federal State Budgetary Institution "REA" of the Ministry of Energy of the Russian Federation, 2019. 125 p. ISBN 978-5-91221-389-2.
6. Using Data Analysis Methodology to Foster Professional Competencies in Business Informaticians / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, N. V. Tretyakova, A. V. Botsoeva // European Journal of Contemporary Education. 2020. Vol. 9, No. 1. P. 54–66. DOI: 10.13187/ejced.2020.1.54.
7. Kuzmina E.V. Development of Creative Potential of Students of Engineering Specialties Within the Framework of Mathematical and Information Disciplines / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, N. Y. Naryzhnaya // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2019. Vol. 139, P. 50–57. DOI 10.1007/978-3-030-18553-4\_7.
8. Kuzmina E.V. Formation of professional competencies among students of agroengineering specialties in the field of big data / E. V. Kuz'mina, N. G. Pyankova, N. V. Tretyakova // Agricultural economics and education in modern conditions of society development: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 180th anniversary of the Don State Agrarian University, village. Persianovsky, September 21–22, 2020 – village Persianovsky: Donskoy State Agrarian University, 2020. pp. 34–37.





# СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗНАНИЙ В СОВРЕМЕННОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

**Антопольский Александр**  
Главный научный сотрудник  
ИНИОН РАН, к. ф. н., д. т. н.  
E-mail: ale5695@yandex.ru

*Аннотация. Вводится и обсуждается понятие «Система организации знаний» (Knowledge Organization System, KOS). Рассматриваются подходы к типологии KOS. Анализируется база данных BARTOC, содержащая наиболее полный перечень KOS. Рассматриваются следующие типы KOS: авторитетные списки, терминологии и глоссарии, иерархические классификации, системы метаданных, тезаурусы, онтологии. Отдельно рассматриваются российские KOS. Предлагается создание базы данных российских KOS как части инфраструктуры российского научного информационного пространства.*

**Ключевые слова:**

система организации знаний, тезаурусы, онтологии, метаданные, классификации, глоссарии.

## Введение

Системы организации знаний (Knowledge Organization System, KOS) – это обобщающий термин для довольно широкого класса лексических и семантических инструментов, которые используются для навигации, поиска, комплектования и других задач при создании и эксплуатации различных информационных систем и ресурсов, как традиционных (библиотеки, архивы, музеи), так и современных цифровых (базы данных, порталы, сайты и др.). Этот термин вытеснил из употребления раньше более распространенные термины, такие как языки индексирования или информационные языки.

KOS образуют тематический и семантический каркасы любой автоматизированной информационной системы (АИС) и поэтому являются ее важнейшей частью. В то же время быстрое развитие информационных технологий приводит к столь же быстрой смене KOS. Например, информационно-поисковые тезаурусы, которые доминировали в документальных АИС в 1970–1990 гг., сейчас почти не разрабатываются, им на смену приходят семантические более развитые онтологии.

Кстати, эта смена парадигм KOS является одной из причин увеличивающегося разрыва в пользовании между традиционными и цифровыми АИС, поскольку тради-

ционные системы, такие как библиотеки, не могут легко изменять KOS, так как необходимо обеспечивать преемственность фондов. Особенно этот разрыв становится заметным при использовании для информационных задач и процессов инструментов искусственного интеллекта, таких как технологии нейросетей и больших языковых моделей.

В этой связи при обсуждении путей развития АИС в информационном сообществе часто слышен пессимизм в отношении перспектив использования и развития уже разработанных KOS. Автор убежден, что будущее у KOS есть, но нужно суметь встроить их в новые технологии, в том числе в технологии нейросетей.

Тематика KOS находится в центре внимания Международного общества по организации знаний (ISKO), деятельность которого отражена на сайте [www.isko.org](http://www.isko.org). ISKO выпускает журнал Knowledge Organization (ISSN 0943-7444), который выходит с 1974 г.

Раз в 2 года ISKO проводит международные конференции. Последняя, 18-я конференция ISKO с тематикой «Организация знаний для обеспечения устойчивости во времена кризиса. Вызовы и возможности» состоялась в Ухани (Китай) 20–22 марта 2024 г. Все материалы находятся в открытом доступе.

Как результат деятельности ISKO следует отметить Энциклопедию знаний

**Авторитетные или нормативные списки, как правило, представляют собой линейные списки допустимых значений тех или иных данных, например, полей базы данных**

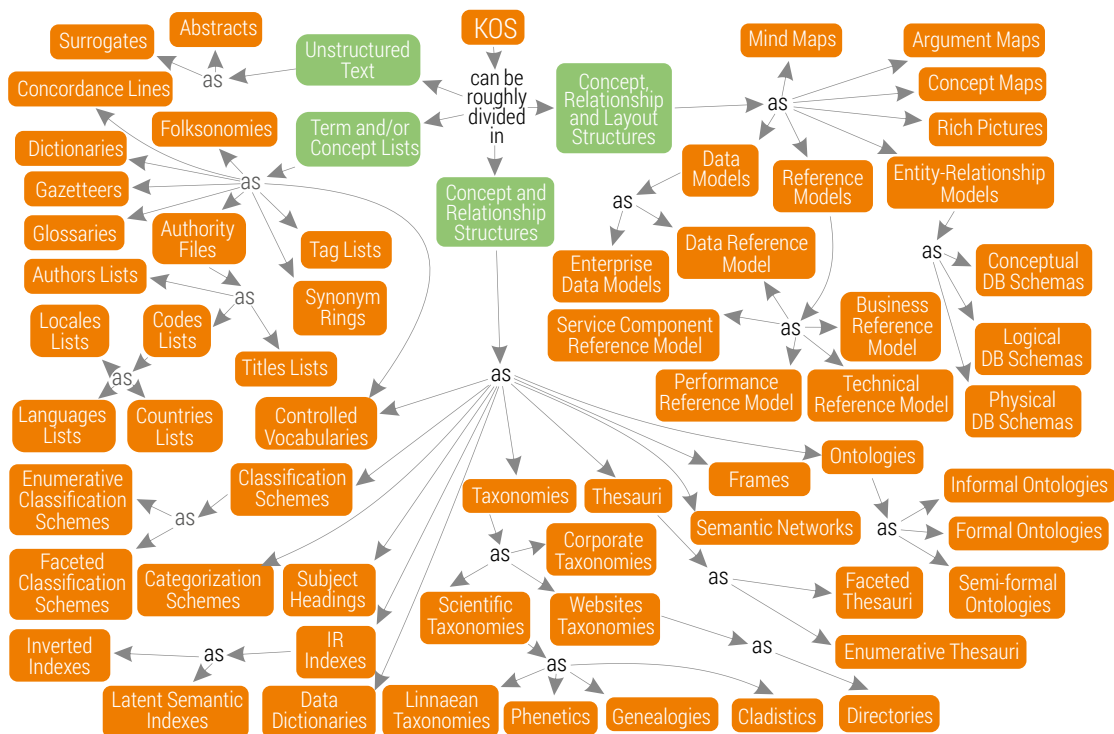


Рис. 1. Классификация KOS, предложенная Р. Суза и др.

Категории KOS	Общие характеристики категорий	Конкретные типы KOSS
Списки	Линейные и менее структурированные системы; упор делается на списки терминов (часто снабженных определениями)	Авторитетные файлы, глоссарии, системы метаданных, словари
Классификации и категоризации	Иерархически структурированные системы; акцент на создании предметных наборов	Тематические рубрики, схемы классификации, таксономии, схемы категоризации
Списки отношений	Сложные и высокоструктурированные системы; акцент делается на связях между терминами и концепциями	Тезаурусы, семантические сети, онтологии

Таблица 1. Классификация KOS по Г. Ходжу (2000)

(<https://www.isko.org/cyclo/>), которая включает свыше 100 статей по следующим темам:

- организация знаний: общие и исторические вопросы;
- основные концепции организации знаний;
- системы организации знаний;
- процессы организации знаний;
- методы, подходы и философия;
- организация знаний в различных контекстах и приложениях.

К сожалению, после ухода Э. Р. Сукиасяна, видного специалиста в области классификации, который представлял Россию в ISKO, в России активное участие в ISKO прекратилось.

## Типология KOS

По типологии KOS существует значительный разброс мнений, дискуссию на эту тему можно прочитать, например, в [1]. Так, например, простой подход, предложенный Г. Ходжем [2], представлен в таблице 1.

На самом деле разновидностей KOS известно гораздо больше. Достаточно взглянуть на типологию KOS, которую предложили Р. Суза и соавторы [3] (рис. 1).

Один из вариантов типологии KOS закреплен в международном стандарте [4], а также отражен в других международных документах [5]. Данный словарь KOS разработан для дублинского базового профиля приложения Networked Knowledge Organization Systems (NKOS AP) на основе работы сообщества Networked Knowledge Organization Systems (NKOS) (<http://nkos.slis.kent.edu/>). Приведем наименования и определения предложенных типов в русском переводе:

- авторитетный файл (authority file): см. *список авторитетных имен*;
- *схема категоризации* (categorization scheme): слабо сформированная схема группировки;
- *схема классификации* (classification scheme): список понятий и предварительно согласованных комбинаций понятий, классификационно упорядоченных;

- *словарь* (dictionary): справочник, содержащий слова, обычно расположенные в алфавитном порядке вместе с информацией об их формах, произношении, функциях, этимологии, значениях, синтаксическом и идиоматическом употреблении;
- *справочник* (gazetteer): словарь стандартизированных географических наименований;
- *гlossарий* (glossary): набор текстовых пояснений или специализированных терминов с их значениями;
- *список* (list): ограниченный набор терминов, упорядоченных в виде простого алфавитного списка или каким-либо другим логически очевидным способом; не содержащий каких-либо взаимосвязей;
- *список авторитетных имен* (name authority list): контролируемый словарь для использования при последовательном присвоении имен определенным объектам;
- *онтология* (ontology): формальная модель, которая позволяет представлять знания для определенной предметной области. Онтология описывает существующие типы объектов (классы), отношения между ними (свойства) и логические способы совместного использования этих классов и свойств (аксиомы);
- список комплектации (pick list): см. *список*;
- *семантическая сеть* (semantic network): набор терминов, представляющих понятия, моделируемые как узлы в сети переменных типов отношений;
- список предметных заголовков (subject heading list): см. *схема предметных заголовков*;
- *схема предметных заголовков* (subject heading scheme): структурированный словарь, включающий термины, доступные для предметной индексации, плюс правила объединения их в предварительно согласованные цепочки терминов, где это необходимо;
- *кольцо синонимов* (synonym ring): набор синонимичных или почти синонимич-



ных терминов, любой из которых может использоваться для обозначения определенного понятия;

- **таксономия** (taxonomy): схема категорий и подкатегорий, которые могут использоваться для сортировки и иной организации элементов знаний или информации;
- **терминология** (terminology): набор обозначений, принадлежащих одному специальному языку [ISO 1087-1: 2000, определение 3.5.1] (термин «специальный язык» определен в ISO 1087 как означающий язык, используемый в предметной области и характеризующийся использованием определенных языковых средств выражения; в то время как «обозначение» определяется в нем как «представление понятия с помощью знака, который его обозначает»);
- **тезаурус** (thesaurus): контролируемый и структурированный словарь, в котором понятия представлены терминами, организованный таким образом, что взаимосвязи между понятиями становятся явными, а предпочтительные термины сопровождаются списками синонимов или квазисинонимов.

Данная типология вызывает много вопросов. Например, чем практически отличаются таксономия, классификация и категоризация? Или словари, терминология и глоссарии? И существуют ли более или менее понятные критерии для их различения? С другой стороны, в этой типологии не представлены широко распространенные KOS, такие как системы метаданных, графы знаний, фреймы, семантические или тематические карты, языки разметки и другие.

В качестве недостатка предлагаемой типологии отметим ее неоднозначность. В базе данных BARTOC, которая практически применяет данную типологию, довольно много реальных KOS отнесены к нескольким типам. Многие решения по таким отнесениям вызывают вопросы. Дискуссии по этому поводу ведутся весьма активно. В работе [1] имеется обширный перечень литературы, посвященный этому предмету.

Практически для нашего анализа KOS мы будем использовать более простую типологию, отвечающую интуитивному представлению об их структурном и функциональном сходстве и близкую к классификации Г.Ходжа.

Таблица 2. Предлагаемая типология KOS

Категории	Общие характеристики категорий	Конкретные виды KOS
Авторитетные списки	Объекты – допустимые значения информационных элементов. Упор делается на характер применения, а именно – на контроль данных	Списки, авторитетные файлы, контролируемые словари
Словарно-терминологические KOS	Основной объект – термины и/или лексемы. Главное – это сведения о них (словарная статья), включая определения	Словари, глоссарии, терминология, память перевода
Классификационные схемы	Основной объект – понятия с иерархическими отношениями между ними	Классификации, рубрикаторы, таксономии, предметные рубрики, схемы категорий
Концептуальные KOS с развитой системой отношений	Объект – понятия, акцент делается на связях между терминами и понятиями	Фасетные системы, Тезаурусы, семантические сети, системы метаданных, тематические карты, графы знаний, онтологии



Поиск по научной базе данных  
Источник: Wavebreakmedia / depositphotos.com

Сходство определяется, прежде всего, по характеру отношений между элементами. Выделяются 4 категории. Первая категория (авторитетные списки) – отношений нет, или они несущественны. В третьей категории (классификационные схемы) доминируют иерархические отношения. Четвертая категория (концептуальные KOS) – имеются разнообразные отношения, образующие развитый граф.

Однако мы сочли возможным выделить вторую категорию (словарно-терминологические KOS) по иному критерию, в котором основной признак KOS – это наличие существенных сведений об элементах KOS, т. е. словарной статьи, включая дефиницию. Эта категория (словарно-терминологические KOS) соответствует традиционному и интуитивно привычному типу словарей (они же глоссарии, терминологические списки и базы данных). Кстати, эта категория тематически тяготеет скорее к лингвистике или лексикографии, нежели к информатике.

### Область анализа

В предлагаемом обзоре будут рассмотрены, главным образом, KOS, включенные в наиболее представительное собрание, созданное в рамках ISKO и получившее название «Базовый регистр тезаурусов, онтологий и классификаций» (BARTOC, <https://bartoc.org/>). BARTOC представляет собой базу данных KOS а также сервисов и реестров KOS. База данных содержит описания свыше 3,5 тыс. KOS, а также 129 сервисов и реестров KOS.

BARTOC был основан Андреасом Ледлом как Базельский регистр тезаурусов, онтологий и классификаций в библиотеке Базельского университета в Швейцарии. В 2020 г. база данных перенесена на новую техническую инфраструктуру в центральный офис Объединенной библиотечной ассоциации (VZG) Германии и переименована. Реализация полностью доступна как Open Source.

Основная цель BARTOC – собрать как можно больше KOS в одном месте, чтобы добыть-

Русское наименование типа KOS	Английское наименование	Количество KOS
Авторитетный список имен	Name authority list	223
Географический справочник	Gazetteer	20
Глоссарий	Glossary	353
Кольцо синонимов	Synonym ring	1
Онтология	Ontology	723
Семантическая сеть	Semantic network	7
Словарь	Dictionary	92
Список	List	121
Схема категоризации	Categorization schema	21
Схема классификации	Classification schema	956
Схема предметных заголовков	Subject heading schema	111
Таксономия	Taxonomy	105
Тезаурус	Thesaurus	803
Терминология	Terminology	219

Таблица 3. Статистика типов KOS в базе BARTOC

Язык	Количество KOS
Английский	1929
Немецкий	763
Французский	576
Испанский	486
Шведский	299
Итальянский	228
Финский	210
Португальский	197
Греческий	156
Каталонский	141

Таблица 4. Топ-10 языков KOS

Вид лицензии	Количество KOS
Creative Commons Attribution 3.0	208
Creative Commons Public Domain Dedication	187
Open Government License 1.0	178
Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0	84
Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0	55
In Copyright (InC)	53
Creative Commons Attribution-NoCommercial-ShareAlike 3.0	46
Creative Commons Attribution 4.0	32
Creative Commons Attribution-NoCommercial NoDerivs 3.0	17
W3C Document License	16

Таблица 5. Наиболее распространенные лицензии на доступ к KOS

ся большей наглядности, выделить их особенности, сделать их доступными для поиска и сопоставимыми, а также способствовать обмену знаниями. BARTOC включает KOS из любой предметной области, на любом языке, в любом формате публикации и с любой формой доступности. Интерфейс поиска BARTOC доступен на 20 европейских языках и предоставляет 2 варианта поиска: базовый поиск по ключевым словам и расширенный поиск.

Последний имеет следующие фильтры: тип KOS, язык, тематика, лицензия доступа, а также ссылка на сервис или реестр, через который доступны термины и понятия, образующие данную KOS.

Описания KOS включают следующий набор реквизитов:

- аннотация;
- наименование;
- сокращение;
- тип KOS;
- тема (предмет);
- лицензия;
- языки;
- дата создания;
- URI;
- домашняя страница.

Статистика KOS в базе BARTOC в соответствии с типологией, рассмотренной выше, приведена в таблице 3.

Реквизит «Язык» представляет собой обширный алфавитный список языков, на котором представлен KOS, в таблице 4 приводится число KOS на 10 самых распространенных языках. Нужно учитывать, что многие KOS являются многоязычными. Например, УДК представлена на 53 языках, а DDC на 13.

Нужно отметить, что на русском языке имеется 81 KOS, в основном многоязычные и в топ-10 русский язык не попал.

В реквизите «Лицензия» указан вид лицензии, на основе которой доступен данный KOS. Всего список включает около 40 видов лицензий, в том числе 13 видов Creative Commons, самые распространенные представлены в таблице 5.

В качестве тематической классификации BARTOC использует десятичную класси-







кацию Дьюи (ДДК). В таблице 6 приводится распределение KOS на первом уровне ДДК.

Нужно отметить, что при поиске по тематике в BARTOC предъявляется только первый уровень ДДК, хотя реальные объекты заиндексированы глубже. При выдаче описания KOS выдается рубрика ДДК нужного уровня. Например, *El Tesauro d'Història de Catalunya*. Тематика: *Пиренейский полуостров и прилегающие острова (946.)* Таким образом, поиск по более глубоким рубрикам возможен, если рубрика пользователю известна.

Также предусмотрен поиск по предметным рубрикам Библиотеки конгресса, и по дескрипторам тезауруса EUROVOC, но это пока не реализовано.

Конечно, качественным подобный тематический поиск назвать нельзя, поэтому реально искать в BARTOC нужно по наименованию или аннотации KOS при помощи лексического поиска.

BARTOC не включает российские KOS, за исключением Библиотечно-библиографической классификации (ББК). Поэтому российские KOS будут рассмотрены отдельно.

## Реестры KOS

Следует иметь в виду, что собрание KOS в базе данных BARTOC не является исчерпывающим, а BARTOC – не единственный реестр KOS.

В базе данных BARTOC каталогизировано (<https://bartoc.org/registries>) 129 реестров KOS. Реестры предоставляют доступ к терминологии данного KOS, либо через API (сервис терминологии), либо другими способами (реестр или хранилище терминологии). BARTOC включает 91 хранилище или сервис с полным доступом к словарному содержанию, т. е. реестры, через которые доступны термины и понятия, входящие в данный KOS.

Описание каждого реестра включает:

- аннотация;
- наименование;
- URI;
- сервисы (API);
- домашняя страница;

Внесение данных в научно-исследовательскую базу  
Источник: DragosCondreaW / depositphotos.com

Код ДДК	Рубрика	Количество KOS
0	Информатика, информационные технологии, общие работы	666
1	Философия и психология	61
2	Религия	56
3	Социальные науки	823
4	Языки	109
5	Наука	323
6	Технология	319
7	Искусство и досуг	240
8	Литература	24
9	История и география	161

Таблица 6. Распределение KOS по тематике

- дата создания;
- тип:
  - терминологический сервис,
  - реестр терминологии,
  - хранилище терминологии.
- словари, доступные в данном реестре.

### Авторитетные (нормативные) списки

Далее будут рассмотрены категории KOS, в соответствии с предложенной нами упрощенной типологией. Авторитетные или нормативные списки, как правило, представляют собой линейные списки допустимых значений тех или иных данных, например, полей базы данных. Всего в BARTOC к этой категории относятся 364 KOS.

Элементами авторитетных списков обычно являются именованные сущности. Они могут быть представлены лексикой естественного языка, прежде всего именами собственными, а также номенами (т. е. элементы номенклатур). Однако часто в авторитетные списки включают и термины. Основная задача – нормализация формы представления лексической единицы.

Элементами авторитетных списков могут быть обозначения разнообразных искусственных языков, в том числе в кодовой форме.

В российской библиотечно-библиографической традиции к данному типу относятся

лексические средства, часто называемые авторитетными файлами. Это могут быть перечни авторов, организаций, издательств, периодических изданий и др.

Примерами авторитетных списков может служить, например, большое число (около 180) таких списков, которые используются отделом публикаций Евросоюза (<https://op.europa.eu/en/web/eu-vocabularies/authority-tables>) для контроля самых разнообразных регистров и баз данных, создаваемых для нужд Еврокомиссии и других структур. Нужно отметить, что не все авторитетные списки отдела публикаций включены в базу данных BARTOC.

Другой пример – это набор контролируемых словарей Объединенной библиотечной ассоциации (GBV) (<https://uri.gbv.de/terminology/>) Среди них: жанры, тип доступа, роль актора, адресная группа, тип адреса, тип библиографической публикации, тип библиографической связи, тип события в биографии или хронике, тип этапа в биографии / хронике и многие другие.

К авторитетным спискам следует отнести также названия и коды различных объектов, зафиксированные в нормативных документах. К ним относятся стандарты ISO, например:

- ISO (639–1 и 639–2) – коды языков;
- ИСО – ISO 3166 – коды стран.
- К данному типу следует отнести и географические справочники (Gazetteer), например:



Студенты в библиотеке

Источник: dusanpetkovic / depositphotos.com

- справочник географических названий Великобритании;
- цифровой атлас Римской империи (DARE);
- реестр географических названий Германии.

В таблице 7 приводится распределение KOS по тематике – по 1 уровню ДДК на основе присвоенных рубрик ДДК. Данные приводятся как для каждого типа BARTOC, так и для введенных нами категорий в целом.

Нужно отметить, что общее число KOS каждого типа не всегда совпадает с суммой ко-

личества KOS по рубрикам. Это объясняется тем, что не все KOS оказываются заиндексированы. Это относится и к аналогичным таблицам далее.

Функционально к авторитетным спискам, т. е. используемым в качестве контролируемых словарей, могут относиться разные лексические средства, не обязательно линейные. Вероятно, по этой причине в БД BARTOC к данному типу отнесены словари, тезаурусы, классификации и другие типы KOS. Впрочем, типологию BARTOC нельзя назвать строгой и однозначной, поскольку многие KOS в этой базе данных отнесены к нескольким типам.

### Словарно-терминологические KOS

В данном разделе представлены KOS, отнесенные в BARTOC к типам: словари, глоссарии, терминология. Это более распространенная категория, она включает 644 KOS.

Нужно сказать, что далеко не всегда словарно-терминологические ресурсы включаются в состав KOS, поскольку для них нехарактерно использование в качестве информационных языков в составе АИС. Чаще они рассматриваются в качестве одной из категорий языковых (лингвистических) ресурсов, как это сделано в работе [4]. В нашем обзоре они рассматриваются как KOS, поскольку эта категория занимает важное место в деятельности ISKO и в базе данных BARTOC.

Словарно-терминологические KOS характеризуются не столько отношениями между элементами, сколько сведениями, описывающими элемент, т. е. словарными статьями. Поэтому основным критерием классификации словарно-терминологических KOS яв-

Таблица 7. Распределение авторитетных списков по тематике

Тип KOS	Всего KOS	Рубрики 1 уровня ДДК									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Авторитетный список имен	223	115	1	-	37	10	14	5	12	-	19
Географический справочник	20	-	1	2	1	-	-	-	4	-	12
Список	121	32	-	-	12	6	6	1	10	1	-
Всего	364	147	2	2	50	16	20	6	26	1	31

Тип КОС	Всего КОЗ	Рубрики 1 уровня ДДК									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глоссарий	353	32	6	1	99	11	26	47	34	3	6
Словарь	92	5	1	1	23	5	10	13	7	-	4
Терминология	219	56	1	-	38	13	31	14	4	-	1
Всего	644	93	8	2	160	29	67	74	45	3	11

Таблица 8. Распределение по тематике словарно-терминологических КОС

ляется характер информации, включаемой в словарную статью. Это может быть чисто лингвистическая информация, толкование лексического значения, дефиниция понятия, эквиваленты на другом языке и другая информация. В последние годы к словарно-терминологическим КОС стали относить лексиконы больших языковых моделей.

В качестве элементов словарно-терминологических КОС выступают как правило единицы естественного языка: слова, словоформы, лексемы, словосочетания, термины. Поэтому важным критерием при классификации этого типа КОС являются язык, или языки, на которых представлен словарь. Различаются словари одноязычные, двуязычные и многоязычные. Хотя в базе данных BARTOC поиск по этому критерию возможен только лексический, если в наименовании или аннотации КОС используются термины «многоязычный» или «двуязычный».

К этой категории относится также особый тип словарных баз данных, называемый «память перевода», весьма популярный в системах поддержки перевода. Об этом типе в базе данных BARTOC нет упоминаний. Нужно сказать, что классификация словарей представляет собой достаточно сложную задачу. Так, в исследовании Л. Поповой [7] проведен анализ различных типологий словарей, при этом в разных классификациях выявлено свыше 100 дифференцирующих признаков. Среди КОС данной категории доминируют словари по конкретной дисциплине или предмету. Распределение словарно-терминологических КОС по тематике на основе ДДК приводится в таблице 8.

Данная категория КОС относится скорее к лексикографии, поэтому типология и ста-

тистика разного рода электронных словарей существенно шире, чем рассматриваются в BARTOC. Для сопоставления обратимся сначала к известной европейской информационной системе CLARIN (<https://www.clarin.eu/>), специализирующейся в области языковых ресурсов и технологий. В обзоре семейств языковых ресурсов, который предлагает CLARIN [8], выделено 6 типов лексических ресурсов, которым предложены следующие толкования:

1. Языковые модели – это предварительно подготовленные вероятностные модели последовательностей слов.

Научные энциклопедии

Источник: adistock / depositphotos.com





Архив	Всего ЛИР	lexicon	lexical	dictionary	thesaurus	glossary
VLO	1204 730	3429	3699	9559	86	114
OLAC	4 063 28	12547	4020	4150	518	233
TLA	146648	14937	6297	2516		35

Таблица 9. Статистика лексических ресурсов по 3 крупнейшим мировым архивам

2. Лексиконы, которые в основном используются в NLP-приложениях. Они обычно содержат обширный лексический запас с конкретной лингвистической информацией (например, морфосинтаксис).
3. Словари, которые были созданы в основном для использования человеком (например, для изучения языка, перевода, лексикологии). Они, как правило, являются семасиологическими, то есть организованы вокруг слов и содержат информацию об их значениях, определении, произношении и т. д.
4. Концептуальные ресурсы включают ономазиологические лексические ресурсы, такие как словарные сети, фреймовые

сети, тезаурусы и онтологии. Такие ресурсы обычно связаны семантическими отношениями (например: гипернимия, гипонимия).

5. Глоссарии – это специализированные словари, содержащие специфичную для данной предметной области терминологию и / или выражения.
6. Списки слов – это лексические ресурсы, которые предоставляют только алфавитные или частотные лексические списки.

В поисковых системах по лексическим ресурсам даже такая простая классификация не используется. Поэтому для оценки общего количества лексических ресурсов был проведен поиск в 3 крупнейших лингвистических поисковых системах: VLO<sup>1</sup>, OLAC<sup>2</sup>, TLA<sup>3</sup>. Для поиска использовались такие запросы: lexicon, lexical, dictionary, thesaurus, glossary. Результаты поиска представлены в таблице 9. Очевидно, что в BARTOC представленные сведения значительно скромнее. Причины понятны: лишь небольшая часть словарно-терминологических ресурсов может рассматриваться в качестве КОС.

Особым типом лексических ресурсов являются терминологические базы данных (ТБД). Большинство специалистов они выделяют, поскольку создание и применение ТВД обычно выходит за пределы лингвистических технологий (автоматизированной обработки текста и речи, преподавания языков, машинного перевода и др.) и предназначено

<sup>1</sup> CLARIN Virtual Language Observatory. URL: <https://www.clarin.eu/content/virtual-language-observatory-vlo> (дата обращения: 01.04.2024).

<sup>2</sup> Open Language Archives Community. URL: <http://olac.lidc.upenn.edu/> (дата обращения: 01.04.2024).

<sup>3</sup> The Language Archive Max Planck Institute for Psycholinguistic. URL: <https://archive.mpi.nl/tla/> (дата обращения: 01.04.2024).

Российская академия наук  
Источник: rozkoff / depositphotos.com



для отраслевых специалистов, переводчиков, редакторов.

Согласно ISO 30042:2008 [9], ТБД – это база данных, содержащая информацию о специальных языковых понятиях и терминах, предназначенных для представления этих понятий, а также связанную с ними концептуальную, связанную с терминами и административную информацию.

Назначение ТБД – это обеспечение надежной и качественной коммуникации в различных сферах деловой, политической и социальной жизни, особенно в условиях многоязычия. Поэтому создание ТБД прежде всего входит в задачи международных организаций, особенно профессиональных.

Созданием ТБД активно занимаются органы стандартизации, поскольку терминологические стандарты традиционно являются одним из направлений стандартизации. В базе данных BARTOC ТБД представлены достаточно полно, но отделить их от обычных словарей нельзя.

### Классификационные схемы

В этой категории представлено 1293 KOS базы данных BARTOC. В таблице 10 приводится статистика распределения КОЗ по тематике – по рубрикам 1 уровня ДДК.

В отличие от других типов KOS (списки, словари, тезаурусы), которые широко представлены в других собраниях, данная категория в базе BARTOC, вероятно, наиболее представительна. При этом между типами этой категории в BARTOC четких критериев разделения не существует, вероятно поэтому подавляющее большинство KOS отнесено



Работа ученых

Источник: SimpleFoto / depositphotos.com

к одному типу – схема классификации. Классификационные схемы разумно категоризовать по функциональному признаку. Приведем некоторые примеры. Прежде всего, это общие классификации знания:

- классификация интегративных уровней (ILC);
- классификация кодирования информации (ICC).

Значительное большинство KOS можно отнести к библиотечно-библиографическим классификациям, например:

Таблица 10. Распределение классификационных схем по тематике

Тип KOS	Всего KOS	Рубрики 1 уровня ДДК									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Схема категоризации	21	6	-	-	5	1	-	1	6	2	-
Схема классификации	956	162	24	38	279	54	86	100	80	12	66
Схема предметных заголовков	111	28	3	3	27	-	6	9	12	-	3
Таксономии	105	40	5	-	23	2	25	6	2	-	2
Всего	1293	236	32	41	334	57	117	116	100	14	71

- десятичная классификация Дьюи;
- библиотечно-библиографическая классификация;
- классификация библиотек общего пользования;
- система реального каталога Университетской библиотеки Гейдельберга.

К этим классификациям примыкают классификации книжной торговли:

- маркетинговые классификации детских книг;
- система информации о серой литературе, а также классификации по видам документов;
- классификация карт и атласов Боггса и Льюиса;
- система классификации слайдов;
- схема классификации юридических материалов.

Выделяются классификации, предназначенные для управления и статистики, например:

- классификация областей науки и техники (FOS ОЭСР);
- номенклатура областей науки и техники ЮНЕСКО;
- система товарных групп.

Классификации в сфере образования: таксономия предметных областей послевузовского образования;

- таксономия образцовых программ средней школы;
- схема классификации по профессиональному образованию;
- схема классификации для исследований по чтению и ресурсов по чтению.

Приведем еще примеры классификаций в конкретных сферах:

- система классификации музыкальных инструментов;

- систематика носителей звука;
- план счетов и функциональная классификация;
- система минералогии Дана;
- единая система классификации почв;
- классификация информации канцерогенеза;
- таксономия человеческих факторов;
- правовая классификация франкоязычной Швейцарии;
- лингвистическая классификация;
- институциональная классификационная схема;
- классификация ландшафтной архитектуры;
- классификация организационно-правовых форм юридических единиц.

### Концептуальные KOS

К данной категории относятся наиболее развитые в семантическом отношении KOS. Из выделенных в BARTOC типов это *семантические сети, тезаурусы, онтологии и кольцо синонимов*. Эта категория самая большая в BARTOC, всего в ней 1534 KOS.

Правильным будет отнести к данной категории также разнообразные типы KOS, не представленные в стандартной типологии BARTOC. Это *системы метаданных, фреймы, логические структуры баз данных, тематические карты, графы знаний, фасетные классификации* и другие семантически развитые виды KOS. Многие из них представлены на рис. 1 в классификации KOS, предложенной Р. Суза и соавторами [3]. Некоторые также могут быть найдены в BARTOC при помощи лексического поиска. Например, в этой базе представлено свыше 100 систем

Таблица 11. Распределение по тематике концептуальных KOS

Тип KOS	Всего KOS	Рубрики 1-го уровня ДДК									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Онтология	723	88	6	-	32	5	43	32	17	3	8
Семантическая сеть	7	3	-	-	-	2	1	1	-	-	-
Кольцо синонимов	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Тезаурус	803	126	17	12	297	13	91	105	65	7	54
Всего	1534										

метаданных, хотя они отнесены в этой базе к различным типам KOS. Их краткий обзор предложен далее.

Распределение концептуальных KOS по тематике в BARTOC представлено в таблице 11. Заметим, что тип «онтология» в этой базе очень плохо проиндексирован: только треть онтологий имеет тематическую привязку.

**Кольцо синонимов и семантические сети.** Единственное в базе *кольцо синонимов* – это широко известная большая лексико-семантическая база данных английского языка *WordNet* (<https://wordnet.princeton.edu>). Она включена в тип «семантическая сеть», также как созданный на ее базе сервис *Visuwords* (<http://visuwords.com/>).

К типу семантических сетей относится *KBpedia* (<http://kbpedia.org>) – это комплексная структура или онтология знаний, которая объединяет 7 «основных» общедоступных баз знаний – Википедия, Викиданные, schema.org, DBpedia, GeoNames, OpenCyc и UMBEL. KBpedia основана на универсальных категориях и теории представления знаний Ч. Пирса.

Другие KOS, отнесенные к типу семантической сетей:

- Викиданные (WD);
- служба семантической сети Федерального агентства по охране окружающей среды;
- тезаурус Роже;
- база данных DrugBank по биоинформатике.

**Тезаурусы.** Большинство включенных в BARTOC тезаурусов относятся к стандартизованному типу информационно-поискового тезауруса [10, 11], которые действительно используются для информационного поиска.

Кроме того, в BARTOC представлено несколько KOS, построенных по принципу идеографических, т. е. концептуально организованных словарей:

- тезаурус Роже;
- тезаурус древнеанглийского языка;
- исторический тезаурус английского языка.

Отметим, что из 803 тезаурусов 522 представлены на английском языке или включают

английский язык, 190 – французский, 117 – немецкий. Всего 4 многоязычных тезаурусов включают русский язык.

**Онтологии.** Тип «онтология» представляет в BARTOC очень широкий класс лексико-семантических и логических инструментов. Некоторые из них, часто называемые онтологиями верхнего уровня, рассчитаны на применение в универсальных информационных системах или как источник для онтологий конкретного применения. Другие ориентированы на определенную тематику, предметную область, определенный класс логических задач, доказательств и выводов. В описании некоторых онтологий есть указание на конкретную информационную систему.

Отдельно следует упомянуть онтологии, использующие стандартный для платформы семантического веба формат представления язык веб-онтологий (OWL). Таких онтологий в BARTOC свыше 50.

**Системы метаданных.** Этот тип формально в BARTOC не выделен, но он легко определяется при помощи лексического поиска. Всего в базе 107 KOS этого типа. Среди них можно выделить системы метаданных для описания широкого класса объектов:

- Дублинское ядро метаданных;
- схема метаданных DataCite;
- схема описания полномочий метаданных в RDF (MADS/RDF);
- требования PRISM к публикации метаданных.

Многие метаданные предназначены для описания определенных ресурсов или данных. Например, музейных, лингвистических или географических:

- метаданные для описания и публикации онтологий;
- метаданные для описания исследовательских ресурсов Metadata4Ing;
- терминология LIDO для хранилищ культурного наследия.

- Словари, регистры и каталоги метаданных:
- словарь метаданных ISBD;
  - термины метаданных DCMI;
  - глоссарий стандартов метаданных.

Заметим, что системы метаданных в BARTOC отнесены к разным типам KOS.



## Российские KOS

Российские KOS имеют большую историю и очень разнообразны по задачам и функциям.

**Авторитетные списки.** Самый распространенный тип KOS – это различные перечни наименований объектов реального мира, иногда систематизированные, иногда снабженные разнообразными идентификаторами. Лексические единицы таких перечней называют номенами, а сами перечни могут называться номенклатурами, классификаторами, таксономиями. Частично номены являются именами собственными (персоны, организации, географические наименования), частично – нарицательными (наименования продукции, химические вещества, биологические объекты), а часть представляют имена таксономических группировок, обычно в виде именных словосочетаний.

Особенностью этой категории KOS является то, что разные типы ЛИР создавались в различных традициях и, соответственно, оформлялись по различным моделям. Часть из них имеет официальный характер и утверждается в качестве стандартов или других нормативных документов, некоторые на международном уровне, другие на национальном.

Некоторые KOS формировались в соответствующей научной дисциплине еще до появления информационных систем и имели международный характер (химическая, биологическая, минералогическая номенклатуры, классификация болезней), но большинство создано в различных информационно-управляющих системах (продукция, профессии, услуги, виды деятельности, валюты и прочее).

**Словарно-терминологические ресурсы.** В настоящее время российским пользователям интернета доступны сотни как оцифрованных традиционных словарей, представляющих или включающих русский язык, так и специализированных лексикографических баз данных различного назначения. Назовем наиболее популярные российские агрегаторы лексикографических ЛИР: «Грамота.ру»,

«Словари», Lingvo, «Словари Онлайн», «Мультитран», «Академик», «Словари СС». Из чисто терминологических БД в России известен банк данных «Ростерм» [12].

**Классификационные схемы.** В течение многих лет в СССР активно велись работы в области классификации: в 1960-х гг. даже специальный институт был создан под названием «Институт классификации и кодирования (ВНИИКИ)». Тогда же началась программа исследований под названием «Единая система классификации кодирования технико-экономической информации», создаваемая как часть Общегосударственной автоматизированной системы (ОГАС). В результате был создан комплекс Общесоюзных классификаторов технико-экономической информации, которых в настоящее время насчитывается 32. Нормативный характер этих классификаторов был подтвержден Правительством РФ в 2019 г. [13].

В библиотечной сфере был создан национальный проект Библиотечно-библиографической классификации, которая была ориентирована на массовые и универсальные библиотеки и которая сосуществовала с международной Универсальной десятичной классификацией, ориентированной на научные библиотеки. Подробное исследование библиотечных классификаций содержится в монографии Э. Р. Сукиасяна [14].

Параллельно развивались исследования систем классификации в области научно-технической информации, которые к 1981 г. привели к созданию и утверждению Государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ). Этот рубрикатор в настоящее время является базовой KOS для многих государственных информационных систем. На основе ГРНТИ было создано свыше 200 локальных рубрикаторов научной информации различных сфер деятельности. Подробное описание систем классификации в этой сфере приводится в работе [15].

**Концептуальные KOS.** Большую и разнообразную историю имеют и российские концептуальные KOS. В 1970–1990-х гг. это были информационно-поисковые тезаурусы, число которых по разным отраслям в России

было создано свыше 100. В настоящее время тезаурусы используются в относительно небольшом количестве информационных систем (ИНИОН, ЦНМБ, ЦНСХБ, УИС «Россия» и др.). В монографии [6] описываются также попытки создать общенаучные или универсальные русскоязычные тезаурусы. Специально тезаурусам посвящена монография Н. В. Лукашевич [16]. Также создавались российские идеографические словари [17], представляющие собой другое направление тезаурусов.

В настоящее время в России более активно стали развиваться исследования по созданию онтологий [18]. Известность приобрели исследования под руководством В. Ш. Рубашкина [19]. В последние годы интересный подход к созданию онтологий предлагает коллектив под руководством Н. Е. Каленова [20].

## Заключение

Анализ разнородного характера российских КОС и быстрый рост количества информационных ресурсов, доступных в интернете, приводит к мысли о необходимости мониторинга КОС и их унифицированного представления в регистре, аналогичном BARTOC.

Такой регистр мог бы существенно облегчить создание новых информационных ресурсов и повысить их потенциальную совместимость. Следует учитывать, что существующий сервис обслуживания по общероссийским классификаторам при Российском институте стандартизации (<https://www.standards.ru/catalog/OK1.aspx>), во-первых, включает только КОС, утвержденные нормативными актами, во-вторых, ориентирован на сферу управления и не включает научные информационные продукты, в-третьих, работает на коммерческой основе, что противоречит принципам открытой науки.

Конечной перспективной целью развития этого регистра должны стать навигация и поиск в российском едином цифровом пространстве научных знаний, которые стали предметом обсуждения информационным сообществом в литературе последних лет [21].



## KNOWLEDGE ORGANIZATION SYSTEMS IN THE MODERN INFORMATION SPACE

**Antopolsky Alexander**, Candidate of Philological Sciences, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher at INION RAS. E-mail: ale5695@yandex.ru

**Abstract.** The concept of Knowledge Organization System (KOS) is introduced and discussed. Approaches to the KOS typology are considered. The BARTOC database is analyzed, which contains the most complete list of KOS. The following types are considered: authoritative lists, terminologies and glossaries, hierarchical classifications, metadata systems, thesauri, ontologies. Russian KOS are considered separately. It is proposed to create a database of Russian KOS as a component of the infrastructure of the Russian scientific information space.

**Keywords:** knowledge organization system, thesauri, ontologies, metadata, classifications, glossaries.

### Библиографический список

1. Encyclopedia of Knowledge Organization. Knowledge organization system (KOS) by Fulvio Mazzocchi. URL: <https://www.isko.org/cyclo/kos> (дата обращения: 30.03.2024).
2. Hodge, Gail. 2000. Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files. Washington, DC: Council on Library and Information Resources. Available at 01.06.2023. URL: <http://www.clir.org/pubs/reports/pub91/contents.html> (дата обращения: 30.03.2024).
3. Souza, Renato Rocha, Douglas Tudhope and Mauricio B. Almeida. 2012. «Towards a Taxonomy of KOS: Dimensions for Classifying Knowledge Organization Systems». Knowledge Organization 39, no. 3: 179–192.
4. ISO 25964-2: 2013. Информация и документация – Тезаурусы и взаимодействие с другими словарями – Часть 2: Взаимодействие с другими словарями. ISO (Международная организация по стандартизации) ISO TC46/SC. URL: <https://www.iso.org/schemas/iso25964>
5. ANSI / NISO Z39.19-2005. Рекомендации по созданию, формату и управлению одноязычными контролируруемыми словарями. Bethesda, MD: NISO Press. 2005, R2010.
6. Антопольский А. Б. Лингвистические информационные ресурсы: Монография / Под науч. ред. Д. В. Ефременко. – Москва: ИНИОН РАН, 2022. – 464 с.
7. Попова Л. В. Типологии и классификации словарей // Вестник ЧелГУ. 2012. № 20(274). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tipologii-i-klassifikatsii-slovaey> (дата обращения: 30.03.2024).
8. Resource Families. URL: <https://www.clarin.eu/resource-families> (дата обращения: 30.03.2024).
9. ISO 30042:2008 Systems to manage terminology, knowledge and content – TermBase eXchange (TBX). URL: <https://www.iso.org/standard/45797.html> (дата обращения: 30.03.2024).
10. ГОСТ 7.25-2001. Тезаурус информационно-поисковый одноязычный. Правила разработки, структура, состав и форма представления. – Взамен ГОСТ 7.25-80; Введ. 2002-07-01. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 2001. – 16 с. МТК 191.
11. ГОСТ 7.24-2007. Тезаурус информационно-поисковый многоязычный. Состав, структура и основные требования к построению. – Взамен ГОСТ 7.24-90; введ. 2008-07-01. / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М.: Стандартиформ, 2008. – 7 с.
12. Каталог банка данных «Российская терминология (терминологические словари)». URL: <http://www.gostinfo.ru/catalog/terminlist> (дата обращения: 30.03.2024).
13. Постановление Правительства РФ от 7 июня 2019 г. № 733 «Об общероссийских классификаторах технико-экономической и социальной информации». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201906130019>
14. Сукиасян Э. Р. Каталогизация и классификация. Электронные каталоги и автоматизированные библиотечные системы. – Санкт-Петербург: «Профессия», 2009. – 536 с.
15. Гиляревский Р. С., Шапкин А. В., Белоозеров В. Н. Рубрикатор как инструмент информационной навигации. – Санкт-Петербург: «Профессия», 2008. – 352 с.
16. Лукашевич Н. В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. – Москва: Издательство Московского университета, 2011. – 512 с.
17. Баранов О. С. Идеографический словарь русского языка. – Москва, 2002. – 1200 с. ISBN 5-7042-1080-5
18. Кольчев П. М. Онтология в современной России // Соловьевские исследования. 2011. № 4 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologiya-v-sovremennoy-rossii> (дата обращения: 30.03.2024).
19. Рубашкин В. Ш. Онтологическая семантика, знания, онтологии, онтологически ориентированные методы информационного анализа текстов // 2013. – 348 с. ISBN 978-5-9221-1439-4.
20. Каленов Н. Е. Технология наполнения предметных онтологий пространства научных знаний. Электронные библиотеки. 2021;24(1):101–115. DOI: <https://doi.org/10.26907/1562-5419-2021-24-1-100-115> (дата обращения: 30.03.2024).
21. Единое цифровое пространство научных знаний: проблемы и решения: Сборник научных трудов / Под ред. Н. Е. Каленова, А. Н. Сотникова. – Москва, Берлин: «Директ-Медиа», 2021. – 465 с. DOI: 10.23681/510687

**Bibliography:**

1. Encyclopedia of Knowledge Organization. Knowledge organization system (KOS) by Fulvio Mazzocchi. URL: <https://www.isko.org/cyclo/kos> (access date: 03/30/2024).
2. Hodge, Gail. 2000. Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files. Washington, DC: Council on Library and Information Resources. Available at 06/01/2023. URL: <http://www.clir.org/pubs/reports/pub91/contents.html> (access date: 03/30/2024).
3. Souza, Renato Rocha, Douglas Tudhope and Mauricio B. Almeida. 2012. "Towards a Taxonomy of KOS: Dimensions for Classifying Knowledge Organization Systems." *Knowledge Organization* 39, no. 3: 179–192.
4. ISO 25964–2:2013. Information and documentation – Thesauri and interoperability with other vocabularies – Part 2: Interoperability with other vocabularies. ISO (International Organization for Standardization) ISO TC46/SC. URL: <https://www.iso.org/schemas/iso25964>
5. ANSI/NISO Z39.19–2005. Guidelines for the Creation, Format, and Management of Monolingual Controlled Vocabularies. Bethesda, MD: NISO Press. 2005, R2010.
6. Antopolsky A. B. Linguistic Information Resources: Monograph / Scientific editor D. V. Efremenko. – Moscow: INION RAS, 2022. – 464 p.
7. Popova L. V. Typologies and classifications of dictionaries // *Bulletin of ChelS U.* – 2012. – No. 20 (274). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tipologii-klassifikatsii-slovaey>. (date of access: 30.03.2024).
8. Resource Families. URL: <https://www.clarin.eu/resource-families>. (Accessed: 30.03.2024).
9. ISO 30042:2008 Systems to manage terminology, knowledge and content – TermBase eXchange (TBX). URL: <https://www.iso.org/standard/45797.html> (date of access: 30.03.2024).
10. GOST 7.25–2001. Monolingual information retrieval thesaurus. Rules for development, structure, composition and presentation form. – Replaces GOST 7.25–80; Introduced 2002–07–01. – Moscow: IPK Publishing House of Standards, 2001. – 16 p. MTK 191.
11. GOST 7.24–2007 Multilingual information retrieval thesaurus. Composition, structure and basic requirements for construction. – Replaces GOST 7.24–90; introduced 2008–07–01 / Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification. – Moscow: Standartinform, 2008. – 7 p.
12. Catalogue Data Bank Russian Terminology (Terminological Dictionaries). URL: <http://www.gostinfo.ru/catalog/terminlist> (date of access: 30.03.2024).
13. Resolution of the Government of the Russian Federation of June 7, 2019 No. 733 "On All-Russian Classifiers of Technical, Economic and Social Information" (<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201906130019>).
14. Sukiasyan E. R. Cataloging and classification. Electronic catalogues and automated library systems. – St. Petersburg: Profession, 2009–536 p.
15. Gilyarevsky R. S., Shapkin A. V., Beloozerov V. N. Rubricator as a tool of information navigation. – Saint Petersburg: Profession, 2008. – 352 p.
16. Lukashevich N. V. Thesauruses in tasks of information retrieval. – M.: Moscow University Publishing House, 2011. – 512 p.
17. Baranov O. S. Ideographic Dictionary of the Russian Language. Moscow, 2002. 1200 pp. ISBN 5-7042-1080-5
18. Kolychev P. M. Ontology in modern Russia // *Solovyov studies*. 2011. No. 4 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologiya-v-sovremennoy-rossii> (date of access: 03/30/2024).
19. Ontological semantics, knowledge, ontologies, ontologically oriented methods of information analysis of texts, Rubashkin V. Sh., 2013. 348 p. ISBN 978-5-9221-1439-4.
20. Kalenov N. E. Technology of filling subject ontologies of the space of scientific knowledge. *Electronic libraries*. 2021; 24 (1): 101–115. DOI: <https://doi.org/10.26907/1562-5419-2021-24-1-100-115> (date accessed: 30.03.2024).
21. Unified digital space of scientific knowledge: problems and solutions; collection of scientific papers / edited by N. E. Kalenov, A. N. Sotnikov. – Moscow, Berlin: Direct-Media, 2021. – 465 p. DOI: 10.23681/510687





# INFORMATION RESOURCES OF RUSSIA

## 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, 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 MGIK.



# ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА

**РЭА** МИНЭНЕРГО  
РОССИИ



[irr@rosenergo.gov.ru](mailto:irr@rosenergo.gov.ru)

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](mailto:anna.gorshik@yandex.ru),  
[gorshkova@rosenergo.gov.ru](mailto: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](mailto: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](http://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: 13.12.2024

