

Обеспечение реализации строительных проектов для нефтегазового комплекса на базе технологий искусственного интеллекта

И.И. Лившиц

Национальный исследовательский университет ИТМО,
197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, Россия

Резюме. Цель. Целью исследования является изучение практики применения современных технологий искусственного интеллекта для целей обеспечения реализации международных и национальных строительных проектов в нефтегазовом комплексе. **Метод.** Исследование основано на методах структурного и системного анализа; методов сопоставления современных стандартов, применимых для реализации и оценивания строительных проектов нефтегазового комплекса на базе технологий ИИ. **Результат.** Наиболее важными результатами являются практические примеры и комплексный анализ применения современных технологий ИИ для целей обеспечения реализации строительных проектов в нефтегазовом комплексе. Рассмотрены риски применения технологий ИИ при реализации строительных проектов, поскольку существующая нормативная база национальных и международных стандартов не обеспечивает в полной мере достаточные критерии оценивания таких рисков. **Вывод.** Научная новизна заключается в дополнении существующих методов реализации строительных проектов современными технологиями ИИ, позволяющими добиться измеримых преимуществ (снижения стоимости, повышения точности и скорости технических операций, снижения рисков), которые могут быть численно определены и сопоставлены с известными статьями проектных затрат.

Ключевые слова: информационная технология, искусственный интеллект, стандарт, строительный проект, оценивание рисков, риск искусственного интеллекта, валидация, верификация, цифровая трансформация

Для цитирования: И.И. Лившиц. Обеспечение реализации строительных проектов для нефтегазового комплекса на базе технологий искусственного интеллекта. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2025;52(4):99-105. DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-4-99-105

Supporting the implementation of construction projects for the oil and gas industry using artificial intelligence technologies

I.I. Livshits

National Research University ITMO,
49 Kronverksky Ave., St. Petersburg 197101, Russia

Abstract. Objective. The purpose of this study is to examine the application of modern artificial intelligence technologies to support the implementation of international and national construction projects in the oil and gas sector. **Method.** The study is based on structural and systemic analysis methods, as well as methods for comparing modern standards applicable to the implementation and evaluation of AI-based oil and gas construction projects. **Result.** The most important results are practical examples and a comprehensive analysis of the application of modern AI technologies to support the implementation of construction projects in the oil and gas sector. The risks of using AI technologies in construction projects are considered, as the existing regulatory framework of national and international standards does not provide sufficient risk assessment criteria. **Conclusion.** The scientific novelty lies in complementing existing construction project implementation methods with modern AI technologies, which enable benefits (reduced costs,

increased accuracy and speed of technical operations, and reduced risks) that can be quantified and compared with known project cost items.

Keywords: information technology, artificial intelligence, standard, construction project, risk assessment, artificial intelligence risk, validation, verification, digital transformation

For citation: I.I. Livshits. Supporting the implementation of construction projects for the oil and gas industry using artificial intelligence technologies. Herald of the Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2025; 52(4):99-105. (In Russ) DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-4-99-105

Введение. Проблема применения современных информационных технологий (ИТ) при реализации строительных проектов для нефтегазового комплекса не является новой, однако в настоящее время уровень «насыщения» и полезного применения новых ИТ не является адекватным по отношению к известным и перспективным требованиям [1-4]. Известные примеры строительных проектов для нефтегазового комплекса, реализованных крупнейшими строительными компаниями России и мира, показывают актуальность поддержки инициатив цифровой трансформации, внедрения «цифровых двойников», беспилотных систем и технологий ИИ.

К сожалению, в доступных публикациях практически не рассматриваются технические и экономические детали реализации таких цифровых инициатив, часто ограничиваясь только описанием пилотных проектов [1,5]. Наибольший интерес при реализации крупных строительных проектов для нефтегазового комплекса вызывает реализация экономических преимуществ (снижения стоимости, повышения точности и скорости технических операций, снижения рисков), основанная на документировании рисков современных ИТ, в том числе ИИ. В равной мере аспекты применения современных ИТ, а также проблемы производительности и качества данных для успешного применения технологий ИИ в строительной отрасли рассматриваются в работах зарубежных исследователей [6-8].

Постановка задачи. В определенном смысле для решения данной проблемы могут быть применены актуальные стандарты в области управления ИИ (например, ISO/IEC 42001:2023 Information technology - Artificial intelligence - Management system) и обеспечения кибербезопасности (например, ISO/IEC 27032:2023 Cybersecurity - Guidelines for Internet security). Тем не менее, даже с учетом того факта, что указанные стандарты приняты 2 года назад, они практически мало известны даже разработчикам новых ИТ, в том числе ИИ [9,10]. Кроме того, представляется целесообразным распространить на новые технологии ИИ требования к валидации и верификации программных компонент (например, на базе национального ГОСТ Р серии 57700 Численное моделирование для разработки и сдачи в эксплуатацию высокотехнологичных промышленных изделий. Сертификация программного обеспечения. Требования), но и эта практика, к сожалению, в настоящее время мало известна и практически не применяется [11-13]. Уместно отметить, что даже такие известные ИТ, как системы электронного документооборота могут представлять определенную сложность при внедрении в компанию, выполняющие территориально распределённые проекты для нефтегазового комплекса [12].

Методы исследования. Представляется целесообразным рассмотреть актуальные инициативы Российской Федерации в области стандартизации применения современных ИТ, в частности, цифрового моделирования и ИИ:

- разработка компанией «Газпром нефть» стандарта применения ИИ для строительного надзора (позволило на 80% повысить скорость инспекций новых строительных объектов);
- утверждение Росстандартом нового национального стандарта ГОСТ Р 10.00.00.01 «Единая система информационного моделирования. Термины и определения» (разработка велась на базе Технического комитета по стандартизации ТК 505 «Информационное моделирование»). В стандарте содержится свыше 70 терминов, используемых на всех этапах жизненного цикла объекта моделирования;

— обеспечение Росстандартом фонда национальных стандартов в сфере ИТ – всего более 2000 документов, в том числе: технологий ИИ, кибер-физических систем, информационной поддержки жизненного цикла изделий и др.

Объективно наблюдается неполнота обеспечения современными ИТ (в том числе технологиями ИИ) процесса реализации строительных проектов, что требует пристального изучения известных успешных примеров внедрения таких технологий, формирования критериев оценивания и анализа возможностей тиражирования наиболее применимых технологий к конкретным условиям строительства нефтегазового комплекса в Российской Федерации. Известные примеры применения технологий ИИ при реализации крупнейших международных и национальных строительных проектов применительно к области нефтегазового комплекса представлены в табл 1.

Таблица 1. Примеры применения технологий ИИ при реализации строительных проектов
Table 1. Examples of the application of AI technologies in the implementation of construction projects

Компания Company	Проект Project	Краткое описание Brief Description	Ключевые рычаги воздействия Key Leverage	Экономический эффект Economic Impact
Vinci	Cyclope.ai	Система класса "Spreading Transportation Intelligence" предназначена для обслуживания дорожной деятельности на базе ИИ для создания более управляемых, совместно используемых и устойчивых дорожных сетей	1. Автоматическое обнаружение дорожных инцидентов 2. Автоматическая классификация ТС 3. Анализ трафика на базе интеллектуального видеоанализа	Повышение безопасности, снижение количества инцидентов, детектирование и распознавание ТС на разных дорогах (360 млн транзакций в год) Проект Lima Expresa (VINCI Highways/VINCI Concessions) обеспечил снижение инцидентов в 2023 г. на 70%. Доступность инфраструктуры на уровне 99,9934%
Bouygues	Проект цифровой трансформации на базе ChatGPT	Применение решений на базе ChatGPT для управления стоимостью проектов, выявления рисков для команд управления качеством различных проектов в течении всего строительного цикла	Оптимизация стоимости строительства (более 140 тонн металлоконструкций только на 1 проекте), оптимальное размещение персонала. Снижение привлекаемых рабочих и техники. Применение междисциплинарного решения для оптимизации	1. Снижение стоимости, оптимальное размещение персонала на площадке, исключение повторения проблем. 2. Снижение рисков влияет на увеличение прибыли 9 млн. евро (1-й квартал 2023) против убытков 66 млн. евро (год к году)
Larsen & Toubro	Generative AI (GenAI) на базе платформы Azure OpenAI	Generative AI (GenAI) на базе платформы Azure OpenAI для снижения стоимости строительных работ и планирования оптимального размещения персонала и механизмов	1. Увеличения продуктивности планирования строительных процессов. 2. Разработка новых сервисов для снижения стоимости строительства	Сокращение времени планирования с 2 недель до 10 минут. Снижение стоимости строительства на 2% - 3%.
Fluor Corporation	EPC Project Health Diagnostics (EPhD) и Market Dynamics/Spend Analytics (MD/SA)	Системы EPC Project Health Diagnostics (EPhD) и Market Dynamics/Spend Analytics (MD/SA) анализируют данные на каждой фазе строительного проекта для выявления ключевых трендов и получения точных метрик	1. Решение комплексной проблемы агрегации множества данных, персонала и иных элементов для удержания проекта в сроках и бюджете 2. Реализация предиктивной проектной аналитики и лучшей "последовательности" выполнения строительных работ. 3. Выявление паттернов в структурированных и неструктурированных данных	1. Предсказывать проблемы, например рост затрат, на основе исторических данных; 2. Получать ранние выводы на базе множества факторов; 3. Выявлять корневые причины проблем и потенциальное влияние изменений на процесс принятия решения
Saipem S.p.a	Program AI 4 Engineering	Решение на базе ИИ для управления инженерными проектами и строительством в секторе инфраструктуры. Решение включает управление проектированием, закупками и цепочками поставщиков.	1. Снижение времени на проектные решения 2. Улучшение взаимодействия всех участников больших проектов 3. Применение систем машинного обучения	1. Формирование лучших стратегий реализации проектов 2. Оптимизация строительства на базе 1D, 2D 3D моделей. 3. Оптимизация стоимости выполнения строительных проектов.
Balfour Beatty	Balfour Beatty track inspection system	Система Balfour Beatty track inspection system обеспечивает существенное ускорение и упрощение технических инспекций всего парка ТС на линии, высокое качество распознавания и полную автоматизацию всего процесса	1. Сокращение времени на техническую инспекцию ТС на линии. 2. Полная замена ручного труда на автоматическую цифровую систему инспекций. 3. Значительное повышение уровня безопасности труда	Экономия более 10 млн. фунтов стерлингов в год на стоимости технического обслуживания
TechnipFMC	Cerebra Cognitive Digital Twin	Решение Cerebra Cognitive Digital Twin обеспечивает развитие технологий на базе цифровых практик глубокого машинного обучения,	1. Сокращение времени на реализацию строительных проектов.	1. Формирование быстрой модели для оценивания стратегий реализации проектов 2. Оптимизация стоимости

Компания Company	Проект Project	Краткое описание Brief Description	Ключевые рычаги воздействия Key Leverage	Экономический эффект Economic Impact
		индустриального ИИ и повышения надежности	2. Сокращение стоимости и количества ошибок при выборе стратегии реализации проектов	выполнения строительных проектов (кейс производства стальных труб).
Royal BAM Group	BAM high-tech AI concrete-cure prediction system	Система BAM high-tech AI concrete-cure prediction system обеспечивает ускорение выполнения множества тестов бетона на различных строительных площадках и повышение точности тестирования по сравнению со стандартными методами классического бетонного куба	1. Сокращение времени на реализацию тестов бетона при выполнении строительных проектов. 2. Сокращение стоимости и количества ошибок при тестировании бетона на площадках при реализации проектов	1. Значительное ускорение (несколько дней) против недель на классическом бетонном кубе. 2. Точность до 5%. 3. Автоматическая передача данных по тестированию бетона на мобильные устройства инженеров.
Costain	Trial artificial intelligence	Решение Trial artificial intelligence разработано для управления (формирования прогнозов) дорожного движения в условиях быстрого изменения дорожной обстановки и формирования решения для управления дорожными работами	1. Сокращение времени на реагирование при изменении дорожной обстановки. 2. Снижение количества дорожных инцидентов при изменении дорожной обстановки	1. Быстрое предсказание дорожных ситуаций с учетом дорожных работ и "закрытый" дорог. 2. Быстрый поиск эффективных маршрутов на сетях дорог при изменении дорожной обстановки
Велесстрой	«Поток Рекрутмент»	Проект «Поток Рекрутмент» реализован с модулем ИИ (YandexGPT), предназначен для подбора персонала. Обеспечен унифицированный процесс подбора персонала для группы компаний в единой системе, в частности, реализована «воронка» подбора разных категорий персонала.	1. Оптимизации численности персонала, защита и контроль сроков найма персонала	1. Автоматический подбор персонала на базе ИИ для более чем 100 строительных объектов. 2. Результат проверки службы безопасности и полный отчет по кандидату формируется за 2 минуты
Газпром нефть	Personik AI-платформа	Personik AI-платформа для HR-специалистов обеспечивает функции виртуального помощника для сотрудников «Газпром нефти» и охватывает 3 блока взаимодействия с персоналом: пребординг, онбординг и карьерное развитие	1. Повышение скорости кадровых функций в компании. 2. Снижение стоимости на обеспечение кадровых процессов	1. Повышение скорости кадровых функций в компании
Газпром нефть	Система ИИ для строительного надзора	На базе сервиса дополненной реальности в «Газпром нефти» для дистанционных проверок Росприроднадзора, обеспечено повышение на 80% скорости инспекций, при гарантии качества и снижении расходов на организацию выездного контроля	1. Повышение скорости инспекций для строительного надзора. 2. Повышение качества строительного надзора 3. Снижение расходов на организацию выездного контроля	1. Повышение скорости строительных инспекций на 80%
Сибур	Система «AI-советчик»	AI-советчик на базе ИИ от Сбербанка (GigaChat) для оптимизации закупки МТР позволяет перейти от статичных записей номенклатурных позиций к параметрическим карточкам, благодаря чему система подбирает допустимые аналоги, имеющие преимущества по цене, качеству и доступности	1. Снижение стоимости при обеспечении заданного качества и доступности	Подбор МТР по критериям оптимизации (цена, качество, доступность)

Обсуждение результатов. Изначально выборка содержала свыше 70 проектов, но с учетом необходимости компактного описания в данной публикации рассматривается по одному наиболее представительному проекту реализации технологии ИИ от каждой наиболее крупной международной и российской строительной компании. Глубина поиска составила 5 лет (2020 – 2025 гг.), отбор проектов применения технологий ИИ определялся по релевантности применения для строительных проектов в области нефтегазового комплекса.

В качестве критериев для анализа и сопоставления выбраны:

- ключевые рычаги воздействия (на какие именно факторы реализации строительных проектов могут быть «нацелены» конкретные технологии ИИ для получения в установленный период исчислимого преимущества по сравнению с известными аналогами);
- экономический эффект (численные оценки действительно полученного экономического эффекта на конкретном проекте, например: размер снижения стоимости строительства, процент экономии на материалах, доля оптимизации численности персонала, процент повышения точности и скорости выполнения тестов и технических инспекций и пр.).

На базе полученной выборки применения технологий ИИ для строительных компаний (табл.1) рассмотрим основные векторы наилучшего практического использования на объектах:

1. Контроль исполнения планов реализации проектов (например: компании Larsen & Toubro, Saipem S.p.a.);
2. Управление персоналом, в т.ч. найм, перемещение, удержание, развитие (например: компании Bouygues, Fluor Corporation, Велесстрой);
3. Обеспечение безопасности, в том числе HSE, дорожные инциденты (например: компании Vinci, Costain, Визор Лабс);
4. Удаленные технические инспекции, в т.ч. бетон, парк ТС (например: компании Balfour Beatty, Royal BAM Group, Газпром нефть);
5. Закупки и логистика (например: компании TechnipFMC, Сибур).

Определенно, рассмотренные основные векторы наилучшего практического применения технологии ИИ позволяют выполнить простейший расчет обобщенного экономического эффекта (например, по известным проектам компании Larsen & Toubro и Royal BAM Group). По данным источников (Коммерсант, Gartner) при известном диапазоне затрат на ИТ-проекты (0,9-3,4% в зависимости от конкретной компании) получение экономии даже в 1% - 2% минимум на 1 проекте в течение года является объективно значимым позитивным результатом. Крайне целесообразно обратить внимание и на косвенный экономический эффект, который может быть значительно усилен благодаря «кумулятивному эффекту», когда «простые» проектные сущности переводятся в «цифру» и дают эффект по ранее «невидимым» для высшего менеджмента областям контроля. На рис.1 показан пример отчета по КПД более 500%).

Подкласс	Кол-во ТС	Время работы по ПЛ, ч	Время ДВС, ч	КПД, ч	Тариф, руб/моточас	Стоимость работы по ПЛ	Стоимость полезной работы	Дельта стоимости	% полезной работы
Итого	17	1 477,5	776,8	610,1		3 514 062,50 Р	1 581 608,36 Р	-1 932 454,14 Р	41,3%
Самосвал (10-15т)	1	2,5	19,4	13,4	1621	4 052,50 Р	21 799,30 Р	17 746,80 Р	537,9%
Автогидроподъемник (29м и более)	1	80,0	84,4	71,1	2223	177 840,00 Р	158 054,07 Р	-19 785,93 Р	88,9%
Кран автомобильный (100-190т)	1	120,0	20,3	86,5	4165	499 800,00 Р	360 215,81 Р	-139 584,19 Р	72,1%

Рис. 1 – Пример отчета системы спутникового мониторинга строительной техники

Fig. 1 – Example of a report from a satellite monitoring system for construction equipment

Представленный на рис. 1 пример свидетельствует о том, что даже наличие хорошо известных ИТ не дает гарантии, что в конкретных строительных проектах высшее руководство получит действительно объективные, достоверные и оперативные данные. В расширенном толковании это может означать, что без должного контроля возможно «неаккуратное» применение даже хорошо известных ИТ, что создает серьёзную базу для заблаговременного изучения и анализа рисков применения перспективных технологий ИИ.

Кроме того, известный риск представляют ошибки преобразования данных (например, представлен расчет норматива машино-часов основной строительной техники, значение одного из параметров которого «выработка в смену» составил 10.000 месяцев при установленных единицах измерения «км»), (рис. 2).

НОРМАТИВ МАШИНО-ЧАСОВ ОСНОВНОЙ ТЕХНИКИ НА 1 КМ.										
№	Вид работ	Ед. изм.	Маш. часы на 1 км	Доля	Выработка в смену	Состав технических ресурсов				
						Экскаваторы	Бульдозеры	КТУ	АПС	Лаборатория
1	Сварка в нитку в трассе + контроль	км.	545	0,27	220	1		3	6	2
2	Сварка в нитку	шт.			19	1		3	6	2
3	Изоляция сварных стыков	км.	125	0,06	240			2	1	
4	Разработка траншеи + устройство подушки	км.	400	0,20	200	6	2			
5	Укладка газопровода и балластировка	км.	720	0,35	10 000 мес.	2	1	9		
6	Обратная засыпка газопровода	км.	250	0,12	200	3	2			
	ИТОГО по основным видам работ		2 040			12	5	14	7	2
7	Прочие виды работ		1 520*			10	8	10	2	0
	ВСЕГО на 1 км.		3 560			22	13	24	9	2

Рис. 2 – Пример расчет норматива машино-часов основной техники

Fig. 2 – Example of calculating the standard machine hours for the main equipment

Этот пример объективно подтверждает тот факт, что планирование применения конкретных ИТ, особенно новейших технологий ИИ для строительной компании, оперирующей тысячами единиц техники и десятками тысяч работников, должно опираться на ясную методологию, прошедшую необходимую практическую апробацию не в «комфортных» лабораторных условиях, а на реальных строительных объектах.

Вывод. В представленной публикации рассматривается практика применения современных технологий ИИ для целей обеспечения реализации международных и национальных строительных проектов применительно к области нефтегазового комплекса.

Представлены практические примеры и комплексный анализ применения современных технологий ИИ, которые позволили добиться определенных измеримых преимуществ (снижения стоимости, повышения точности и скорости технических операций, снижения рисков) и сформулированы основные векторы применения технологий ИИ.

Объективно подтверждено, что технологии ИИ позволяют получить существенный экономический эффект не только по основным процессам при реализации строительных проектов, но обеспечивает поддержку «полного цикла» (включая дополнительные и обеспечивающие процессы), которые ранее «выпадали» из общего контура цифровой трансформации (управление персоналом, техническими инспекциями, логистикой).

Полученные результаты могут быть применимы в компаниях, выполняющих строительные проекты к области нефтегазового комплекса.

Библиографический список:

1. Красиков А.А. Перспективы искусственного интеллекта по повышению надежности строительного процесса // В сборнике: Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. сборник статей XXXII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2023. С. 103-105.
2. Антясова П.И., Суркова Н.Е. Анализ перспектив развития цифровых технологий в строительной сфере // Промышленные АСУ и контроллеры. 2021. № 11. С. 26-30.
3. Ивасюк Г.И., Лебедева К.Е. Новые тренды и инновации в строительной отрасли // Экономические исследования и разработки. 2023. № 3-2. С. 116-121.
4. Россихина Л.В., Орлова Д.Е., Чертов В.А. Информационная поддержка принятия решений при управлении региональными инвестиционно-строительными проектами: системный подход // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2024. № 6. С. 1-12.
5. Грищенко В.С. Применение искусственного интеллекта в архитектурно-градостроительном проектировании // В сборнике: Развитие науки и практики в глобально меняющемся мире в условиях рисков (шифр -МКРНИ). Сборник материалов XXX Международной научно-практической конференции. Москва, 2024. С. 237-240.
6. Alawi O.A., Kamar H.M., Yaseen Z.M. Optimizing building energy performance predictions: A comparative study of artificial intelligence models. Journal Of Building Engineering. 2024. Т. 88. С. 109247.
7. Du X., Zhang X., Wang H., Zhi X., Huang J. Assessing green space potential accessibility through urban artificial building data in Nanjing, China. Sustainability. 2020. Т. 12. № 23. С. 9935.
8. Gao D. Application of computer artificial intelligence control technology in the comprehensive utilization of green building energy. Journal of Physics: Conference Series. 2020. Т. 1578. № 1. С. 012027.
9. Лившиц И.И. Верификация данных для процессов цифровой трансформации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6 (81). С. 240-245.
10. Лившиц И.И. Формирование достоверных данных для процессов цифровой трансформации строительных компаний, участвующих в реализации нефтегазовых проектов // Газовая промышленность. 2025. № 1 (876). С. 64-77.
11. Лившиц И.И. Управление рисками безопасности в цепях поставок // Стандарты и качество. 2025. № 1. С. 76-81.
12. Лившиц И.И., Степин Ю.П., Соколов Е.О., Шеховцова И.Р. Математическая модель для оценки безопасности систем электронного документооборота // Газовая промышленность. 2024. № 6(867). С. 76-87.
13. Лившиц И.И., Сунцова Д.И. Методика расчета уровня полноты безопасности для сложных промышленных объектов топливно-энергетического комплекса // Энергобезопасность и энергосбережение. 2024. № 1. С. 5-12.

References:

1. Krasikov A.A. Prospects of Artificial Intelligence for Improving the Reliability of the Construction Process // In the collection: Modern Science: Current Issues, Achievements, and Innovations. Collection of Articles from the XXXIII International Scientific and Practical Conference. Penza, 2023:103-105. (In Russ)

2. Antyasova P.I., Surkova N.E. Analysis of the Prospects for the Development of Digital Technologies in the Construction Sector. *Industrial ACS and Controllers*. 2021;11:26-30. (In Russ)
3. Ivasyuk G.I., Lebedeva K.E. New Trends and Innovations in the Construction Industry. *Economic Research and Development*. 2023;3-2:116-121. (In Russ)
4. Rossikhina L.V., Orlova D.E., Chertov V.A. Information support for decision-making in managing regional investment and construction projects: a systems approach // Scientific and technical information. Series 2: Information processes and systems. 2024;6:1-12. (In Russ)
5. Grishchenko V.S. Application of artificial intelligence in architectural and urban planning // In the collection: Development of science and practice in a globally changing world under risk conditions (code -MKRNP). Collection of materials of the XXX International scientific and practical conference. Moscow, 2024:237-240. (In Russ)
6. Alawi O.A., Kamar H.M., Yaseen Z.M. Optimizing building energy performance predictions: A comparative study of artificial intelligence models. *Journal Of Building Engineering*. 2024; 88:109-247.
7. Du X., Zhang X., Wang H., Zhi X., Huang J. Assessing green space potential accessibility through urban artificial building data in Nanjing, China. *Sustainability*. 2020; 12(23): 99-35.
8. Gao D. Application of computer artificial intelligence control technology in the comprehensive utilization of green building energy. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1578. No. 1. P. 012-027.
9. Livshits I.I. Data verification for digital transformation processes. *Information and economic aspects of standardization and technical regulation*. 2024; 6 (81):240-245. (In Russ)
10. Livshits I.I. Formation of reliable data for digital transformation processes of construction companies involved in oil and gas projects. *Gas Industry*. 2025;1 (876):64-77. (In Russ)
11. Livshits I.I. Security risk management in supply chains. *Standards and quality*. 2025;1: 76-81. (In Russ)
12. Livshits I.I., Stepin Yu.P., Sokolov E.O., Shekhovtsova I.R. Mathematical model for assessing the security of electronic document management systems. *Gas Industry*. 2024;6 (867):76-87. (In Russ)
13. Livshits I.I., Suntsova D.I. Methodology for calculating the safety integrity level for complex industrial facilities of the fuel and energy complex. *Energy safety and energy saving*. 2024;1: 5-12. (In Russ)

Сведения об авторе:

Лившиц Илья Иосифович, доктор технических наук, профессор практики, Livshitz.i@yandex.ru

Information about author:

Ilya I. Livshits, Dr. Sci. (Eng.), Prof. of Practice; Livshitz.i@yandex.ru

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов/The author declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/ Received 06.06. 2025.

Одобрена после рецензирования/Revised 25.07.2025.

Принята в печать/ Accepted for publication 10.10.2025.