

11. GOST 12.1.030-81. *Elektrobezopasnost. Zashchitnoe zazemlenie, zanulenie* [Electrical safety. Protective grounding, neutral grounding]. Moscow: Standartinform; 2001.
12. GOST 10434-82. *Soedineniya kontaktne elektricheskie* [Electrical contact connections]. Moscow: Standartinform; 2007.
13. Kupchikova N. V. Eksperimentalnie issledovaniya po zakrepleniyu slabikh gruntov... [Experimental studies on stabilization of soft soils...]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Civil Engineers' Bulletin]. 2014, no.3 (44), pp. 123–132.
14. Fedorov V. S., Lazutkin Yu. V., Kupchikova N. V. Planirovanie eksperimenta po otsenke vliyaniya kompleksnosti sochetaniya dinamicheskikh vozdei-stvii... [Planning an experiment to assess the impact of a complex combination of dynamic impacts...]. *Stroitelstvo i rekonstruktsiya* [Construction and Reconstruction]. 2025, no. 4 (120), pp. 71–81. DOI: 10.33979/2073-7416-2025-120-4-71-81.
15. Korolev V. V., Shishkina I. V., Knyazev S. S. Novie konstruksii puti relsoshpalnoi reshetki... [New track designs for rail and sleeper grids...]. *Sovremennye problemi sovershenstvovaniya raboti zheleznodorozhnogo transporta* [Modern Problems of Improving the Operation of Rail Transport]. 2017, no. 13, pp. 78–84.
16. Paraskevopulo Yu. G., Sultanov N. N. Sposobi snizheniya shuma i vibratsii ot tramvaya pri stroitelstve tramvainikh putei v gorodakh [Methods for reducing noise and vibration from trams during the construction of tram tracks in cities]. *Tekhnosferная i ekologicheskaya bezopasnost na transporte (TEB-TRANS-2014) : materialy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Sankt-Peterburg, 22–24 oktyabrya 2014 goda* [Technosphere and Environmental Safety in Transport (TEB-TRANS-2014): Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, October 22–24, 2014]. Saint Petersburg: Peterburgskii gosudarstvennii universitet putei soobshcheniya Imperatora Aleksandra I; 2014, pp. 184–188.
17. Fedorov V. S., Lazutkin Yu. V., Kupchikova N. V. Planirovanie eksperimenta po otsenke vliyaniya kompleksnosti sochetaniya dinamicheskikh vozdei-stvii ot nazemnogo i podzemnogo transporta [Planning an experiment to assess the impact of a complex combination of dynamic impacts from surface and underground transport]. *Stroitelstvo i rekonstruktsiya* [Construction and Reconstruction]. 2025, no. 4 (120), pp. 71–81. DOI 10.33979/2073-7416-2025-120-4-71-81.
18. Loktev A. A., Loktev D. A., Illarionova L. A. Modelirovanie vozdeistviya gorodskogo relsovogo transporta na okruzhayushchuyu zastroiku [Modeling the Impact of Urban Rail Transport on Surrounding Development]. *Transport. Transportnie sooruzheniya. Ekologiya* [Transport. Transport Facilities. Ecology]. 2023 no. 1, pp. 52–60. DOI 10.15593/24111678/2023.01.07.
19. Lazutkin Yu. V. Vliyaniye sochetaniya dinamicheskikh vozdeistvii ot nazemnogo i podzemnogo transporta v usloviyakh plotnoi zastroiki megapolisa [The Impact of a Combination of Dynamic Impacts from Surface and Underground Transport in Densely Built-Up Megalopolises]. *Inzhenerno-stroitelnyi vestnik Prikaspiya* [Caspian Engineering and Construction Bulletin]. 2025, no. 1 (51), pp. 28–36. DOI 10.52684/2312-3702-2025-51-1-28-36.
20. Dudkin Ye. P., Chernyaeva V. A. Problemi okhrani truda i geoekologicheskoi opasnosti gorodskogo transporta [Problems of labor protection and geoeological hazards of urban transport]. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti* [Technologies of technosphere safety]. 2014, no. 1 (53), pp. 29.

© Ю. В. Лазуткин, Н. В. Купчикова, А. А. Еремеев

Ссылка для цитирования:

Лазуткин Ю. В., Купчикова Н. В., Еремеев А. А. Комплексные инженерные решения при реконструкции трамвайного депо имени п. л. апакова: от системы электроснабжения до защиты от транспортной вибрации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2026. № 1 (55). С. 80–86.

УДК 004.4:69
DOI 10.52684/2312-3702-2026-55-1-86-93

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ С ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТИМ-МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Н. В. Купчикова, И. А. Демкина, Е. О. Шкруднев

Купчикова Наталья Викторовна, доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции, здания и сооружения», Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-2986-4190; e-mail: kupchikova79@mail.ru;

Демкина Ирина Александровна, студент, Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Российская Федерация;

Шкруднев Егор Олегович, студент, Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Российская Федерация

Объект исследования – программный модуль для автоматизированной проверки ТИМ-моделей зданий и сооружений в формате IFC при прохождении государственной экспертизы проектно-сметной документации. Актуальность обусловлена низкой интеллектуализацией существующих процессов экспертизы, преобладанием ручных и визуальных проверок, отсутствием автоматизированной верификации нормативных требований, что приводит к высокой трудоемкости, субъективности и снижению скорости экспертизы. Метод основан на создании веб-приложения на стеке Python/FastAPI с использованием библиотек ifcopenshell и ifctester для парсинга IFC-файлов и валидации по спецификациям IDS. Реализована двухколоночная схема интерфейса, включающая загрузку моделей, выбор видов проверок (нормативы, коллизии, IDS), отображение результатов с визуализацией нарушений. Для семантического поиска по базе нормативных документов применена RAG-система ИИ-ассистента. Разработанный модуль позволяет выполнять проверку IFC-моделей по ГОСТ, СП, СНиП, выявлять физические и логические коллизии, проводить валидацию по IDS-файлам, формировать детализированные отчеты. Интерфейс содержит интерактивные элементы управления, таймер выполнения, плавающее окно ассистента, адаптивную верстку. Предложенное решение обеспечивает комплексную автоматизацию ключевых этапов экспертизы ТИМ-моделей, снижает влияние человеческого фактора, повышает скорость проверки и не требует установки дополнительного ПО на стороне пользователя.

Ключевые слова: ТИМ, информационное моделирование зданий, государственная экспертиза, IFC, проверка модели, коллизии, IDS, искусственный интеллект, RAG, веб-интерфейс, автоматизация экспертизы, нормативные документы.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE WITH A WEB INTERFACE FOR TIM MODEL CHECKING OF BUILDINGS AND STRUCTURES DURING STATE EXPERT REVIEW

N. V. Kupchikova, I. A. Demkina, Ye. O. Shkrudnev

Kupchikova Natalya Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor of Building Structures, Buildings, and Facilities Department, Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-2986-4190; e-mail: kupchikova79@mail.ru;

Demkina Irina Aleksandrovna, student, Rossiyskiy universitet transporta (MIIT), Moscow, Russian Federation; **Shkrudnev Yegor Olegovich**, student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russian Federation

Object of the study is a software module for automated verification of building and structure TIM models in IFC format during the state expert review of design estimates. Relevance stems from the low intellectualization of existing expert review processes, the predominance of manual and visual checks, and the lack of automated code compliance verification, which leads to high labor intensity, subjectivity, and reduced review speed. Method is based on developing a web application using the Python/FastAPI stack with ifcopenshell and ifctester libraries for IFC parsing and IDS specification validation. A two-column interface layout is implemented, including model upload, selection of check types (regulations, clashes, IDS), and display of results with violation visualization. A RAG-based AI assistant is employed for semantic search across the regulatory database. The developed module enables IFC model checking against GOST, SP, and SNiP regulations, identifies physical and logical clashes, performs validation against IDS files, and generates detailed reports. The interface features interactive controls, an execution timer, a floating assistant window, and adaptive layout. The proposed solution provides comprehensive automation of key TIM model review stages, reduces the human factor influence, increases verification speed, and requires no additional software installation on the user side.

Keywords: *TIM, Building Information Modeling (BIM), state expert review, IFC, model checking, clash detection, IDS, artificial intelligence, RAG, web interface, review automation, regulatory documents.*

Введение

Недостаточная интеллектуализация процессов проверки TIM-моделей зданий и сооружений при прохождении экспертизы проектно-сметной документации в Главгосэкспертизе России (ГГЭ) – это ключевое препятствие на пути массового и эффективного внедрения ТИМ в России.

Как показал опыт отечественных и зарубежных научных источников, недостаточная интеллектуализация на практике проявляется в следующих аспектах:

- большое количество ручных и визуальных проверок, когда эксперты вынуждены вручную «пролистывать» 3D-модель, сравнивать ее с 2D-чертежами и текстовыми разделами проектной документации [4–6];
- большие объемы проверки на соответствие формальным критериям, а не смысловым, так как система заточена под проверку списка документов и их формального соответствия нормам, TIM-модель же содержит семантическую информацию, которую невыгодно извлекать вручную [7–9];
- отсутствие автоматизированной верификации норм, когда большинство нормативных требований (расстояния между объектами, минимальные площади, требования к инсоляции, пожарные разрывы, нагрузочные характеристики) можно формализовать в виде алгоритмов или правил, которые могли бы автоматически проверяться на модели;
- «бумажная» бюрократия в цифровую эпоху, когда TIM-модель часто используется лишь как источник для автоматического получения традиционных 2D-чертежей, которые затем проверяются старыми методами, при этом теряется главное преимущество TIM-работу с информационной моделью как с единым источником.

Последствиями данной проблемы является низкая скорость экспертизы, когда ручные проверки занимают много времени, нивелируя выигрыш в скорости от использования TIM на этапе проектирования; субъективность и человеческий фак-

тор проявляются у разных экспертов, интерпретирование модели и норм по разному ведет к непоследовательности решений; высокая стоимость экспертизы из-за трудоемкости процесса делает услугу дорогой для заказчик; остаются незамеченными ошибки в огромном массиве данных, обработанных ручным методом; торможение развития цифровизации ГГЭ, ввиду того, что проектировщики, зная о неэффективности экспертизы, не имеют достаточных стимулов углубляться в ТИМ, выходя за рамки «для галочки» [10–13].

Существующие коммерческие решения, например, Autodesk Navisworks, Solibri обладают высокой стоимостью лицензий и не всегда адаптированы к российской нормативной базе. В связи с этим разработка отечественного программного модуля с открытым веб-интерфейсом представляет практическую ценность [14–16].

В рамках проекта Главгосэкспертизы России «Экспертиза будущего 7.0: Строим вместе» команда молодых ученых Российского университета транспорта (РУТ МИИТ) под названием «РУТ МИИТ ЭКСПЕРТ» разработала проект на тему «Искусственный интеллект при прохождении экспертизы TIM - моделей зданий и сооружений в цифровой платформе Главгосэкспертизы России».

Научная новизна

Научная новизна работы заключается в разработке и обосновании архитектуры комплексного веб-ориентированного программного модуля, обеспечивающего автоматизированную проверку TIM-моделей в формате IFC по трем ключевым направлениям - соответствие нормативным требованиям, выявление коллизий, валидация по IDS-спецификациям с использованием открытых библиотек ifcopenshell и ifctester. Впервые предложена интеграция RAG-системы на основе семантического поиска для интеллектуальной поддержки эксперта при обращении к базе российских нормативных документов (ГОСТ, СП, СНИП) в рамках единого веб-интерфейса, не требующего установки

дополнительного программного обеспечения. Разработанная трехзвенная архитектура - клиентская часть, серверная обработка и база знаний нормативов обеспечивает масштабируемость и возможность расширения набора проверяемых нормативных требований без изменения ядра системы.

Метод

Описание основной части структуры программного модуля

Модуль реализован в виде веб-приложения на стеке Python/FastAPI + HTML/CSS/JavaScript и обеспечивает проверку IFC-файлов по нормативным требованиям (ГОСТ, СП, СНиП), выявление геометрических и логических коллизий, а также валидацию по спецификациям IDS.

Интерфейс реализован по двухколоночной схеме. Левая колонка содержит элементы управления: интерактивную область загрузки IFC-файла, чекбоксы выбора типов проверок, зону загрузки IDS-файлов, кнопку запуска анализа с прогресс-баром и блок скачивания отчетов. Правая колонка отображает результаты: состав модели, сводку по коллизиям, результаты IDS-проверки и сводку нарушений нормативов [17–19].

Для улучшения пользовательского опыта реализованы следующие функции: отображение таймера выполнения анализа в реальном времени; всплыва-

ющее окно встроенного ассистента с ответами на вопросы по базе нормативной документации; адаптивная верстка для различных устройств; диалоговые окна подтверждения перед удалением файлов.

Разрабатываемый программный модуль представляет собой веб-приложение для проверки ТИМ-моделей в формате IFC по нескольким направлениям:

- проверка по нормативным документам (ГОСТ, СП, СНиП);
- анализ коллизий в модели;
- проверка на соответствие требованиям IDS-файлов;
- формирование отчетов по результатам проверки.

Модуль имеет веб-интерфейс, предназначенный для работы экспертов и инженеров без необходимости установки дополнительного ПО. Обработка моделей фактически разделена на два уровня:

- 1) клиентская часть – HTML/CSS/JavaScript, интерфейс загрузки файлов и отображения результатов;
- 2) серверная часть – модуль обработки IFC, IDS и формирования отчетов.

Такое разделение позволяет независимо доработать подключить реальные сервисы проверки по нормативам без изменения клиентского интерфейса.

Рис. 1. Окно загрузки модели программного модуля (иллюстрация авторов)
Fig. 1. Model upload window of the software module (illustration by the authors)

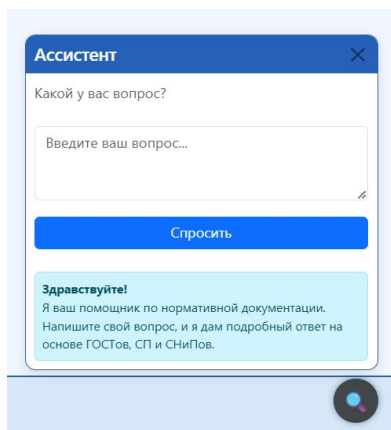


Рис. 2. Окно программного модуля «ИИ-ассистент» (иллюстрация авторов)

Fig.2. AI Assistant" window of the software module (illustration by the authors)

Для парсинга IFC-файлов применяется библиотека ifcopenshell, являющаяся стандартом де-факто в области обработки открытого формата IFC. Проверка по IDS-спецификациям выполняется с использованием библиотеки ifctester [20]. Поэлементная структура веб-интерфейса с подробным описанием сведена в таблице 1. Основные интерфейсные компоненты и их реализация с детализацией реализации представлены в таблице 2.

ИИ-ассистент берет на себя рутину по поиску информации в базе нормативов. В основе его работы лежит интеллектуальная RAG-система (рис. 5). Эксперт задает вопрос на естественном языке, система семантически анализирует смысл запроса и обращается к структурированной базе СП и ГОСТов.

Таблица 1

Структура веб-интерфейса

N п/п	Элемент структуры	Состав и описание
1	2	3
2	Левая колонка – панель управления	Загрузка IFC файла. Выбор типов проверок, нормативы, коллизии, IDS. Загрузка IDS файлов. Запуск анализа и просмотр прогресса. Блок скачивания отчетов. Список HTML отчетов по IDS
3	Правая колонка – панель результатов	Состав модели. Сводка по коллизиям. Результаты IDS проверки. Перечень нарушений нормативов
4	Дополнительные элементы	Шапка с названием системы. Низ экрана с информацией о разработчиках (см. рис. 1). Плавающее окно «Ассистент» - правый нижний угол, открывается по кнопке (см. рис. 2)

Таблица 2

Основные интерфейсные компоненты и их реализация

N п/п	Компонент	Функциональность	Детали реализации
1	2	3	4
2	Загрузка IFC файла	Загрузка файла в формате IFC	Интерактивная область загрузки файлов; возможность выбора через диалог; отображение имени файла с кнопкой удаления
3	Выбор типа проверки	Выбор видов анализа	Три чекбоксы: «Проверка по нормативам», «Проверка коллизий», «Проверка по IDS файлам». Активация последнего динамически показывает или скрывает карточку загрузки IDS (см. рис. 3)
4	Загрузка IDS файлов	Загрузка нескольких файлов .ids	Интерактивная область загрузки файлов; список выбранных файлов; кнопка очистки списка с подтверждением через модальное окно; сворачиваемый/разворачиваемый список имен файлов.
5	Прогресс анализа	Отображение хода выполнения	Прогресс-счетчик с процентом; текстовое описание стадии и деталей; отображение времени выполнения. Для отслеживания хода анализа реализованы функции: startProgressTimer – запуск таймера, stopProgressTimer – остановка таймера, updateProgressTime – обновление времени выполнения, updateProgress – обновление прогресса, setProgressComplete – установка статуса завершения, setProgressError – установка статуса ошибки, resetProgress – сброс прогресса (см. рис. 3)

Продолжение таблицы 2

N п/п	Компонент	Функциональность	Детали реализации
	2	3	4
6	Вывод результатов	Отображение итогов анализа	Состав модели – карточка с количеством элементов, стены, двери, окна, перекрытия). Сводка по коллизиям - карточка с количеством всех, физических, логических и критических коллизий + статус; нет коллизий / предупреждение / критично. Нарушения нормативов – список типов объектов и нарушенных параметров с количеством нарушений. Результаты IDS проверки – краткая статистика сколько IDS файлов прошло, сколько с ошибками и список по каждому файлу. IDS отчеты – список имен отчетов с кнопками «Открыть» и «Скачать», а также кнопка «Скачать все»
7	Окно «Ассистент»	Интерактивная помощь по нормативам	Всплывающее окно в правом нижнем углу. Открывается по круглой кнопке «?», закрывается по крестик в заголовке. Содержит поле ввода вопроса, кнопку «Спросить» и область вывода диалога. При открытии отображает приветственное сообщение с описанием функционала. Отправленный вопрос добавляется в историю диалога

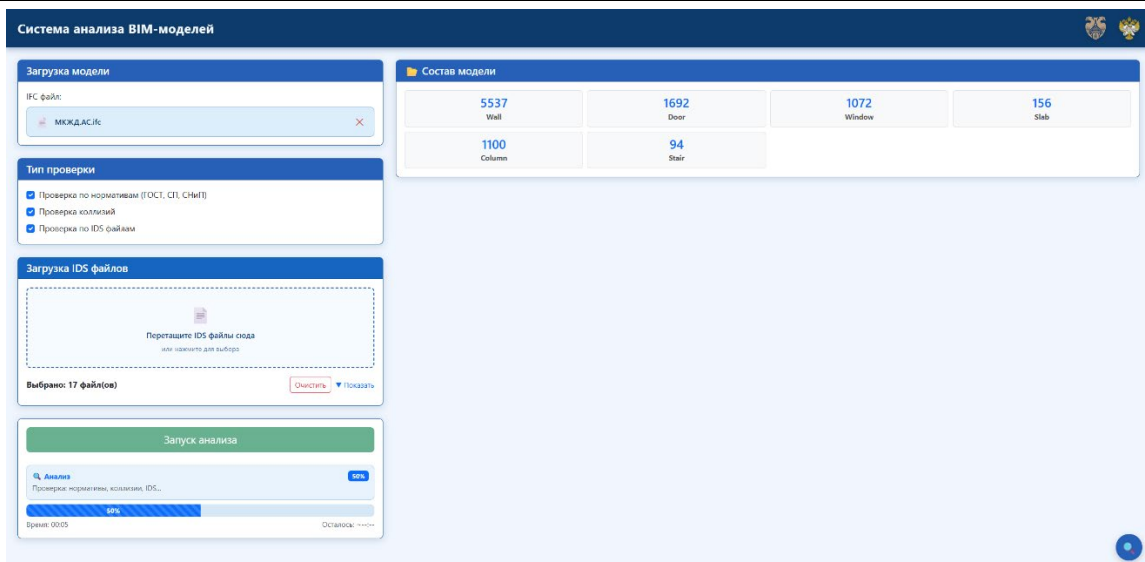


Рис. 3. Окно загрузки модели и запуска анализа (иллюстрация авторов)
 Fig. 3. Model upload and analysis launch window (illustration by the authors)

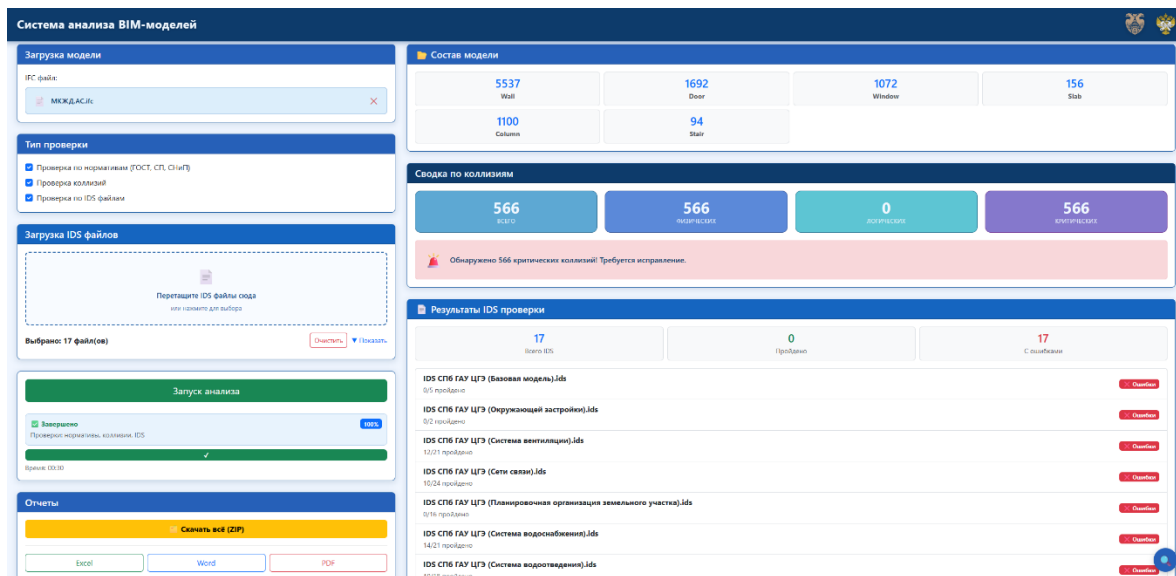


Рис. 4. Окно программного модуля по сводке коллизий и результатам проверки (иллюстрации авторов)
 Fig. 4. Software module window with clash summary and check results (illustrations by the authors)



Рис. 5. RAG-система ИИ-ассистента (иллюстрация авторов)
 Fig. 5. AI Assistant RAG system (illustration by the authors)

Заключение

1. Разработан программный модуль, позволяющий выполнять комплексную автоматизированную проверку ТИМ-моделей в формате IFC по трем направлениям: соответствие нормативным требованиям (ГОСТ, СП, СНиП), выявление физических и логических коллизий, валидация по пользовательским IDS-спецификациям.
2. Трехзвенная архитектура веб-приложения – клиентская часть на HTML/CSS/JavaScript, серверная обработка на Python/FastAPI с библиотеками ifcopenshell и ifctester, база знаний нормативных документов обеспечивает масштабируемость, независимую доработку отдельных компонентов и возможность расширения нормативной базы без изменения ядра системы.
3. Внедренный в интерфейс ИИ-ассистент на основе RAG-системы позволяет эксперту форму-

лировать запросы на естественном языке и получать релевантные выдержки из нормативной документации, сокращая время поиска информации и снижая вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

4. Реализованный веб-интерфейс не требует установки дополнительного программного обеспечения на стороне пользователя, предоставляет интерактивные элементы управления и адаптивную верстку, что упрощает внедрение модуля в работу экспертных организаций.

5. Проведенное тестирование модуля на тестовых IFC-моделях подтвердило его работоспособность и высокую скорость обработки по сравнению с ручными методами проверки, что позволяет сократить трудоемкость экспертизы и повысить ее объективность.

Список литературы

1. Купчикова Н. В. Цифровизация в реализации инвестиционно-строительного проекта крытого горнолыжного комплекса «Ледяное сердце» с масштабированием в регионы Российской Федерации / Н. В. Купчикова, М. А. Баталов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2024. – № 1 (47). – С. 32–37. – DOI 10.52684/2312-3702-2024-47-1-32-37.
2. Саруханян С. В. Применение искусственного интеллекта в строительстве и проектировании зданий / С. В. Саруханян // Искусственный интеллект. Формирование будущего : материалы I Международной научно-практической конференции, Краснодар, 29 апреля 2024 года. – Краснодар : ИП Алзидан М., 2024. – С. 211–214.
3. Золина Т. В. Цифровые кейсы как инструмент цифровой трансформации проектной деятельности / Т. В. Золина, Н. В. Купчикова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 4 (46). – С. 86–91. – DOI 10.52684/2312-3702-2023-46-4-86-91.
4. Купчикова Н. В. Концепция управления экспертизой геоподосновы, оснований и фундаментов на всех стадиях жизненного цикла / Н. В. Купчикова, А. С. Таркин, Е. Е. Купчиков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 1 (39). – С. 101–104. – DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-101-104.
5. Зозуля В. А. Справочно-методическое пособие по вопросам организации и проведения государственной экспертизы проектной документации объектов капитального строительства / В. А. Зозуля, В. А. Зозуля. – Санкт-Петербург : Зодчий, 2009. – 219 с. – ISBN 978-5-904560-05-8.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019617412. «Государственная информационная система «Единый государственный реестр заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства» : № 2019616321 : заявл. 31.05.2019 ; опубл. 06.06.2019 ; заявитель Российская Федерация, от имени которой выступает Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации.



7. Рослякова О. Ю. Особенности организации и проведения государственной экспертизы проектной документации / О. Ю. Рослякова, Ю. В. Скрипкина // Будущее науки – 2018 : сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 25–26 апреля 2018 года : в 4 т. / отв. ред. А. А. Горохов. – Курск : Университетская книга, 2018. – Т. 3. – С. 353–357.
8. Купчикова Н. В. Цифровизация процессов стадии строительства в реализации инвестиционно-строительного проекта многофункционального жилого комплекса / Н. В. Купчикова, Т. В. Золина, К. Е. Джантазаева, Е. Е. Купчиков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 4 (42). – С. 71–80. – DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-71-80.
9. Золина Т. В. Цифровизация предпроектной и проектной стадий в реализации инвестиционно-строительного проекта многофункционального жилого комплекса / Т. В. Золина, Н. В. Купчикова, К. Е. Джантазаева, Е. Е. Купчиков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 3 (41). – С. 144–148. – DOI 10.52684/2312-3702-2022-41-3-144-148.
10. Золина Т. В. Предпосылки к разработке концепции цифровизации процессов всех стадий жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта многофункционального жилого комплекса / Т. В. Золина, Н. В. Купчикова, К. Е. Джантазаева // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы V Национальной научно-практической конференции с международным участием, приуроченной ко Дню российской науки, Астрахань, 08–09 февраля 2022 года. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 155–161.
11. Скибель Д. А. Как искусственный интеллект повлияет на процесс проектирования в строительстве / Д. А. Скибель, С. Р. Юмагузина // Концепции развития и эффективного использования научного потенциала общества : сборник статей Международной научно-практической конференции, Ижевск, 02 октября 2024 года. – Уфа : ООО «Омега сайнс», 2024. – С. 9–10.
12. Слепушкин Д. В. Возможности искусственного интеллекта и автоматизации процессов проектирования в строительстве: библиометрический анализ / Д. В. Слепушкин, Д. Ю. Бурлов // Вестник Московского государственного строительного университета. – 2025. – Т. 20, № 3. – С. 440–455. – DOI 10.22227/1997-0935.2025.3.440-455.
13. Амирханов М. Т. Перспективы использования искусственного интеллекта в проектировании и строительстве / М. Т. Амирханов // Молодежь и XXI век – 2025 : сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 20–21 февраля 2025 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 55–58.
14. Литвиненко Д. Г. Применение искусственного интеллекта в проектировании и строительстве / Д. Г. Литвиненко // Вестник науки. – 2023. – Т. 3, № 11 (68). – С. 936–939.
15. Гончаренко В. В. Роль и применение искусственного интеллекта в процессе проектирования и строительства / В. В. Гончаренко, Н. Г. Павлов // Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Орел, 16–17 ноября 2023 года. – Орел : Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, 2023. – С. 89–94.
16. Плескачев А. В. Практические аспекты создания и функционирования Единого государственного реестра заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства / А. В. Плескачев // Вестник государственной экспертизы. – 2017. – № 1 (2). – С. 66–69.
17. Ровенская С. А. Государственная экспертиза проектной документации с использованием блочно-модульных установок и оборудования / С. А. Ровенская, Ю. Ю. Котова // Вестник государственной экспертизы. – 2021. – № 1 (18). – С. 68–72.
18. Коробко В. Б. Анализ и совершенствование государственной экспертизы проектной документации на соответствие требованиям пожарной безопасности / В. Б. Коробко, А. В. Красавин, А. И. Думилин, Н. А. Красильников // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т. 16, № 1. – С. 41–49.
19. Фаустов А. А. Конструкционный подход к разработке сильного искусственного интеллекта / А. А. Фаустов // Московский транспорт. Наука и проектирование. – 2025. – № 4 (4). – С. 59–70.
20. Красноженов Г. Г. Задачи, вызовы и эффективность интеллектуальных технологий для цифрового проектирования / Г. Г. Красноженов, С. А. Лебедев // Московский транспорт. Наука и проектирование. – 2025. – № 3 (3). – С. 56–74.

References

1. Kupchikova N. V., Batalov M. A. Tsifrovizatsiya v realizatsii investitsionno-stroitel'nogo proekta kritogo gornolizhnogo kompleksa «Ledyanoe serdtse» s masshtabirovaniem v regioni Rossiiskoi Federatsii [Digitalization in the implementation of the investment and construction project of the indoor ski resort "Ice Heart" with scaling to the regions of the Russian Federation]. *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. 2024, no. 1 (47), pp. 32–37. DOI 10.52684/2312-3702-2024-47-1-32-37.
2. Sarukhanyan S. V. Primenenie iskusstvennogo intellekta v stroitel'stve i proektirovanii zdaniy [Application of artificial intelligence in construction and building design]. *Iskusstvennyi intellekt. Formirovaniye budushchego : materialy I Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi kon-ferentsii, Krasnodar, 29 aprelya 2024 goda* [Artificial Intelligence. Shaping the Future: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, April 29, 2024]. Krasnodar: IP Alzidan M.; 2024, pp. 211–214.
3. Zolina T. V., Kupchikova N. V. Tsifrovie keisi kak instrument tsifrovoi transformatsii proektnoi deyatel'nosti [Digital cases as a tool for digital transformation of project activities]. *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. 2023, no. 4 (46), pp. 86–91. DOI 10.52684/2312-3702-2023-46-4-86-91.
4. Kupchikova N. V., Tarkin A. S., Kupchikov Ye. Ye. Kontseptsiya upravleniya ekspertizoi geopodsovi, osnovanii i fundamentov na vseh stadiyakh zhiznennogo tsikla [The concept of managing the examination of the geodetic base, foundations and foundations at all stages of the life cycle]. *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. 2022, no. 1 (39), pp. 101–104. DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-101-104.
5. Zozulya V. A., Zozulya V. A. Spravochno-metodicheskoe posobie po voprosam organizatsii i provedeniya gosudarstvennoi ekspertizy i proektnoi dokumentatsii obektov kapital'nogo stroitel'stva [A reference and methodological manual on the organization and conduct of state examination of design documentation for capital construction projects]. Saint Petersburg : Zodchii; 2009, 219 p. ISBN 978-5-904560-05-8.
6. *Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmi dlya EVM № 2019617412. «Gosudarstvennaya informatsionnaya sistema "Edinii gosudarstvennii reestr zaklyucheniiy ekspertizy proektnoi dokumentatsii obektov kapi-talnogo stroitel'stva» : № 2019616321 : zayavl. 31.05.2019 : opubl. 06.06.2019 ; zayavitel Rossiiskaya Federatsiya, ot imeni kotoroi vystupaet Ministerstvo*

stroitelstva i zhilishchno-kommunalnogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii [Certificate of state registration of computer program No. 2019617412. "State information system "Unified state register of expert opinions on design documentation of capital construction projects": No. 2019616321: declared 31.05.2019; published 06.06.2019; applicant: Russian Federation].

7. Roslyakova O. Yu., Skripkina Yu. V. Osobennosti organizatsii i provedeniya gosudarstvennoi ekspertizy proektnoi dokumentatsii [Features of organizing and conducting state expertise of design documentation]. *Budushchee nauki – 2018 : sbornik nauchnikh statei 6-i Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii, Kursk, 25–26 aprelya 2018 goda* [The Future of Science – 2018: a collection of scientific articles from the 6th International Youth Scientific Conference, Kursk, April 25–26, 2018]. Kursk: Universitetskaya kniga; 2018, vol. 3, pp. 353–357.

8. Kupchikova N. V., Zolina T. V., Dzhantazaeva K. Ye., Kupchikov Ye. Ye. Tsifrovizatsiya protsessov stadii stroitelstva v realizatsii investitsionno-stroitel'nogo proekta mnogofunktional'nogo zhilogo kompleksa [Digitalization of the construction stage processes in the implementation of an investment and construction project for a multifunctional residential complex]. *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. 2022, no. 4 (42), pp. 71–80. DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-71-80.

9. Zolina T. V., Kupchikova N. V., Dzhantazaeva K. Ye., Kupchikov Ye. Ye. Tsifrovizatsiya predproektnoi i proektnoi stadii v realizatsii investitsionno-stroitel'nogo proekta mnogofunktional'nogo zhilogo kompleksa [Digitalization of the pre-project and design stages in the implementation of an investment and construction project for a multifunctional residential complex]. *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. 2022, no. 3 (41), pp. 144–148. DOI 10.52684/2312-3702-2022-41-3-144-148.

10. Zolina T. V., Kupchikova N. V., Dzhantazaeva K. Ye. Predposilki k razrabotke kontseptsii tsifrovizatsii protsessov vseh stadii zhiznennogo tsikla investitsionno-stroitel'nogo proekta mnogofunktional'nogo zhilogo kompleksa [Prerequisites for the development of a concept for digitalization of processes at all stages of the life cycle of an investment and construction project of a multifunctional residential complex]. *Innovatsionnoe razvitiye regionov: potentsial nauki i sovremennogo obrazovaniya : materialy V Natsionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnim uchastiem, priurochennoi ko Dnyu rossiskoi nauki, Astrakhan, 08–09 fevralya 2022 goda* [Innovative Development of Regions: The Potential of Science and Modern Education: Proceedings of the V National Scientific and Practical Conference with International Participation, Timed to Occasion Russian Science Day, Astrakhan, February 8–9, 2022]. Astrakhan: Astrakhanskii gosudarstvennii arkhitekturno-stroitel'nyi universitet; 2022, pp. 155–161.

11. Skibel D. A., Yumaguzina S. R. Kak iskusstvennii intellekt povliyaet na protsess proektirovaniya v stroitel'stve [How artificial intelligence will impact the design process in construction]. *Kontseptsii razvitiya i effektivnogo ispolzovaniya nauchnogo potentsiala obshchestva : sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Izhevsk, 02 oktyabrya 2024 goda* [Concepts for the Development and Effective Use of the Scientific Potential of a Society: Collection of Articles from the International Scientific and Practical Conference, Izhevsk, October 2, 2024]. Ufa: OOO «Omega sains»; 2024, pp. 9–10.

12. Slepshkin D. V., Burlov D. Yu. Vozmozhnosti iskusstvennogo intellekta i avtomatizatsii protsessov proektirovaniya v stroitel'stve: bibliometricheskii analiz [Potential of artificial intelligence and automation of design processes in construction: a bibliometric analysis]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta* [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering]. 2025, vol. 20, no. 3, pp. 440–455. DOI 10.22227/1997-0935.2025.3.440-455.

13. Amirkhanov M. T. Perspektivi ispolzovaniya iskusstvennogo intellekta v proektirovanii i stroitel'stve [Prospects for the use of artificial intelligence in design and construction]. *Molodezh i XXI vek – 2025 : sbornik nauchnikh statei 14-i Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii, Kursk, 20–21 fevralya 2025 goda* [Youth and the 21st Century – 2025: Collection of scientific articles from the 14th International Youth Scientific Conference, Kursk, February 20–21, 2025]. Kursk: ZAO «Universitetskaya kniga»; 2025, pp. 55–58.

14. Litvinenko D. G. Primenenie iskusstvennogo intellekta v proektirovanii i stroitel'stve [Application of artificial intelligence in design and construction]. *Vestnik nauki* [Science Bulletin]. 2023, vol. 3, no. 11 (68), pp. 936–939.

15. Goncharenko V. V., Pavlov N. G. Rol i primeneniye iskusstvennogo intellekta v protsesse proektirovaniya i stroitel'stva [The Role and Application of Artificial Intelligence in the Design and Construction Process]. *Intellektualnie sistemy v agrarnom i stroitel'nom komplekse : sbornik materia-lov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Orel, 16–17 noyabrya 2023 goda* [Intelligent systems in the agricultural and construction complex: collection of materials from the International scientific and practical conference, Orel, November 16–17, 2023]. Orel: Orlovskii gosudarstvennii agrarnii universitet im. N. V. Parakhina; 2023, pp. 89–94.

16. Pleskachev A. V. Prakticheskie aspekty sozdaniya i funktsionirovaniya Yedinogo gosudarstvennogo reestra zaklyu-cheni-ekspertizy proektnoi dokumentatsii ob'ektov kapital'nogo stroitel'stva [Practical aspects of the creation and functioning of the Unified state register of expert examination conclusions of design documentation of capital construction projects]. *Vestnik gosudarstvennoi ekspertizy* [State Expertise Bulletin]. 2017, no. 1 (2), pp. 66–69.

17. Rovenskaya S. A., Yu. Yu. Kotova Gosudarstvennaya ekspertiza proektnoi dokumentatsii s ispolzovaniem blochno-modul'nykh usta-novok i oborudovaniya [State expertise of design documentation using block-modular units and equipment]. *Vestnik gosudarstvennoi ekspertizy* [Bulletin of State Expertise]. 2021, no. 1 (18), pp. 68–72.

18. Korobko V. B., Krasavin A. V., Dumilin A. I., Krasilnikov N. A. Analiz i sovershenstvovanie gosudarstvennoi ekspertizy proektnoi dokumentatsii na sootvetstvie trebovaniyam pozharnoi bezopasnosti [Analysis and improvement of the state expert examination of design documentation for compliance with fire safety requirements]. *Pozharovzrivobezopasnost* [Fire and Explosion Safety]. 2007, vol. 16, no. 1, pp. 41–49.

19. Faustov A. A. Konstruktsionnii podkhod k razrabotke sil'nogo iskusstvennogo intellekta [A structural approach to developing strong artificial intelligence]. *Moskovskii transport. Nauka i proektirovanie* [Moscow Transport. Science and Design]. 2025, no. 4 (4), pp. 59–70.

20. Krasnozhenov G. G., Lebedev S. A. Zadachi, vizovi i effektivnost intellektualnykh tekhnologii dlya tsifrovogo proektirovaniya [Tasks, challenges and efficiency of intelligent technologies for digital design]. *Moskovskii transport. Nauka i proektirovanie* [Moscow Transport. Science and Design]. 2025, no. 3 (3), pp. 56–74.

© Н. В. Купчикова, И. А. Демина, Е. О. Шкруднев

Ссылка для цитирования:

Купчикова Н. В., Демина И. А., Шкруднев Е. О. Разработка программного модуля с веб-интерфейсом для проверки тим-моделей зданий и сооружений при прохождении государственной экспертизы // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2026. № 1 (55). С. 86–93.