

Автоматизация формирования исполнительной документации на основе цифровой информационной модели

Елена Владиславовна Кац¹, Алина Владимировна Суворова²

¹ *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия;*

² *Московский архитектурно-художественный проектный институт имени академика Полянского (МАХПИ имени академика Полянского); г. Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Исполнительная документация (ИД), в том числе акты освидетельствования скрытых работ (АОСР), является ключевым элементом строительного контроля, обеспечивающим подтверждение качества и соответствия выполненных работ проектной и нормативной документации. В условиях цифровизации строительной отрасли и внедрения технологий информационного моделирования актуальной становится задача снижения трудоемкости и ошибок при подготовке исполнительных документов. Несмотря на развитие информационного моделирования, практические решения по автоматическому формированию содержания актов на основе цифровой информационной модели (ЦИМ) остаются недостаточно разработанными. Цель исследования — разработка и экспериментальная проверка подхода к автоматизации формирования АОСР на основе ЦИМ, связанной с календарно-сетевым планом (КСП) (4D-ЦИМ).

Материалы и методы. В качестве исходных данных использованы ЦИМ здания в формате IFC, КСП строительства и спецификации материалов в табличном виде. Применены методы анализа данных информационной модели, логического сопоставления элементов ЦИМ и работ календарного плана, а также алгоритмическая обработка сведений с использованием языка Python и открытых форматов обмена.

Результаты. Разработаны модель данных и алгоритм автоматического заполнения ключевых полей АОСР. Реализован программный прототип генератора актов, проведена его апробация на пилотных объектах. Получены количественные показатели эффективности, демонстрирующие сокращение времени подготовки одного акта в 3–4 раза, снижение числа ошибок до единичных случаев и достижение уровня автозаполнения порядка 90 % по сравнению с традиционными и специализированными программными подходами.

Выводы. Результаты подтверждают целесообразность использования 4D-ЦИМ для автоматизации формирования ИД. Предложенный подход повышает достоверность и прозрачность актов, снижает влияние человеческого фактора и может быть рекомендован для внедрения в практику строительного контроля и в среды общих данных строительных проектов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: исполнительная документация, акт освидетельствования скрытых работ, цифровая информационная модель, 4D-моделирование, календарно-сетевой план, автоматизация документооборота, ТИМ, BIM-технологии, строительный контроль

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Кац Е.В., Суворова А.В. Автоматизация формирования исполнительной документации на основе цифровой информационной модели // Вестник МГСУ. 2026. Т. 21. Вып. 4. С. 652–666. DOI: 10.22227/1997-0935.2026.4.652-666

Автор, ответственный за переписку: Елена Владиславовна Кац, MakishaEV@mgsu.ru.

Automation of as-built documentation generation based on a digital information model

Elena V. Kats¹, Alina V. Suvorova²

¹ *Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation;*

² *Moscow Architectural and Art Design Institute named after Academician Polyansky (MAKhPI named after Academician Polyansky); Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. As-built documentation, including As-Built Inspection Certificates for concealed works, is a critical element of construction control, ensuring verification of quality and compliance with design and regulatory requirements. In the context of construction industry digitalization and the adoption of building information modelling technologies, reducing labour intensity and errors in the preparation of as-built documents becomes an important task. Despite the development of information modelling, practical solutions for the automated generation of certificate content based on a digital information

model remain insufficiently developed. The purpose of this study is to develop and experimentally validate an approach to automating the generation of As-Built Inspection Certificates using a digital information model linked with a construction schedule (4D BIM).

Materials and methods. The study uses a building digital information model in IFC format, a construction schedule, and material specifications in tabular form as input data. The research applies methods of BIM data analysis, logical mapping between BIM elements and schedule activities, and algorithmic data processing using the Python programming language and open data exchange formats.

Results. A data model and an algorithm for automatic population of key fields of As-Built Inspection Certificates were developed. A software prototype of a certificate generator was implemented and tested on a pilot construction project. Quantitative performance indicators demonstrate a 3–4 times reduction in the time required to prepare a single certificate, a decrease in the number of errors to isolated cases, and an autofill completeness level of approximately 90 % compared to traditional spreadsheet-based and specialized software approaches.

Conclusions. The results confirm the feasibility and effectiveness of using 4D BIM for automating the preparation of as-built documentation. The proposed approach improves the reliability and transparency of certificates, reduces the impact of human factors, and can be recommended for implementation in construction control practice and common data environments of construction projects.

KEYWORDS: as-built documentation, As-Built Inspection Certificate, digital information model, BIM, 4D BIM, construction schedule, document automation, construction control

FOR CITATION: Kats E.V., Suvorova A.V. Automation of as-built documentation generation based on a digital information model. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2026; 21(4):652-666. DOI: 10.22227/1997-0935.2026.4.652-666 (rus.).

Corresponding author: Elena V. Kats, MakishaEV@mgsu.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Исполнительная документация (ИД) в строительстве (включая акты освидетельствования скрытых работ — АОСР) играет ключевую роль в контроле качества и сроков строительства [1, 2]. Процесс подготовки АОСР традиционно осуществляется вручную или с использованием разрозненных средств, что сопряжено с большими затратами и рисками ошибок при заполнении [3, 4]. Существуют два основных подхода к автоматизации подготовки АОСР: табличные шаблоны (электронные таблицы) с формулами, предусматривающие значительный ручной ввод данных; специализированные программные системы ведения ИД. В первом случае, несмотря на частичную автоматизацию вычислений с помощью формул, ответственность за внесение всех исходных данных лежит на пользователе, и вероятность пропустить или неверно указать информацию остается высокой. Во втором случае (например, применение программ типа «Алтиус») акты могут генерироваться автоматически на основе ранее заполненного электронного общего журнала работ, однако исходные данные (журнал) все равно вводятся вручную, а интеграция с информационной моделью (ИМ) объекта отсутствует. Таким образом, ни табличные решения, ни имеющиеся коммерческие системы полностью не устраняют проблему дублирования ввода и не используют преимущества информационного моделирования.

Российская нормативная база стимулирует внедрение технологий информационного моделирования (ТИМ) в управление строительством, что отражается и на требованиях к ИД. В частности, Постановление Правительства РФ № 331 от

05.03.2021¹ обязывает формировать ИМ государственных заказчиков, а также иных технических заказчиков при строительстве многоквартирных домов, если проектная документация на них подлежит экспертизе, и при строительстве индивидуальных домов и малоэтажных комплексов, если для них разрабатывается проектная документация. Постановление Правительства РФ № 614 от 17.05.2024² устанавливает, что на этапе строительства ИД должна дополняться материалами из цифровой информационной модели (ЦИМ) объекта. Эти требования создают предпосылки для использования данных ЦИМ не только при проектировании, но и при оформлении исполнительных документов на этапе строительства.

4D-ЦИМ (3D-модель + календарно-сетевой график) дает возможность жестко связать элементы конструкции, стадии их возведения и время выполнения работ. Это значит, что на момент приемки или освидетельствования реально можно определить, какие элементы/работы были завершены, когда они завер-

¹ Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства (с изменениями и дополнениями) : Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 № 331.

² Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов : Постановление Правительства РФ от 17.05.2024 № 614.

шены и как они привязаны к модели, а не полагаться на бумажные или электронные журналы. 4D-модель позволяет автоматически отслеживать последовательность работ, видеть временную и пространственную привязку, выявлять фактическую готовность объектов — все сведения уже структурированы в модели. Это создает основу для автозаполнения актов: поля объемов, геометрии, этапов, дат можно вынести из модели и графика, что снизит трудозатраты, уменьшит ошибки ввода и повысит прозрачность ИД.

Несмотря на появление ТИМ-платформ с функционалом в части 4D [5–9], на сегодняшний день не реализовано программное решение для автозаполнения АОСР на базе 4D-ЦИМ. Существующие научные работы рассматривают вопросы ИД преимущественно с точки зрения регламента и истории развития форм актов [3, 4, 10–12] и улучшения процедур ведения документации [13–18]. В последние годы акцент смещается на цифровизацию ИД в контексте применения информационного строительства (ТИМ) [19–21]. Однако задача автоматического формирования содержания актов на основе данных ЦИМ, привязанной к календарному плану, остается недостаточно изученной. Гипотеза исследования состоит в том, что данные из 4D-ЦИМ позволят автоматически заполнять ключевые разделы

акта, тем самым снижая трудозатраты и вероятность ошибок при ведении ИД.

В рамках настоящей работы предложен соответствующий подход и поставлена цель экспериментально подтвердить его эффективность. Научный вклад статьи заключается в следующем:

- разработаны модель данных и алгоритм автогенерации полей АОСР из 4D-ЦИМ;
- реализован прототип генератора актов (Python) на основе открытых форматов (IFC, XML, XLSX);
- проведена апробация на пилотном объекте с количественной оценкой метрик времени подготовки акта, числа ошибок и полноты автозаполнения;
- выполнено сравнение с традиционным табличным методом и промышленной системой ведения ИД.

Эти результаты демонстрируют возможность практической реализации требований стандартов серии ISO 19650 при формировании исполнительной документации за счет средств ТИМ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обзор подходов к автоматизации формирования АОСР

Табличные подходы

Распространенным способом является использование электронных таблиц (Excel) для ведения актов. Разрабатываются шаблоны АОСР с формулами,

№ Акта	Дата начала	Дата окончания	Работа, предъявленная к освидетельствованию	Последующая работа	Применяемые материалы	Документы, подтверждающие соответствие выполненной работы	Приложения	Проектная документация
1	23 апреля 2024 года	27 апреля 2024 года	Установка оконных блоков	Установка дверей	Блоки оконные - паспорт №1	Исполнительная схема №1 Установка оконных блоков	Исполнительная схема №1 Установка оконных блоков Паспорт №1 на 1-м листе	Устройство оконных блоков, дверей и кровли и
2	27 апреля 2024 года	30 апреля 2024 года	Установка дверей	Устройство кровли	Двери - паспорт №2	Исполнительная схема №2 Установка дверей	Исполнительная схема №2 Установка дверей Паспорт №2 - на 1-м листе	Устройство оконных блоков, дверей и кровли и

a

(наименование, ОГРН, ИНН, место нахождения юридического лица, телефон/факс)

АКТ
ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ СКРЫТЫХ РАБОТ

№ 1 → 27 апреля 2024 года

и составил настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию предъявлены следующие работы:
Установка оконных блоков
(наименование скрытых работ)

2. Работы выполнены по проектной документации:
Устройство оконных блоков, дверей и кровли и
(номер, другие реквизиты чертежа, наименование проектной документации, сведения о листах, осуществляющих подготовку раздела проектной документации)

3. При выполнении работ применены:
Блоки оконные - паспорт №1
(наименование строительных материалов (изделий) со ссылкой на сертификат или другие документы, подтверждающие качество)

4. Предъявлены документы, подтверждающие соответствие работ предъявляемым к ним требованиям:
Исполнительная схема №1 Установка оконных блоков
(исполнительные схемы и чертежи, результаты испытаний, обследований, лабораторных и иных испытаний выполненных работ, проведенных в процессе строительного контроля)

5. Даты: начала работ → 23 апреля 2024 года
окончания работ → 27 апреля 2024 года

6. Работы выполнены в соответствии:
(наименования и структурные единицы технических регламентов, иных нормативных правовых актов, разделы проектной и/или рабочей документации)

7. Разрешается производство следующих работ:
Установка дверей

b

Рис. 1. Применение электронных таблиц для формирования АОСР: a — часть 1; b — часть 2

Fig. 1. Use of spreadsheets for the preparation of As-Built Inspection Certificates: a — part 1; b — part 2

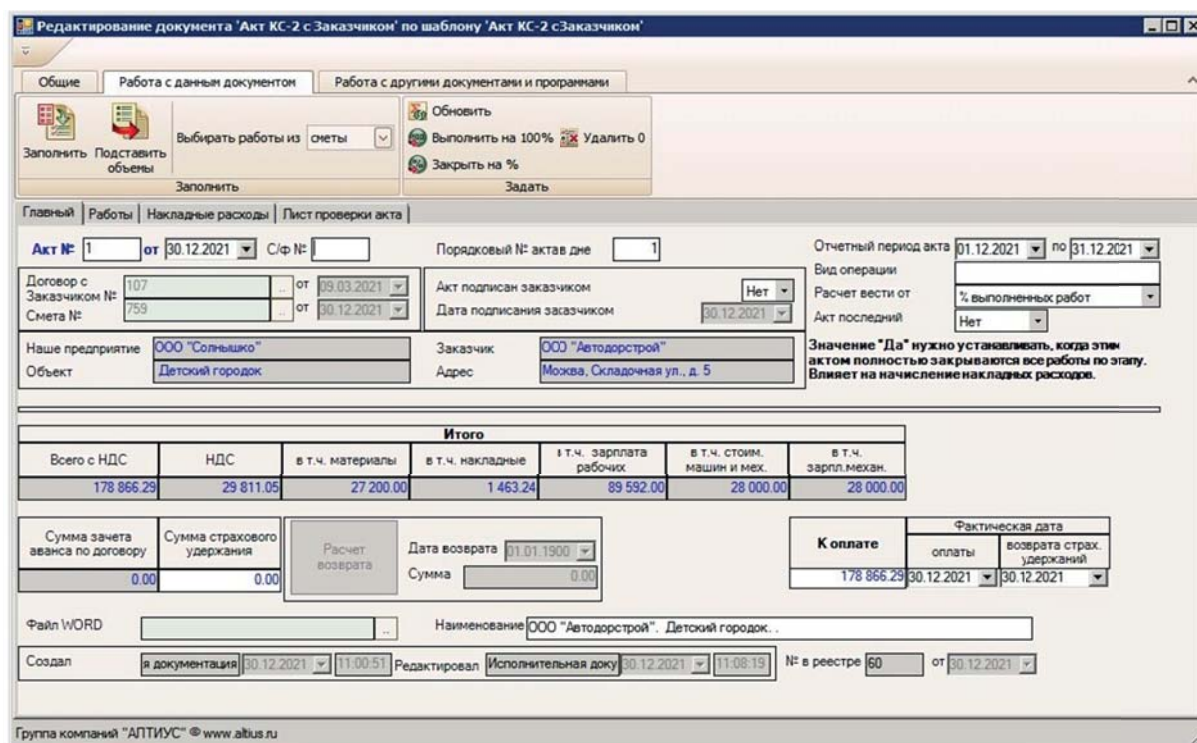


Рис. 2. Интерфейс специализированной системы «Алтиус» для ведения исполнительной документации

Fig. 2. Interface of the specialized system Altius for as-built documentation management

позволяющие при вводе исходных данных автоматически рассчитывать некоторые итоговые показатели. Однако строгих унифицированных правил для такого шаблона не установлено. В качестве примера на рис. 1 показан фрагмент заполнения акта с помощью табличного редактора: все ключевые сведения (перечень работ, даты, материалы, документы и прочее) вводятся вручную в лист «Рабочий процесс», откуда с помощью формул типа ВПР и логических условий они транслируются в форму акта. Хотя подобный инструмент повышает скорость расчетов, доля ручного труда остается высокой — каждый новый акт требует внесения значительного объема информации. Кроме того, при усложнении проекта (увеличении числа актов) масштабируемость такого решения падает, а риск ошибок, связанных с нарушением формул или неверным сопоставлением данных, возрастает прямо пропорционально количеству работ. Практический вывод, отмеченный авторами и другими исследователями: табличные методы целесообразны лишь для небольших объектов с ограниченным числом актов, где затраты на разработку и поддержку шаблона невелики.

Специализированные системы ИД

Существуют программные комплексы, предназначенные для ведения ИД в строительстве. Пример — система «Алтиус», интерфейс которой представлен на рис. 2. Она реализует принцип однократного ввода: заполнив единый электронный журнал работ, пользователь может автоматически сгенерировать акты (АОСР) по всем выбранным записям. Подобные си-

стемы значительно упрощают оформление документации: автоматически проставляются номера актов, даты, подставляются сведения о подрядчике и т.д. Однако, несмотря на ускорение выпуска актов, исходные данные — сведения о выполненных работах — так же вносятся вручную оператором в журнал. Кроме того, такие системы, как правило, слабо интегрированы с ЦИМ: отсутствует автоматический импорт сведений из ИМ или смет. В литературе отмечается актуальность интеграции специализированных систем ИД с BIM-платформами и проектными данными, но готовых решений на момент проведения исследования не выявлено.

ТИМ-ориентированные подходы (4D/5D)

Интеграция информационных моделей с календарным планом (4D-моделирование) открывает новые возможности для автоматического формирования документов. Вместе с тем появляются отечественные программные продукты, интегрирующие ЦИМ с календарным графиком, например 7D Modeler и Plan-R. Такие программы позволяют связать элементы модели с задачами плана, назначить им сроки и визуализировать ход строительства (рис. 3). Однако до сегодняшнего дня указанные решения не обеспечивали автоматического формирования ИД. Настоящее исследование, по сути, развивает направление ТИМ-ориентированной автоматизации документооборота, дополняя его конкретным приложением — генерацией АОСР.

Объект исследования и данные

Разработанный подход апробирован на трех проектах — жилые здания общей площадью 5000,

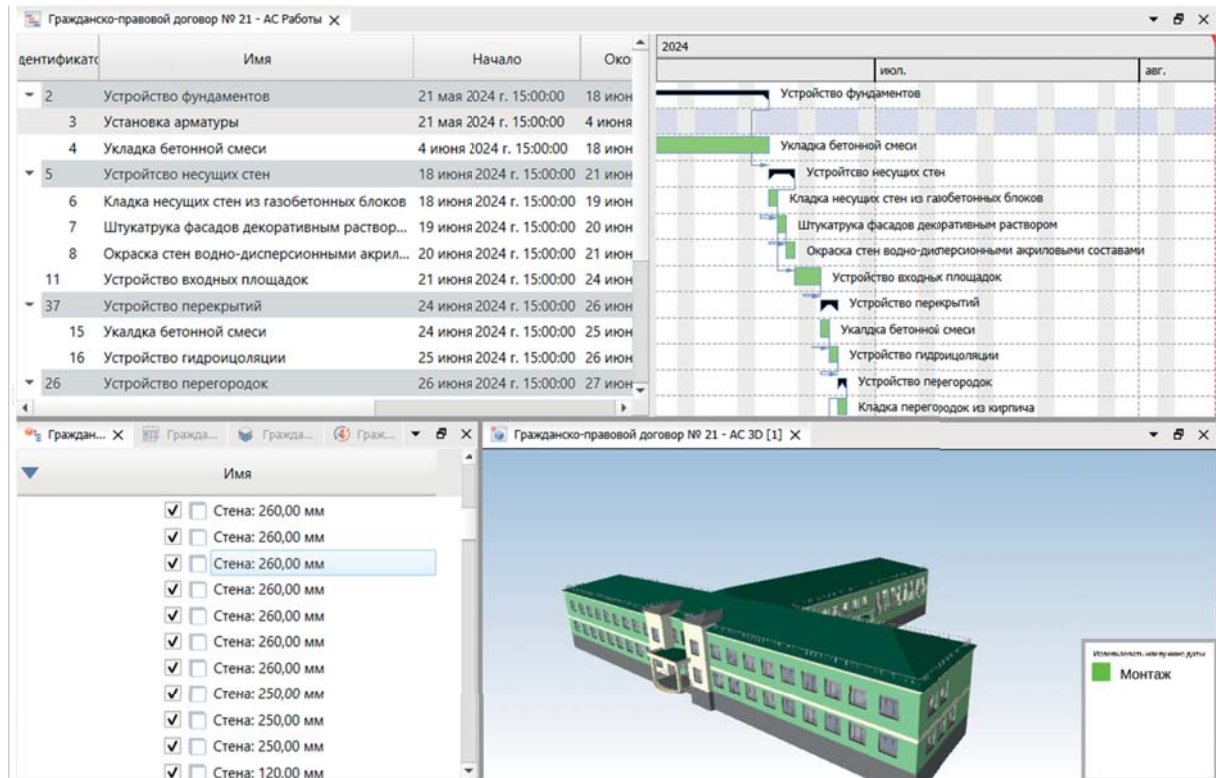


Рис. 3. Интеграция модели здания и календарно-сетевое плана в среде 7D Modeler (пример связи элементов ЦИМ с задачами графика)

Fig. 3. Integration of the building information model and the construction schedule in the 7D Modeler environment (example of linking BIM elements with schedule tasks)

15 000, 60 000 м². В рамках исследования оформлено *N* актов (АОСР) по *M* видам скрытых работ для каждого объекта. Использовались следующие исходные данные:

- цифровая информационная модель здания в формате IFC4 (экспорт из ТИМ-платформы Renga);
- календарно-сетевой план (КСП) строительства с привязкой к ЦИМ в формате XML (создан в системе планирования 7D Modeler);
- спецификации материалов по элементам здания в формате XLSX (сформированы средствами Renga).

Программная среда и форматы

В качестве ТИМ-платформы для создания и хранения ИМ применена Renga (Renga Software, Россия). 4D-моделирование выполнялось в системе 7D Modeler (ООО «Открытые ТИМ системы», Россия). Алгоритмическая часть реализована на Python 3.10; ключевые библиотеки: pandas 1.4 (обработка таблиц), IfcOpenShell 0.6 (чтение IFC) и openpyxl 3.0 (работа с Excel). Прототип генератора развернут на стандартном ПК (CPU Intel Core i5 3.2 ГГц, 16 ГБ ОЗУ) под управлением Windows 10. Обмен данными между компонентами осуществлялся в большей степени

Табл. 1. Соответствие между полями акта и атрибутами 4D-ЦИМ (ЦИМ + КСП)

Table 1. Mapping between As-Built Inspection Certificates fields and 4D BIM (BIM + construction schedule) attributes

Поле АОСР As-Built Inspection Certificates Field	Источник данных Data Source	Правило заполнения Population Rule	Проверки (валидация) Checks (Validation)
Наименование работы Work name	Таблица работ (4D-модель, .xml) Work table (4D model, .xml)	Наименование работы автоматически подставляется из строки календарного плана, соответствующей формируемому акту. Связь осуществляется по идентификатору работы The work name is automatically populated from the construction schedule row corresponding to the generated certificate. The linkage is established using the work identifier	Значение не должно быть пустым; наименование должно соответствовать выбранной работе The value must not be empty; the name must correspond to the selected work

Окончание табл. 1 / End of the Table 1

Поле АОСР As-Built Inspection Certificates Field	Источник данных Data Source	Правило заполнения Population Rule	Проверки (валидация) Checks (Validation)
Даты начала/окончания Start/finish dates	Таблица работ (4D-модель, .xml) Work table (4D model, .xml)	Даты начала и окончания берутся из календарного плана для соответствующей работы и копируются в акт без ручного ввода The start and finish dates are taken from the construction schedule for the corresponding work and copied into the certificate without manual input	Дата начала не позже даты окончания; корректный формат дат Start date must not be later than the finish date; correct date format
Применяемые материалы Materials used	Таблица материалов (ЦИМ, .xlsx) Materials table (BIM, .xlsx)	В акт автоматически включается перечень материалов, связанных с данной работой. Материалы подбираются на основе установленной связи: работа календарного плана → элемент ЦИМ → материал The certificate automatically includes the list of materials associated with the given work. Materials are selected based on the established linkage between construction schedule works and the materials specification	Согласованность единиц измерения; наличие материалов для работ, где это требуется Consistency of measurement units; availability of materials for works where they are required
Последующая работа Subsequent work	Таблица работ (4D-модель, .xml) Work table (4D model, .xml)	В акт подставляется информация о работе, выполнение которой допускается после завершения текущей. Данные определяются на основе связей между работами в календарном плане The certificate includes information on the work that is permitted to be performed after completion of the current one. The data are determined based on the dependency relationships in the construction schedule	Отсутствие циклических зависимостей; корректность логики последовательности Absence of cyclic dependencies; correctness of the sequence logic
Документы соответствия Compliance documents	Таблица материалов (ЦИМ, .xlsx) Materials table (BIM, .xlsx)	Документы качества (сертификаты, паспорта) автоматически подставляются для материалов, если информация о них содержится в спецификации. В остальных случаях сведения вводятся пользователем вручную Quality documents (certificates, passports) are automatically populated for materials if such information is available in the specification. In other cases, the data are entered manually by the user	Наличие документов для ответственных и регламентируемых работ Availability of documents for critical and regulated works

посредством открытых форматов: IFC (ЦИМ), XML (4D-модель), XLSX (спецификации и сгенерированные акты).

Модель данных

Для автоматического заполнения акта освидетельствования скрытых работ определены ключевые поля, источники данных для них и правила извлечения информации. В табл. 1 перечислены основные поля акта и соответствующие атрибуты из 4D-ЦИМ.

Информационная модель обеспечивает данные для большинства полей акта. Источниками являются свойства элементов модели, связанные работы плана и выгруженные спецификации материалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках исследования разработан алгоритм для сбора исходных сведений, необходимых для автоматизированного формирования АОСР с использованием информационного моделирования, который продемонстрирован на рис. 4.

На рис. 5 приведен разработанный алгоритм формирования АОСР, который лег в основу соответствующего автоматизированного генератора актов.

Для каждой работы алгоритм находит связанные элементы модели (по идентификатору), извлекает по ним материалы из спецификаций, формирует структуру записи акта и выполняет проверку корректности данных. Проверка включает контроль

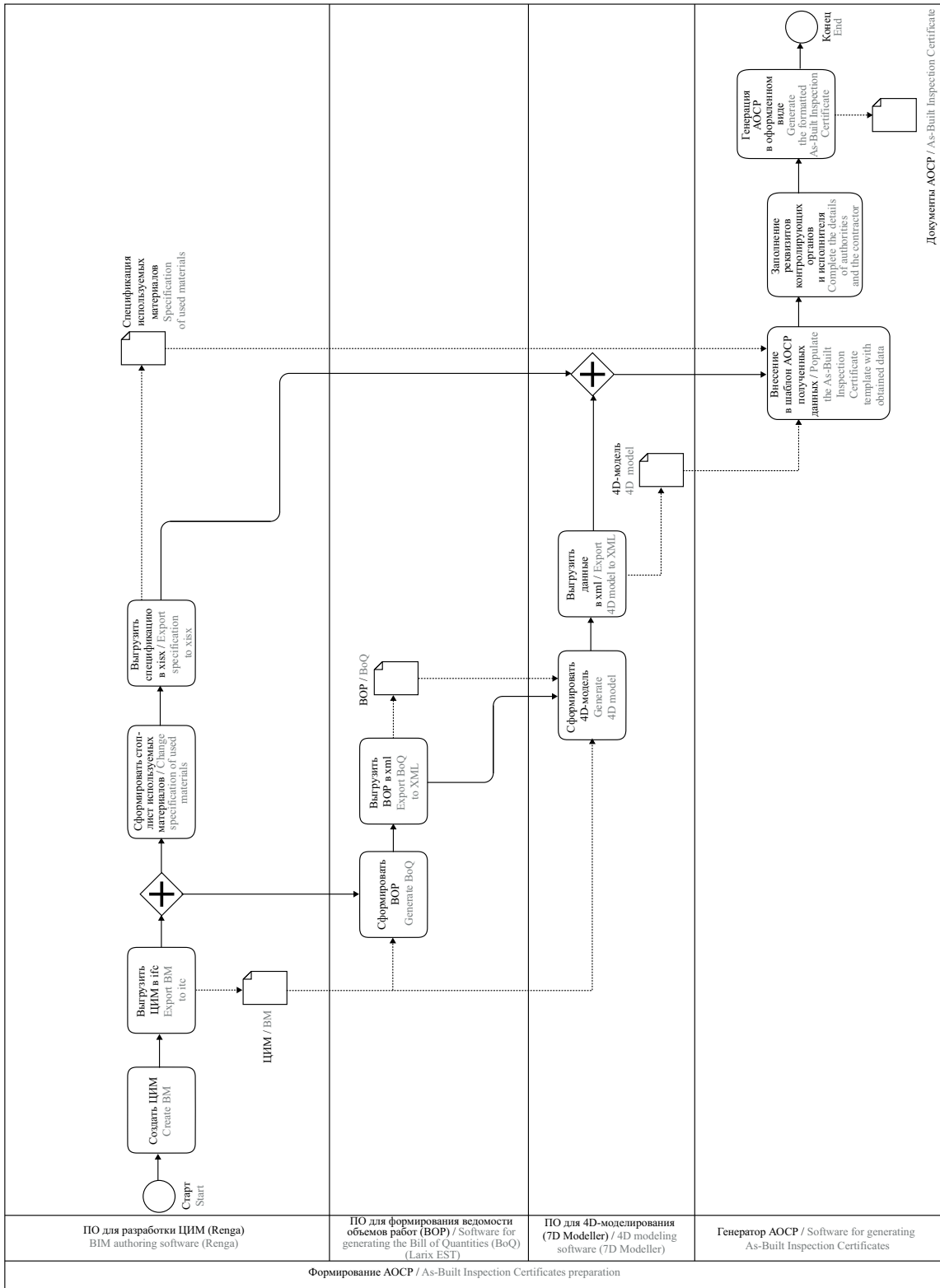


Рис. 4. Алгоритм сбора исходных данных, необходимых для автоматизированного формирования АОСР с использованием информационного моделирования

Fig. 4. Algorithm for preparing data required for the automated generation of As-Built Inspection Certificates using information modelling

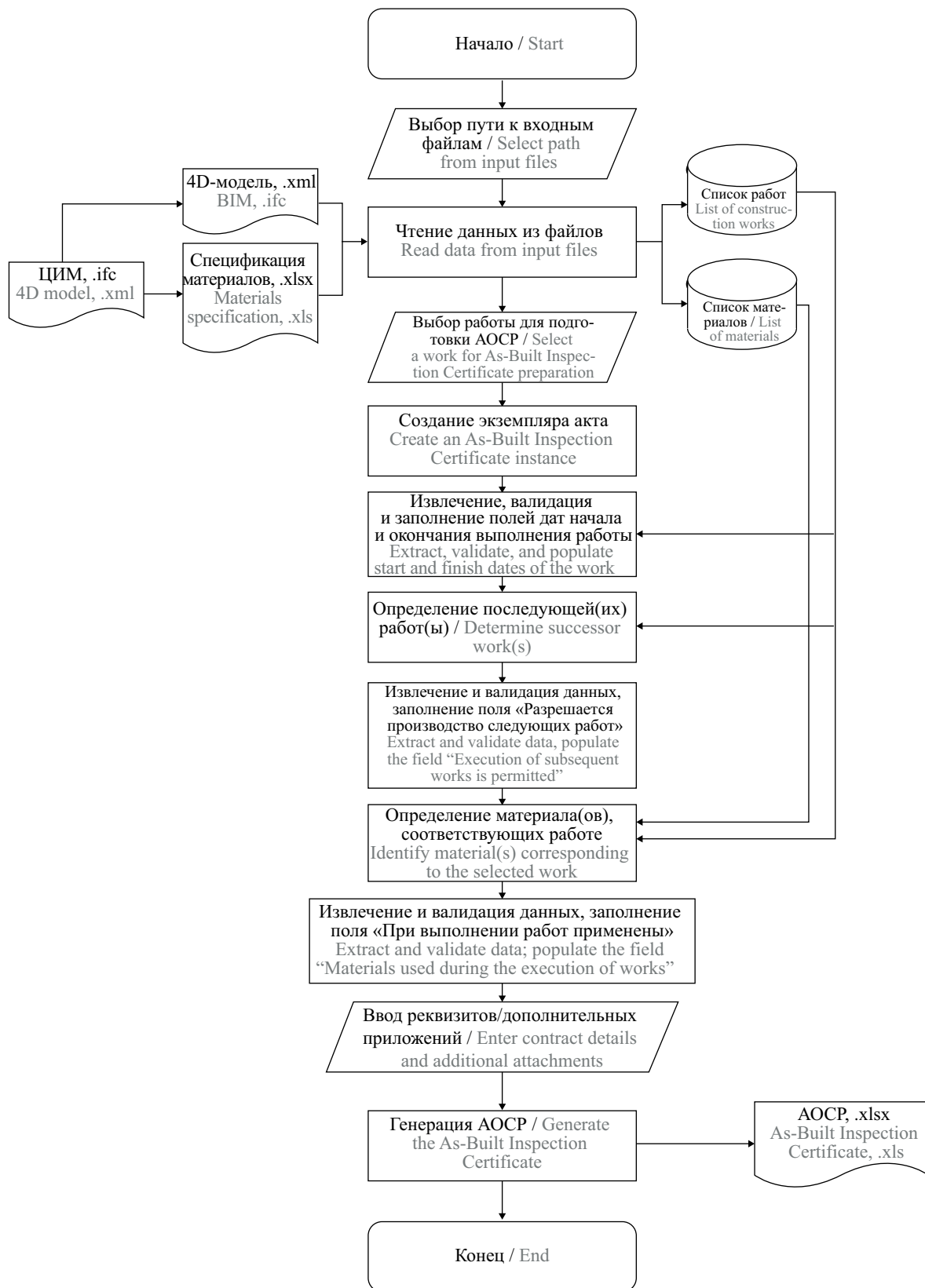


Рис. 5. Алгоритм формирования акта из интегрированных данных ЦИМ и КСП
Fig. 5. Algorithm for Automated Completion of As-Built Inspection Certificate

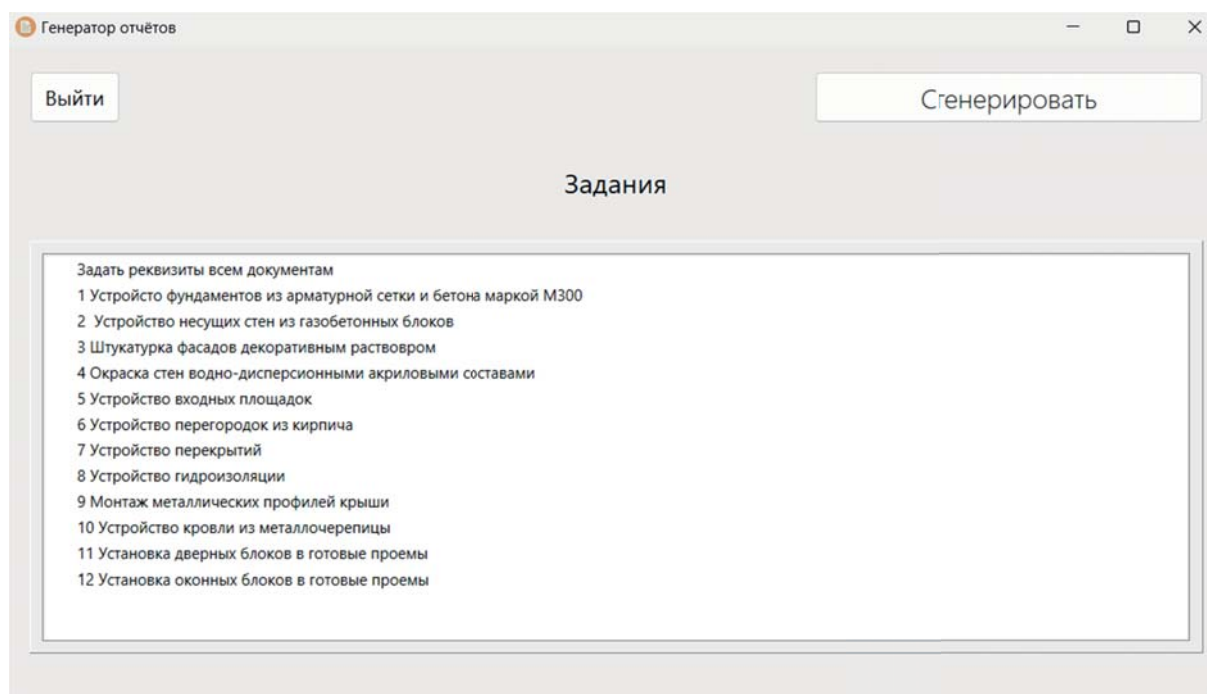


Рис. 6. Интерфейс генератора АОСР

Fig. 6. Interface of the As-Built Inspection Certificate generator

заполненности всех обязательных полей, проверку логических условий (например, даты в пределах проекта, наличие следующей работы, если она указана в плане). На выходе формируется акт в выбранном формате (в нашем случае XLSX).

На основе представленного алгоритма разработан прототип системы. На рис. 6 представлен интерфейс этой системы.

В качестве метрик для оценки эффективности предлагаемого подхода были выбраны: время подготовки одного акта, число ошибок/неточностей на один акт, полнота автозаполнения (доля полей, заполняемых автоматически) и доля ручной правки (процент полей, скорректированных вручную после автозаполнения).

Для количественной оценки результатов реализовано три сценария: S1 — небольшой проект (5000 м², ≤ 50 актов), S2 — средний (15 000 м², 50–200 актов) и S3 — крупный (60 000 м², > 200 актов). По каждому сценарию измерения проводились для трех способов генерации АОСР с применением: табличного подхода, специализированных систем и предлагаемого. Проверка корректности актов осуществлялась методом двойного контроля со стороны отдела ПТО и технадзора (двое независимых экспертов просматривали сгенерированные акты). В табл. 2 приведены используемые метрики и их интерпретация.

В табл. 3 сведены значения метрик для всех трех подходов (табличный, на основе специализированного ПО, предлагаемый) по трем видам объектов.

Табл. 2. Метрики эффективности для оценки предлагаемого подхода

Table 2. Efficiency metrics for evaluating the proposed approach

Метрика Metric	Описание Description	Примечания Notes
Время подготовки одного акта, T Time to prepare a single certificate, T	Время подготовки одного акта, мин Time required to prepare one certificate, min	Медианное значение по N актам Median value over N certificates
Число ошибок/неточностей на один акт, K Number of errors/inaccuracies per certificate, K	Количество исправлений после проверки, шт. Number of corrections identified after review, count	Выявлено экспертной валидацией Identified through expert validation
Полнота автозаполнения, % авто Autofill completeness, % auto	Доля полей акта, заполненных автоматически, % Share of certificate fields filled automatically, %	Относительно полного шаблона Relative to the complete certificate template
Доля ручной правки, % правки Manual editing share, % edit	Доля полей, откорректированных вручную, % Share of fields corrected manually, %	Чем ниже, тем лучше Lower values indicate better performance

Табл. 3. Сравнение методов по показателям эффективности (сценарии S1–S3)

Table 3. Comparison of methods by performance metrics (scenarios S1–S3)

Метод Method	Сценарий Scenario	T, мин min	K, шт. count	% авто auto	% правки edit
Табличный Table-based	S1	15	2	10	90
	S2	20	3	10	90
	S3	30	5	10	90
С применением специализированного ПО Specialized software-based	S1	10	1	50	50
	S2	15	2	50	50
	S3	20	3	50	50
Предлагаемый Proposed	S1	5	0	90	10
	S2	5	0	90	10
	S3	5	1	90	10

Приказ № /пр344 от 16.05.2023 Приложение 3

Объект капитального строительства:

Реконструкция Общеобразовательной школы №27 по адресу: Рязанская область

г. Михайлов, ул. Красный Октябрь, 44

(наименование проектной документации, почтовый или строительный адрес объекта капитального строительства)

Застройщик (технический заказчик, эксплуатирующая организация или региональный оператор):

Администрация г. Михайлов, ОГРН 1234567891011, ИНН 1234567890, РФ, г. Михайлов, ул. Мира, 80, тел. (383) 200-00-00,

(наименование, ОГРН, ИНН, место нахождения юридического лица, телефон/факс,

СРО А «Администрация», ОГРН 1234567891011, ИНН 1234567890

наименование, ОГРН, ИНН саморегулируемой организации, членом которой является)

Лицо, осуществляющее строительство:

ООО «Строители», ОГРН 1234567891011, ИНН 1234567890, РФ, г. Рязань, проспект Мира, 10, тел. (812) 777-77-77

(наименование, ОГРН, ИНН, место нахождения юридического лица, телефон/факс,

СРО А «Объединение строителей», ОГРН 1234567891011, ИНН 1234567890

наименование, ОГРН, ИНН саморегулируемой организации, членом которой является)

Лицо, осуществляющее подготовку проектной документации:

ООО «Рязанский проектный институт», ОГРН 1234567891011, ИНН 1234567890, РФ, г. Рязань, ул. Почтовая, 11, тел. (499) 222-22-22,

(наименование, ОГРН, ИНН, место нахождения юридического лица, телефон/факс,

СРО А «Объединение проектировщиков», ОГРН 1234567891011, ИНН 1234567890

наименование, ОГРН, ИНН саморегулируемой организации, членом которой является)

АКТ

ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ СКРЫТЫХ РАБОТ

№ 1

16 апреля 2023

Представитель застройщика (технического заказчика, эксплуатирующей организации или регионального оператора) по вопросам строительного контроля:

Руководитель группы строительного контроля Иванов П.П., идентификационный номер С-77-111111, приказ №01-СК от 10.04.2023

(должность, фамилия, инициалы, идентификационный номер в НРС в области строительства, реквизиты распорядительного документа, подтверждающего полномочия, с указанием наименования, ОГРН, ИНН, места нахождения юридического лица)

Представитель лица, осуществляющего строительство:

Начальник участка Петров П.П., приказ №02-СТ от 10.04.2023

(должность, фамилия, инициалы, реквизиты распорядительного документа, подтверждающего полномочия)

Представитель лица, осуществляющего строительство по вопросам строительного контроля (специалист по организации строительства):

Главный инженер Сергеев С.С., идентификационный номер С-11-111111, приказ №03-СТ от 10.04.2023

(должность, фамилия, инициалы, идентификационный номер в НРС в области строительства, реквизиты распорядительного документа, подтверждающего полномочия)

Представитель лица, осуществляющего подготовку проектной документации:

Главный инженер проекта Васильев В.В., приказ №01-АН от 10.04.2023 ООО «Авторский надзор», ОГРН 1234567891011, ИНН 1234567890, РФ, г. Рязань, ул. Почтовая, 80

(должность, фамилия, инициалы, реквизиты распорядительного документа, подтверждающего полномочия, с указанием наименования, ОГРН, ИНН, места нахождения юридического лица)

Представитель лица, выполнившего работы подлежащие освидетельствованию:

Производитель работ Семёнов С.С., приказ №04-СТ от 10.04.2023, ООО «Субподрядчик» ОГРН 1234567891011, ИНН 1234567890, РФ, Рязанская область, г. Михайлов, ул. Ленина 7

(должность, фамилия, инициалы, реквизиты распорядительного документа, подтверждающего полномочия, с указанием наименования, ОГРН, ИНН, места нахождения юридического лица)

а также иные представители лиц, участвующие в освидетельствовании:

(должность с указанием наименования организации, фамилия, инициалы, реквизиты распорядительного документа, подтверждающего полномочия)

произвели осмотр работ, выполненных:

ООО "Субподрядчик"

(наименование лица, осуществляющего строительство, выполнившего работы)

a

разилось как 1 исправление в S3). Для сравнения, при ручном ведении по шаблону в каждом акте обнаруживалось в среднем 2–5 неточностей (пропуски, опечатки, рассинхронизация дат и т.д.). Полнота автозаполнения в предлагаемом подходе достигла 90 %: практически все поля были заполнены автоматически. В методе, основанном на применении специализированной системы, доля автозаполнения примерно 50 % — она охватывает структурные поля акта (номера, реквизиты), но не включает материалы и документацию, так как не задействована ЦИМ. Таким образом, предложенный ТИМ-ориентированный метод демонстрирует наивысшие показатели по всем метрикам во всех сценариях.

Отдельного внимания заслуживает пример сформированного акта, на рис. 7 показан автоматически сгенерированный АОСР для одного из видов работ. Как видно, документ полностью соответствует требуемой форме, содержит все необходимые сведения (название и период выполнения работы, сведения о материалах, последующей операции, документах соответствия и др.). Эти данные получены напрямую из модели и графика, что обеспечивает их консистентность с проектной документацией. Эксперты отметили высокое качество заполнения: автоматизация исключила пропуски важных полей и обеспечила единообразие оформления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное сравнение подтверждает эффективность интеграции данных ЦИМ и календарного плана для подготовки ИД. Выигрыш во времени (в 3–4 раза быстрее по сравнению с ручными методами) особенно важен при большом количестве актов, что соответствует реальным потребностям крупных проектов. Снижение числа ошибок указывает на повышение надежности документации: человеческий фактор практически устранен при переносе информации из проектных сведений в акт. В то же время применение предлагаемого подхода требует наличия качественной ИМ и корректного календарного графика. Если модель неполная или содержит неточно-

сти (например, не все элементы связаны с задачами, или неправильно указаны материалы), то автоматическая генерация актов может отражать эти недостатки. В эксперименте авторы добились 90 % автозаполнения; оставшиеся 10 % полей — это, как правило, то, что модель не хранит.

Следует отметить, что апробация выполнялась лишь на трех объектах, реальные проекты могут иметь дополнительные сложности (например, изменения проекта по ходу строительства, обновления модели, несколько параллельных моделей и графиков). Предложенный алгоритм пока предполагает наличие устойчивого маппинга между элементами модели и задачами КСП, заданного вручную. В будущем планируется автоматизировать эту связку, чтобы исключить даже разовую ручную работу по подготовке соответствий. Кроме того, авторы не учитывали вариативность форм актов: в исследовании применялась единая форма согласно приказу Минстроя от 16.05.2023 № 344/пр. В случае изменений формы (например, для других типов работ или ведомственной специфики) гибкость алгоритма предстоит проверить. Тем не менее заложенный принцип — отделение данных от шаблона и использование конфигурационных файлов для описания структуры акта — позволяет адаптировать генератор под новые форматы без значительных доработок кода.

Настоящее исследование демонстрирует, что объединение ЦИМ и КСП может значительно повысить эффективность строительного контроля за счет автоматизации документооборота. В перспективе это или подобное решение может стать частью среды общих данных (СОД) проекта. Кроме того, применение подобных генераторов актов может сопровождаться накоплением больших данных об ошибках и корректировках, что открывает возможности для внедрения элементов искусственного интеллекта — например, прогнозирования проблемных мест, требующих особого внимания инженера при вводе информации. Таким образом, работа закладывает фундамент для дальнейших исследований и разработок на стыке ТИМ и автоматизации управленческих процессов в строительстве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цона Н.В., Карпушкин А.С. Исполнительная документация в строительстве: состав и порядок ведения // Экономика строительства и природопользования. 2020. № 4 (77). С. 56–65. DOI: 10.37279/2519-4453-2020-4-56-65. EDN BHDEXC.
2. Шинкевич В.А., Коноплев С.Н. Исполнительная документация в строительстве. СПб. : ЦКС СПб, 2019. 346 с.
3. Карпушкин А.С. Акт освидетельствования скрытых работ. Часть 1: анализ истории развития формы и порядка ведения акта // Известия Тульского

- государственного университета. Технические науки. 2021. № 10. С. 510–520. EDN WZWSGJ.
4. Карпушкин А.С. Акт освидетельствования скрытых работ. Часть 2: совершенствование формы и порядка ведения акта на примере зарубежных подходов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 10. С. 537–545. EDN IFMXQB.
5. Saad I.M.H., Batie D. The Science & Technology Building 4D Construction Model // ASEE Southeast Section Conference. 2020.

6. *Nechyporchuk Y., Baskova R.* The level of detail for 4D BIM modeling // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1209. Issue 1. P. 012002. DOI: 10.1088/1757-899X/1209/1/012002

7. *Son H., Kim C., Cho Y.K.* Automated Schedule Updates Using As-Built Data and a 4D Building Information Model // Journal of Management in Engineering. 2017. Vol. 33. Issue 4. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000528

8. *Rehman I.U., Mazher K.M., Wuni I.Y.* Systematic review of 4D BIM benefits in construction projects // Results in Engineering. 2025. Vol. 28. P. 107091. DOI: 10.1016/j.rineng.2025.107091

9. *Seng N.H., Teng N.C., Noor N.M., Umar S., Mohd S.* Mapping the Evolution of 4D BIM in Construction Digitalisation : A Scientometric Analysis and Review // Journal Kejuruteraan. 2025. Vol. 37. Issue 6. Pp. 2707–2723. DOI: 10.17576/jkukm-2025-37(6)-11

10. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Формирование документации по производству строительномонтажных работ : монография. М. : Изд-во МИСИ–МГСУ, 2018. 360 с.

11. *Юргайтис А.Ю., Куренков О.Г.* Формирование комплекта исполнительной документации и описание особенностей процедуры сдачи-приемки работ по устройству наружных инженерных сетей // Технология и организация строительного производства. 2017. № 2 (3). С. 11–16. EDN CUOZEZ.

12. *Кабанов В.Н.* Система документального обеспечения строительства // Инженерный вестник Дона. 2019. № 4 (55). С. 51. EDN VTHIGM.

13. *Юргайтис А.Ю., Куренков О.Г., Олейник П.П.* Разработка справочной карточки объекта и унифицированной системы требований к составу комплекта исполнительной документации при приемке объектов Московского метрополитена // Технология и организация строительного производства. 2018. № 2. С. 10–13. EDN ZURUWI.

14. *Куренков О.Г., Олейник П.П.* Исполнительная документация как инструмент совершенствования системы менеджмента качества строительной продукции // Организация строительного произ-

водства : Всеросс. науч. конф. 2019. С. 31–36. EDN OAMHTG.

15. *Куренков О.Г., Олейник П.П.* Оценка степени отражения качества объекта в исполнительной документации // Строительное производство. 2019. № 1. С. 78–81. DOI: 10.54950/26585340_2019_1_78. EDN XVNYSD.

16. *Кузьмина Т.К., Зенов В.С.* Рекомендации для службы застройщика (технического заказчика) по оптимизации ведения исполнительной документации с целью эффективной сдачи-приемки и ввода объекта в эксплуатацию // Перспективы науки. 2019. № 7 (118). С. 139–142. EDN XRNIDK.

17. *Кузьмина Т.К., Сенаторов Н.В.* Ведение исполнительной документации в современных условиях и распространенные проблемы // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 4. С. 338–342. DOI: 10.24412/2071-6168-2021-4-338-342. EDN LYVMYU.

18. *Синенко С.А., Дорошин И.Н., Гнатусь М.А.* Совершенствование подготовки исполнительной документации по возведению зданий и сооружений в современных условиях // Инженерный вестник Дона. 2020. № 2 (62). С. 3. EDN ESSVXJ.

19. *Воронков И.Е., Алабин А.В., Егорова Д.В., Васильева Д.А.* Проблемы и перспективы цифровизации процессов подготовки и согласования исполнительной документации (на примере экосистемы Eхon) // Строительное производство. 2023. № 2. С. 165–170. DOI: 10.54950/2658534020232165. EDN HKBDJV.

20. *Гилязов И.Р., Новоселов А.В.* Анализ возможностей цифровизации строительного комплекса для совершенствования ведения исполнительной документации // Современное строительство и архитектура. 2024. № 2 (45). DOI: 10.18454/mca.2024.45.1. EDN ELNLQX.

21. *Цона Н.В., Карпушкин А.С., Авакян А.К.* О совершенствовании исполнительной документации в условиях цифровизации строительной отрасли // Экономика строительства и природопользования. 2021. № 2 (79). С. 98–109. DOI: 10.37279/2519-4453-2021-2-98-109. EDN ZBMBOD.

Поступила в редакцию 12 января 2026 г.

Принята в доработанном виде 15 января 2026 г.

Одобрена для публикации 13 февраля 2026 г.

ОБ АВТОРАХ: **Елена Владиславовна Кац** — кандидат технических наук, доцент, кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);** 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; SPIN-код: 3218-4786, ORCID: 0000-0003-1907-634X; MakishaEV@mgsu.ru;

Алина Владимировна Суворова — BIM-исполнитель; **Московский архитектурно-художественный проектный институт имени академика Полянского (МАХПИ имени академика Полянского);** 119002, г. Москва, Малый Власьевский переулок, д. 5, стр. 8; pugaeva02@mail.ru.

Вклад авторов:

Кац Е.В. — концепция исследования, формулирование цели и задач, разработка методологии автоматизации формирования исполнительной документации, анализ нормативной и научной базы, интерпретация результатов, написание основного текста статьи, формулирование выводов.

Суворова А.В. — сбор и подготовка исходных данных, участие в разработке алгоритма и модели данных, реализация и апробация программного прототипа, анализ экспериментальных результатов, доработка текста статьи, участие в формулировании итоговых выводов.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Tsopa N.V., Karpushkin A.S. As-built documentation in construction: composition and procedure. *Construction Economic and Environmental Management*. 2020; 4(77):56-65. DOI: 10.37279/2519-4453-2020-4-56-65. EDN BHDEXC. (rus.).
2. Shinkevich V.A., Konoplev S.N. *As-built documentation in construction*. St. Petersburg, TsKS SPb, 2019; 346. (rus.).
3. Karpushkin A.S. The act of inspection of hidden works. Part 1: analysis of the history of the development of the form and procedure of the act. Izvestiya Tula State University. *Technical Sciences*. 2021; 10: 510-520. EDN WZWGSJ. (rus.).
4. Karpushkin A.S. The act of inspection of hidden works. Part 2: improving the form and procedure on the example of foreign approaches. Izvestiya Tula State University. *Technical Sciences*. 2021; 10:537-545. EDN IFMXQB. (rus.).
5. Saad I.M.H., Batie D. The Science & Technology Building 4D Construction Model. *ASEE Southeast Section Conference*. 2020.
6. Nechyporchuk Y., Baskova R. The level of detail for 4D BIM modeling. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021; 1209(1):012002. DOI: 10.1088/1757-899X/1209/1/012002
7. Son H., Kim C., Cho Y.K. Automated Schedule Updates Using As-Built Data and a 4D Building Information Model. *Journal of Management in Engineering*. 2017; 33(4). DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000528
8. Rehman I.U., Mazher K.M., Wuni I.Y. Systematic review of 4D BIM benefits in construction projects. *Results in Engineering*. 2025; 28:107091. DOI: 10.1016/j.rineng.2025.107091
9. Seng N.H., Teng N.C., Noor N.M., Umar S., Mohd S. Mapping the Evolution of 4D BIM in Construction Digitalisation : A Scientometric Analysis and Review. *Journal Kejuruteraan*. 2025; 37(6):2707-2723. DOI: 10.17576/jkukm-2025-37(6)-11
10. Oleynik P.P., Brodskiy V.I. *Formation of documentation for construction and installation works*. Moscow, MISI-MGSU Publ., 2018; 360. (rus.).
11. Yurgaytis A.Y., Kurenkov O.G. Set formation of executive documentation and a description of the procedure specifics for the acceptance of the installation of external engineering networks. *Technology and Organization of Construction Production*. 2017; 2(3):11-16. EDN CUOZEZ. (rus.).
12. Kabanov V.N. Simulation of the design activity diversification of innovative enterprise. *Engineering journal of Don*. 2019; 4(55):51. EDN VTHIGM. (rus.).
13. Yurgaytis A., Kurenkov O., Oleinik P.P. Development of a reference card for the facility and a unified requirements system for the executive documentation during acceptance of the Moscow metro facilities. *Technology and Organization of Construction Production*. 2018; 2:10-13. EDN ZURUWI. (rus.).
14. Kurenkov O.G., Oleinik P. As-built documentation as a tool to improve the quality management system of construction production. *Organization of Construction Production : Proceedings of the All-Russian Scientific Conference*. 2019; 31-36. EDN OAMHTG. (rus.).
15. Kurenkov O.G., Oleinik P. Assessment of the degree of reflection of the quality of the object in the as-built documentation. *Construction Production*. 2019; 1:78-81. DOI: 10.54950/26585340_2019_1_78. EDN XVNYSD. (rus.).
16. Kuzmina T.K., Zenov V.S. Recommendations for the developer (technical customer) on the optimization of post-completion documentation for commissioning of the facility in operation. *Science Prospects*. 2019; 7(118):139-142. EDN XRNIDK. (rus.).
17. Kuzmina T.K., Senatorov M.V. Maintenance of executive documentation in modern conditions and common problems. Izvestiya Tula State University. *Technical Sciences*. 2021; 4:338-342. DOI: 10.24412/2071-6168-2021-4-338-342. EDN LYVMYU. (rus.).
18. Sinenko S.A., Doroshin I.N., Gnatus M.A. Improvement of the executive documentation preparation for construction of buildings and structures in modern conditions. *Engineering journal of Don*. 2020; 2(62):3. EDN ESSVXJ. (rus.).
19. Voronkov I.E., Alabin A.V., Egorova D.V., Vasilyeva D.A. Problems and prospects of digitalization of processes of preparation and approval of executive documentation (on the example of the exon ecosystem). *Construction Production*. 2023; 2:165-170. DOI: 10.54950/2658534020232165. EDN HKBDJV. (rus.).
20. Gilyazov I.R., Novoselov A.V. An analysis of opportunities of digitalization of the construction sector for improving the management of executive documentation. *Modern Construction and Architecture*. 2024; 2(45). DOI: 10.18454/mca.2024.45.1. EDN ELNLQX. (rus.).
21. Tsopa N.V., Karpushkin A.S., Avakian A.K. About the necessity to improve as-built documentation in conditions of construction industry digitalization. *Economics of Construction and Environmental Management*. 2021; 2(79):98-109. DOI: 10.37279/2519-4453-2021-2-98-109. EDN ZBMBOD. (rus.).

Received January 12, 2026.

Adopted in revised form on January 15, 2026.

Approved for publication on February 13, 2026.

B I O N O T E S : **Elena V. Kats** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; SPIN-code: 3218-4786, ORCID: 0000-0003-1907-634X; MakishaEV@mgsu.ru;

Alina V. Suvorova — BIM specialist; **Moscow Architectural and Art Design Institute named after Academician Polyansky (MAKhPI named after Academician Polyansky)**; build. 8, 5 Maly Vlasyevesky Lane, Moscow, 119002, Russian Federation; pugaeva02@mail.ru.

Contribution of the authors:

Elena V. Kats — research concept, formulation of aims and objectives, development of the methodology for automating as-built documentation generation, analysis of regulatory and scientific sources, interpretation of results, drafting of the main text of the article, formulation of conclusions.

Alina V. Suvorova — collection and preparation of source data, participation in the development of the algorithm and data model, implementation and validation of the software prototype, analysis of experimental results, revision of the manuscript, participation in formulating final conclusions.

The authors declare that they have no conflict of interest.