

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА BIM-МОДЕЛЕЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМАТА IFC

Криони И.Н., аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург

Статья посвящена проблеме обеспечения качества цифровых информационных моделей в процессе автоматизированного проектирования жилых многоквартирных зданий. Актуальность исследования обусловлена необходимостью стандартизации и технического регулирования процесса автоматизированного проектирования с целью повышения качества цифровых моделей объектов строительства. Подчеркивается важность автоматизированной валидации для выявления ошибок, а также для обеспечения соответствия нормативным требованиям.

Основным результатом исследования является разработанная методика валидации моделей как части стандартизированного подхода к созданию программных средств для комплексной автоматизации проектирования на основе открытых форматов данных. Приведены практические рекомендации по внедрению механизма валидации в автоматизированный процесс с использованием некоммерческого программного обеспечения. Апробация подхода демонстрирует незначительное уменьшение производительности при интеграции в существующие программные средства комплексной автоматизации проектирования зданий.

Работа имеет значимость для специалистов в области цифровизации строительного проектирования, автоматизации и стандартизации, предлагая решение для повышения качества цифровых информационных моделей и их соответствия требованиям государственной экспертизы.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, цифровизация, стандартизация, BIM, обеспечение качества, IFC.

Цитирование: Криони И.Н. Обеспечение качества BIM-моделей в автоматизированном проектировании с использованием формата IFC // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 4 (85). С. 56–63.

ВВЕДЕНИЕ

Строительная отрасль переживает в настоящее время активную трансформацию, связанную с процессом внедрения цифровых технологий. Особенно актуален этот вопрос для одной из самых сложных и трудозатратных этапов жизненного цикла здания – разработки проекта. Растущая сложность проектов вместе с необходимостью повышения эффективности разработки требует смены парадигмы с классического ручного проектирования с частичной автоматизации в сторону комплексной автоматизации процесса проектирования.

Под комплексной автоматизацией строительного проектирования понимается системный подход к организации процесса проектирования объектов строительства с единой информационной средой, основанный на применении алгоритмических методов или методов искусственного интеллекта с минимальным ручным вмешательством.

Заметим, что BIM-моделирование (Building Information Modelling) и комплексная автоматизация процесса проектирования являются взаимодополняющими составляющими цифровой трансформации строительной области. Такая связь обусловлена тем, что BIM-технологии закладывают основу для автоматизации решений путем создания единой структурированной цифровой среды с четкими правилами относительно представления и хранения данных, без чего невозможно представить любую автоматизацию. Поэтому в данном исследовании говорится о разработке проектов, при этом подразумевая под этим BIM-проектирование и создание соответствующих цифровых моделей.

Одна из ключевых задач комплексной автоматизации проектирования – минимизация количества ошибок в цифровых информационных моделях объектов¹. Успех выполнения этой задачи достигается при полном или максимально возмож-

¹ Цифровизация строительства в России: ключевые тренды и эффективные инструменты. – URL: <https://cifrastroy.ru/posts/kljuchevye-trendy-tsifrovizatsii-stroitelstva-v-rossii-chto-rabotaet-a-chto-net> (дата обращения: 25.04.2025).

ном исключении ручного труда из процесса проектирования. В таких условиях привлечение инженера-проектировщика становится методологически необоснованным, так как противоречит базовым принципам сквозной автоматизации.

Для эффективного достижения результата необходимо обеспечивать качество формируемой информационной модели. В рамках комплексной автоматизации предлагается реализовывать встроенный механизм контроля качества как неотъемлемого элемента автоматизированного процесса. Такой механизм должен учитывать следующие условия:

- формальные требования к структуре данных;
- действующие нормативные положения (стандарты, регламентирующие положения, строительные нормы);
- индивидуальные требования заказчика.

Таким образом, качество BIM-модели предлагается определить как соответствие всем перечисленным условиям.

Еще одной важной задачей в рамках обеспечения качества BIM-моделей в комплексной автоматизации проектирования является выбор программных средств для валидации: они должны быть легко интегрируемы в состав имеющихся модулей для автоматизации.

Цели данной статьи – проанализировать существующие способы валидации BIM-модели в формате IFC (Industry Foundation Classes), выделить подходящие для использования в автоматизированном процессе, сформулировать методические рекомендации по их внедрению в процесс комплексной автоматизации проектирования жилых зданий, а также описать набор рекомендуемых программных средств для реализации подхода.

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Применение технологии BIM-моделирования зданий играет ключевую роль в процессах контроля качества строительства. Данные, извлекаемые из информационных моделей, обеспечивают целостность и согласованность информации о фактическом качестве строительных работ.

Как предусмотрено в СП 471.1325800², процедуры контроля качества должны включать требования, изложенные в своде правил СП 333.1325800³, касающиеся формирования информационных объектов строительства. В частности, данный свод правил устанавливает требования к:

- полноте атрибутивной информации;
- геометрической детализации элементов модели.

² Свод правил СП 471.1325800.2019 «Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных работ». (Дата введ. 25-06-2020).

³ СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». (Дата введ. 01-07-2021).

В сочетании с требованиями к выявлению пространственных коллизий эти спецификации определяют параметры валидации BIM-моделей на этапе архитектурно-строительного проектирования жизненного цикла объекта.

В данном исследовании рассматривается процесс обеспечения качества BIM-моделей в рамках существующего стандартизованного подхода к разработке программного обеспечения комплексного автоматизированного проектирования со стандартом IFC в качестве базового формата представления данных [1].

Основой процесса обеспечения качества является формат представления данных информационной модели. Основываясь на структуре формата, можно формулировать требования к моделям. В рамках рассматриваемого стандартизованного подхода был выбран стандарт IFC [2]. С точки зрения дальнейшей практической реализации подхода выбор формата был обусловлен открытой спецификацией. Этот факт позволяет использовать формат IFC в качестве основы для создания независимых платформ автоматизированного проектирования [3].

В рамках данного исследования необходимо отметить, что формат IFC обладает широким диапазоном сущностей, а его спецификация описана в стандарте ISO 16739-1:2018 (ГОСТ Р 10.0.02-2019)⁴. Пример декомпозиции типовой сущности представлен на рис. 1. Данная спецификация позволяет описывать требования к моделям в данном формате в машиночитаемом виде, что является важным фактором для дальнейшей автоматизации процесса контроля качества. Таким образом, в рамках описанной технологии автоматизированного проектирования зданий необходимо реализовать механизм валидации BIM-моделей, полученных в результате выполнения автоматизированных процессов. При этом важно учесть, что состав и содержание информационной модели определяется не только с учетом описанных в своде правил атрибутов, но и зависит от нормативно-регламентной документации и требований заказчика.

Для начала необходимо проанализировать существующие методы обеспечения качества BIM-моделей. Стоит отметить, что критерии оценки качества модели в формате IFC, затронутые в данных исследованиях, предъявляются к моделям, предназначенным для обмена. Однако некоторые результаты в области например, синтаксических проверок, подходят и для исследуемого автоматизированного процесса, в котором модель в формате IFC является основным и единственным вариантом хранения и представления BIM-данных.

Одним из самых первых способов валидации IFC-моделей до появления достаточно полных спецификаций описания

⁴ГОСТ Р 10.0.02-2019/ISO 16739-1:2018 Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Отраслевые базовые классы (IFC) для обмена и управления данными об объектах строительства. Часть 1. Схема данных. – М.: Сандартинформ, 2019. (Дата введения: 2019-09-01).

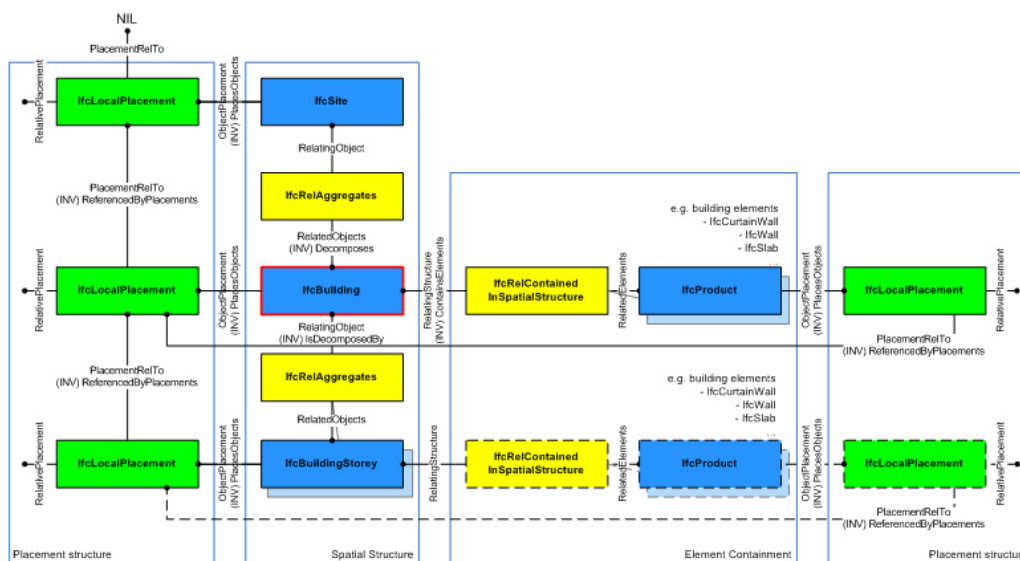


Рис. 1. Декомпозиция сущности здания (IfcBuilding) в стандарте IFC

формата являлся ручной и визуальный контроль. Контроль проводился с помощью сравнения с тестовыми эталонными примерами. Сами примеры проходили сертификацию на различных семинарах. Проведенная таким образом валидация могла выдать заключение о качестве модели с поправкой на видимость корректности результата. Очевидно, подход обладал рядом недостатков, включая ограниченность тестовых примеров и субъективность выбора критериев [4]. Кроме этого, данный способ не может быть использован в полностью автоматизированном процессе, так как предусматривает непосредственное участие человека.

С целью устранения недостатков описанного подхода был разработан новый процесс валидации IFC-файлов по аналогии с практиками, описанными в прикладных протоколах STEP (Standard for Exchange of Product model data). Комитет по сертификации зарегистрировал полное описание представления модели (Model View Definition – MVD) [5]. MVD предлагается к использованию в качестве справочного материала для определения тестовых примеров с точными требованиями и инструкциями к различным объектам, которые разработчики программного обеспечения должны использовать в приложениях при получении моделей в формате IFC.

Файлы с описанием модели подвергались самостоятельной автоматизированной валидации. Проверки были разработаны с помощью схем mvdXML и были основаны на трех категориях:

- соответствие синтаксису формата IFC;
- соглашения и допущения в рамках реализации конкретного проекта;
- некоторый ограниченный набор проверок семантических проверок на основе MVD.

Тем не менее, окончательное решение в рамках процесса оценки качества моделей в данном подходе все еще зависело от ручной проверки, в том числе для оценки и подтверждений несоответствий с эталонным примером. Несоответствия могли быть исключением из правил ввиду отсутствия поддержки в разрабатываемом приложении конкретных объектов, типов или связей. Кроме всего прочего, не предполагалось никакой автоматизации в отношении валидации геометрии модели.

Расширение использования формата IFC и дальнейшее его развитие усилило необходимость в появлении новых способов проверки качества [6–8]. Модели становились больше и сложнее, а их тестирование становилось непрактичным без автоматизации процессов. Кроме прочего, появилась необходимость в создании новых, количественных критериев как для схемы IFC, так и для геометрии модели, позволяющих оценивать качество модели в рамках автоматизированного процесса [9].

В общих чертах, валидацию IFC файла можно разделить на 3 этапа по типу требований:

1. Синтаксические проверки
2. Семантические проверки
3. Нормативные проверки

На этапе синтаксической валидации производится внутренняя проверка файла: валидация типов экземпляров сущностей, допустимых значений перечисления, а также правил, связанных с геометрией. Перечень правил для синтаксической валидации описан главным образом в соответствующей версии схемы стандарта⁵. Немаловажным аспектом в оценке качества на данном этапе являются валидация геометрии. В перечень правил определения корректности ге-

⁵ IFC Schema Specifications – buildingSMART Technical. available at URL: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/> (дата обращения: 27.04.2025).

ометрии могут быть включены в том числе предложения по соответствию схемам из стандарта по представлению данных об изделии (ГОСТ ИСО 10303-42)⁶.

Этап семантических проверок предназначен для избавления от неопределенности в представлении информации в модели. Неопределенность возникает из-за широкого диапазона различных определений, сущностей и атрибутов в стандарте. Следовательно, в зависимости от конкретного использования или рабочего процесса, необходимо отфильтровать данные модели, иными словами, взять только часть информации из всей схемы. Для этого предназначены уже упомянутые «представления модельного вида» – MVD. MVD по своей сути, определяет подмножество схемы IFC для конкретного случая, а также может содержать дополнительные ограничения и требования, которые в том числе выходят за пределы стандарта.

Наконец для удовлетворения требований внутренних и государственных норм модель должна быть качественной с точки зрения нормативных проверок. В набор правил на этом этапе входят также различные информационные требования заказчика, например уровни детализации и именования сущностей.

Отдельно отметим тот факт, что последовательность проверок имеет смысл. К примеру, если модель содержит синтаксические ошибки, то дальнейшая ее валидация не имеет смысла, пока не будут удовлетворены требования спецификации стандарта.

Таким образом, можно сказать, что модель в формате IFC считается качественной, если последовательно выполнены все правила валидации вышеописанных этапов. Схематично процесс оценки качества модели показан на рис. 2.

⁶ ISO 10303-42:2024 Системы автоматизации производства и интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 42. Интегрированные обобщенные ресурсы. Геометрическое и топологическое представление. (Дата введения: 2024-09-03).

В рамках рассматриваемой комплексной автоматизации процесса проектирования в целях обеспечения качества выходной модели важно предусмотреть и средства автоматизации выполнения правил валидации. В рамках подхода приоритетом является использование свободно распространяемого программного обеспечения.

Существует большое количество сервисов и инструментов, в том числе в открытом доступе, которые позволяют выполнять синтаксические проверки файлов форматов IFC. Однако большинство из них не подразумевают работу в полностью автоматизированном режиме, а некоторые вовсе предназначены для облегчения визуальной проверки. В рамках используемого стандартизированного подхода важно учитывать необходимость разработки независимых программных средств можно рассмотреть библиотеку IfcOpenShell [10]. IfcOpenShell – это набор инструментов, которые позволяют разработчикам работать с данными IFC-моделей на различных языках программирования. Данную библиотеку предлагается использовать при разработке собственных модулей валидации для проведения соответствующих синтаксических проверок и проверок геометрии. Простота и гибкость IfcOpenShell открывает огромное пространство возможностей для анализа моделей. Таким образом, при реализации правил валидации на текущем этапе можно учесть, как требования самого стандарта согласно спецификации IFC-EXPRESS, так и требования к описанию геометрии элементов согласно ГОСТ ИСО 10303-42.

Автоматизация этапов семантических и нормативных проверок будет рассмотрена совместно, так как организация процесса не имеет больших отличий.

Как говорилось выше, процесс проверок является итеративным, поэтому будем считать, что модель, предназначенная для проверок на данных этапах, является качественной с точки зрения спецификаций формата. Иными словами, элементы модели обладают всеми необходимыми атрибутами

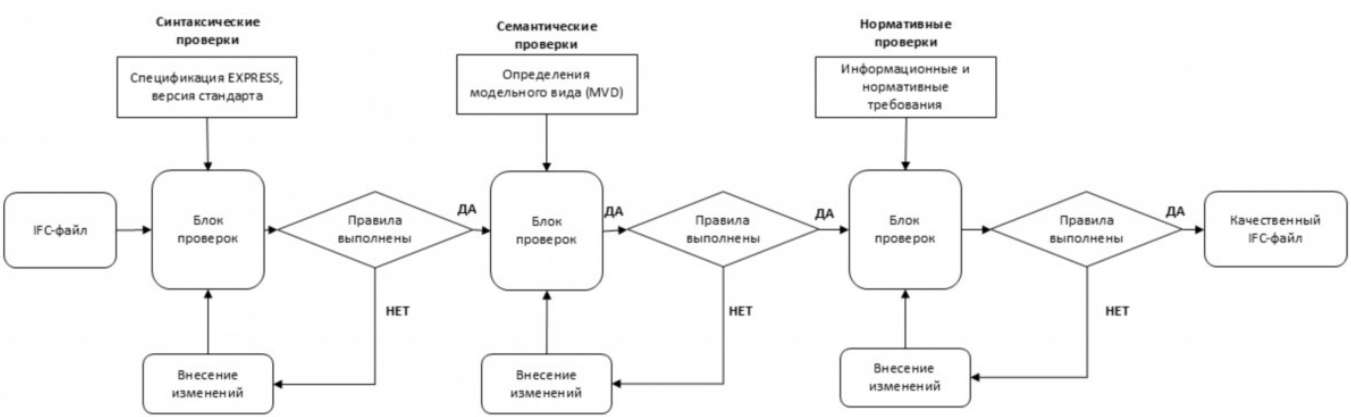


Рис. 2. Процесс оценки качества IFC-файла

с заполненными значениями. Валидация этапов семантических и нормативных проверок предполагает проверку соответствия заполненных значений атрибутов различного рода бизнес-правилам.

В ряде работ была предпринята попытка транслировать нормативные требования в машиночитаемом виде, например, с помощью визуальных языков программирования [11; 12] либо с помощью языка запросов SPARQL [13]. В работе [14] в обеспечение качества применяется Information Delivery Specification – более современная технология представления машиночитаемых бизнес-требований.

При этом отмечается, что валидность наборов правил в автоматизированных проверках должна быть предварительно оценена путем сравнения результатов автоматизированной проверки с проверкой в ручном режиме той же модели. Иными словами, необходима тщательная проработка критериев правил валидации [15].

Для автоматизации проверок бизнес-правил предлагается использовать Information Delivery Specification (IDS) [16] – это открытый стандарт, разработанный организацией buildingSMART. IDS позволяет определять требования к IFC-модели в машиночитаемом виде, основанном на формате XML. Такой формат позволяет легко встроить проверки в имеющиеся программные средства при помощи библиотеки IfcOpenShell, описанной выше. Примеры требований в соответствии со стандартом IDS, представлены на сайте СПб ГАУ «Центр государственной экспертизы» [17].

Рассматриваемый стандартизированный подход (рис. 3) к разработке программных средств для комплексной автоматизации предполагает последовательное выполнение нескольких этапов при разработке программной платформы. Внедрение механизма автоматизированной валидации моделей имеет смысл на Этапе 4, непосредственно в котором происходит системный анализ методик формирования BIM-модели. Системный анализ представляет собой создание методик с описанием последовательности функций с реализацией конкретных операций проектирования. Каждая такая методика наполняет BIM-модель в формате IFC новыми связями и элементами в соответствии с опи-



Рис. 3. Этапы стандартизированного подхода к разработке технологии автоматизированного проектирования зданий и сооружений

санными правилами. Последовательное выполнение методик формирует полную BIM-модель.

Использование независимых и открытых программных средств для валидации IFC-файлов позволяет применять данный алгоритм в рамках подхода к разработке технологии автоматизации проектирования.

Модификация алгоритма выполнения методик Этапа 4 схематично показана на рис. 4.

Для лучшего контроля качества формируемых моделей предлагается создавать набор правил для каждого конкретного автоматизированного процесса, то есть для каждой методики Этапа 4. Этот набор должен основываться на планируемых изменениях в рамках конкретной методики. После окончания процесса формирования модели будут запущены только те наборы правил, которые соответствуют использованному набору методик. Таким образом обеспечивается прозрачность внесения изменений, что позволяет дорабатывать некорректные методики. Доработка методики предполагает изменение ее функционала с целью формирования корректной с точки зрения правил валидации модели.

Конкретные примеры правил валидации не приводятся сознательно, так как цель исследования – разработка прежде всего методических рекомендаций. Правила валидации должны быть разработаны исходя из специфики проекта, желаемого уровня детализации и конкретных нормативно-регламентных документов.

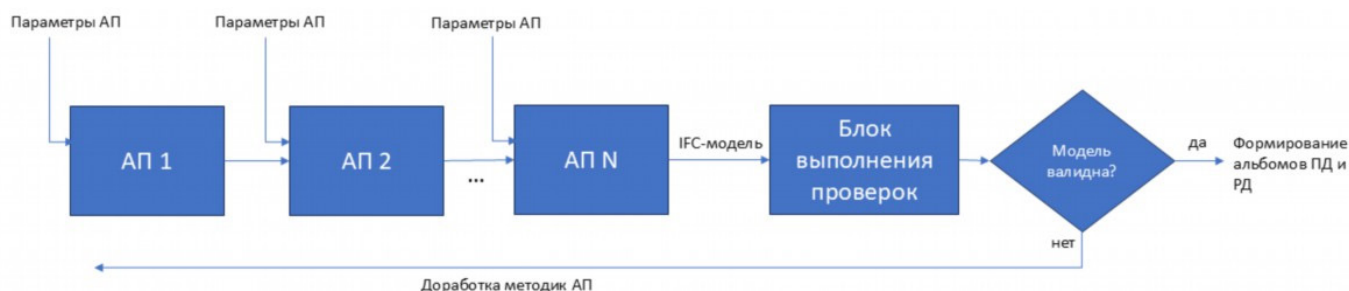


Рис. 4. Модификация автоматизированного процесса с использованием алгоритма валидации в блоке выполнения проверок. АП – автоматизированный процесс.

Ключевым моментом данного подхода также является определение допустимого порога выполнения проверок, который необходимо определить для каждого конкретного случая.

Формально это может быть выражено следующим интуитивно понятным образом:

$$V = \frac{N_c}{N_t} \geq T,$$

где V – валидность модели, N_c – количество успешно пройденных проверок, N_t – общее количество предусмотренных проверок, T – заданный пороговый коэффициент валидности модели ($0 \leq T \leq 1$).

Обоснование использования такого рода проверки обусловлено вариативностью нормативных требований (разные региональные строительные нормы), уровня детализации и целей использования модели. К примеру, для стадии концептуального проектирования можно принять $T = 0.7...0.8$, а для рабочей документации $T \geq 0.97$.

Подобная методика определения допустимого порога выполнения проверок имеет место в различных современных системах автоматизированного контроля качества BIM-моделей, к примеру в Solibri Model Checker [18].

При практической реализации применения механизма автоматизированной валидации описанные методические рекомендации были применены в рамках реализованной программной платформы автоматизированного проектирования зданий. За основу был взят процесс моделирования типового объекта жилого многоквартирного здания. IFC-модель объекта моделировалась путем последовательного выполнения автоматизированных процессов (методик автоматизированного проектирования) согласно стандартизованному подходу.

Был сформирован базовый набор синтаксических, семантических и нормативных проверок на основе описанной в исследовании концепции. Набор правил включал в себя проверку корректности геометрических, синтаксических и семантических норм согласно стандарту IFC, а также нормативные правила в виде требований к заполнению специфичной атрибутивной информации (на основе которой, например, в дальнейшем создаются спецификации в комплексах РД) в форме IDS-контрактов. Проверки формировались для каждого автоматизированного процесса на основе тех изменений, которые он вносил в формируемую модель.

Выполнение проверок было разработано в отдельном программном модуле с помощью библиотеки IfcOpenShell. Блок вызывался после успешного завершения работы основного процесса формирования полной модели объекта строительства. После выполнения блока проверок созда-

вался отчет для пользователя с описанием набора запущенных автоматизированных процессов, которые сформировали данную модель и результаты работы проверки соответствия модели описанным правилам на основе полученного набора процессов. Основной целью описанной практической реализации была проверка работоспособности подхода на сравнительно малом объеме проверок на типовом объекте моделирования. Кроме этого, стояла задача оценить среднее время работы одной проверки (таблица). Всего было выполнено 10 процессов формирования IFC-моделей типовых объектов.

Перечень идентификаторов набора данных

ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ПРОВЕРОК	СРЕДНЕЕ КОЛИЧЕСТВО УСПЕШНО ПРОЙДЕННЫХ ПРОВЕРОК	СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ РАБОТЫ БЛОКА ПРОВЕРОК, С
146	138	4.87

Исходя из полученных результатов в среднем корректность модели по описанным проверкам составляла порядка 94%. Среднее время работы не превышало 5 с, что может свидетельствовать о возможности дальнейшего расширения количества проверок без сильного снижения производительности при среднем общем времени формирования одной модели порядка 6 мин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках исследования были проанализированы различные методы валидации IFC-моделей и выбраны наиболее подходящие для использования в автоматизированном процессе. Также были разработаны рекомендации по внедрению валидации в стандартизованный подход комплексной автоматизации. Валидация представляет собой описание алгоритма последовательного выполнения проверок на основе спецификации, стандартов и иной нормативной документации.

Представлены основные программные средства для реализации указанных проверок. Данные программные средства являются свободным программным обеспечением, что позволяет использовать их при разработке независимых программных комплексов.

Применение данного подхода в разработанном программном комплексе автоматизированного проектирования зданий позволило выявить различные коллизии с точки зрения синтаксиса и семантики формата данных IFC. Модель также была проверена на соответствие специфическим нормативным требованиям к модели на примере корректности заполнения атрибутивной информации. Полученные результаты были использованы в дальнейшем для корректировки методик автоматизированного процесса. Таким об-

разом, выявление ошибок на этапе автоматизированного моделирования позволяет своевременно вносить изменения в параметры или логику реализации автоматизированных процессов, повышая качество формируемых моделей.

Кроме этого, практическая реализация концепции показала неплохие результаты с точки зрения производительности. Данный факт говорит о целесообразности расширения набора правил и дальнейшего использования механизма валидации в комплексном автоматизированном проектировании.

Использование IDS-схем для выполнения нормативных проверок позволяет внедрять машиночитаемые требования, разработанные на основе используемых в государственной экспертизе технических регламентов и принципов. Таким образом, утверждается, что BIM-модель, прошедшая валидацию на основе описанного подхода, считается пригодной для прохождения государственной экспертизы в формате ЦИМ.

Список использованных источников и литературы

1. Криони И.Н., Болсуновская М.В. Подход к разработке технологии автоматизированного проектирования зданий с использованием стандарта IFC // Наука и бизнес: пути развития. 2024. № 8(158). С. 74–82.
2. buildingSMART Technical. – URL: <https://technical.buildingsmart.org/> (дата обращения: 27.04.2025). – Текст: электронный
3. Криони И. Н. Независимые программные комплексы для автоматизации строительного проектирования // Теория и практика цифрового моделирования: Монография. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – С. 119–136.
4. Kiviniemi A. IFC Certification process and data exchange problems // eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction. – Taylor & Francis, 2008. – С. 517–522.
5. Model View Definitions (MVD) – buildingSMART Technical. – URL: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/> (дата обращения: 27.04.2025). – Текст: электронный.
6. Belsky M., Sacks R., Brilakis I. Semantic Enrichment for Building Information Modeling // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 2016. Т. 31, № 4. С. 261–274.
7. Lee Y.C., Eastman C.M., Solihin W., See R. Modularized rule-based validation of a BIM model pertaining to model views // Automation in Construction. 2016. Т. 63. С. 1–11.
8. Solihin W., Eastman C. Classification of rules for automated BIM rule checking development // Automation in Construction. 2015. Т. 53. С. 69–82.
9. Solihin W., Eastman C., Lee Y.C. Toward robust and quantifiable automated IFC quality validation // Advanced Engineering Informatics. 2015. Т. 29, № 3. С. 739–756.
10. IfcOpenShell – The open source IFC toolkit and geometry engine. – URL: <https://ifcopenshell.org/> (дата обращения: 27.04.2025). – Текст: электронный.
11. Häußler M. Code compliance checking of railway designs by integrating BIM, BPMN and DMN / M. Häußler, S. Esser, A. Borrmann // Automation in Construction. – 2021. – Т. 121. – С. 103427.
12. Preidel C. Towards Code Compliance Checking on the basis of a Visual Programming Language / C. Preidel, A. Borrmann // Journal of Information Technology in Construction. – 2016. – Т. 21. – С. 402–421.
13. Gu J. Automatic integrity checking of IFC models relative to building regulations / J. Gu, H. Zhang, M. Gu // ACM International Conference Proceeding Series. – 2016. – Т. 19-21-August-2016. – С. 52–56.
14. Tomczak A. A review of methods to specify information requirements in digital construction projects / A. Tomczak, L. V. Berlo, T. Krijnen [и др.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Т. 1101. – № 9.
15. Sacks R. BIM Handbook / R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, P. Teicholz. – Wiley, 2018, 688 с.
16. What is Information Delivery Specification (IDS) – buildingSMART International. – URL: <https://www.buildingsmart.org/what-is-information-delivery-specification-ids/> (дата обращения: 27.04.2025). – Текст: электронный
17. Документы для стандартизации цифровых информационных моделей (ЦИМ). – URL: <https://www.spbexp.ru/bim/docs/> (дата обращения: 27.04.2025). – Текст: электронный.
18. Solibri Desktop Help Center. – URL: <https://help.solibri.com/hc/en-us> (дата обращения: 27.04.2025). – Текст: электронный.

BIM MODELS QUALITY ASSURANCE IN COMPUTER-AIDED DESIGN USING IFC DATA STANDARD

Krioni I.N., postgraduate student at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg

The article discusses the methods of embedded quality assurance of digital information models and their application in the automated design process. It is based on a standardized approach to the development of integrated automation software for the design of residential apartment buildings. Methodological recommendations for the implementation of methods in an automated process using non-commercial software solutions have been developed. The implementation of the approach has shown the applicability of this approach in practice and the possibility of its further development and expansion. Software tools integrated according to the described recommendations have insignificant influence on the performance of the target software.

Keywords: computer-aided design, digitalization, standatization, BIM, quality assurance, IFC.

For citation: Krioni I.N. BIM models quality assurance in computer-aided design using IFC data standard. Information and Economic aspects of standardization and technical regulation. 2025; 4(85): 56–63. (In Russ.).

References

1. Krioni, I.N., Bolsunovskaya, M.V. Podkhod k razrabotke tekhnologii avtomatizirovannogo proektirovaniya zdaniy s ispol'zovaniem standart IFC [An approach to the development of computer-aided design technology for buildings using the IFC standard]. Nauka i biznes: puti razvitiya. 2024, no 8(158), pp. 74–82.
2. buildingSMART Technical. – URL: <https://technical.buildingsmart.org/> (access date: 27.04.2025).
3. Krioni, I.N. Nezavisimye programmnye komplekсы dlya avtomatizatsii stroitel'nogo proektirovaniya [Independent software systems for building design automation]. Teoriya i praktika tsifrovogo modelirovaniya: Monografiya. St. Petersburg, POLITEKH-PRESS, 2024. pp. 119–136.
4. Kiviniemi A. IFC Certification process and data exchange problems / A. Kiviniemi // eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction. – Taylor & Francis, 2008. – C. 517–522.
5. Model View Definitions (MVD) - buildingSMART Technical. – URL: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/> (дата обращения: 27.04.2025). – Текст: электронный
6. Belsky M. Semantic Enrichment for Building Information Modeling / M. Belsky, R. Sacks, I. Brilakis // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. – 2016. – Т. 31. – № 4. – C. 261–274.
7. Lee Y. C. Modularized rule-based validation of a BIM model pertaining to model views / Y. C. Lee, C. M. Eastman, W. Solihin, R. See // Automation in Construction. – 2016. – Т. 63. – C. 1–11.
8. Solihin W. Classification of rules for automated BIM rule checking development / W. Solihin, C. Eastman // Automation in Construction. – 2015. – Т. 53. – C. 69–82.
9. Solihin W. Toward robust and quantifiable automated IFC quality validation / W. Solihin, C. Eastman, Y. C. Lee // Advanced Engineering Informatics. – 2015. – Т. 29. – № 3. – C. 739–756.
10. IfcOpenShell – The open source IFC toolkit and geometry engine. Available at URL: <https://ifcopenshell.org/> (access date: 27.04.2025).
11. Häußler M. Code compliance checking of railway designs by integrating BIM, BPMN and DMN / M. Häußler, S. Esser, A. Borrmann // Automation in Construction. – 2021. – Т. 121. – C. 103427.
12. Preidel C. Towards Code Compliance Checking on the basis of a Visual Programming Language / C. Preidel, A. Borrmann // Journal of Information Technology in Construction. – 2016. – Т. 21. – C. 402–421.
13. Gu J. Automatic integrity checking of IFC models relative to building regulations / J. Gu, H. Zhang, M. Gu // ACM International Conference Proceeding Series. – 2016. – Тр. 19-21-August-2016. – C. 52–56.
14. Tomczak A. A review of methods to specify information requirements in digital construction projects / A. Tomczak, L.V. Berlo, T. Krijnen [и др.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Т. 1101. – № 9.
15. Sacks R. BIM Handbook / R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, P. Teicholz. – Wiley, 2018, 688 c.
16. What is Information Delivery Specification (IDS) – buildingSMART International. Available at URL: <https://www.buildingsmart.org/what-is-information-delivery-specification-ids/> (дата обращения: 27.04.2025).
17. Dokumenty dlya standartizatsii tsifrovyykh informatsionnykh modelei (TSIM). Available at URL: <https://www.spbexp.ru/bim/docs/> (access date: 27.04.2025).
18. Solibri Desktop Help Center. Available at URL: <https://help.solibri.com/hc/en-us> (access date: 27.04.2025).