



Рис. 1. Частые изменения парадигм в строительной отрасли нередко обусловлены желанием CAD-вендоров продать новые продукты

УДК 004.651:004.04

Эпоха перемен:

IFC уходит в прошлое, или Почему Autodesk готова отказаться от IFC ради USD в 14 ключевых фактах

Артем Иванович Бойко

Data Manager TMM Group (Бемблинген, Германия),
создатель проекта DataDrivenConstruction.io (Карлсруэ, Германия)
boikoartem@gmail.com

Аннотация. В статье анализируются трансформация в строительной отрасли, связанная с переходом от формата IFC к USD, и причины этого перехода, в том числе технические ограничения IFC, роль ключевых игроков рынка и влияние новых технологий. Особое внимание уделяется стратегии Autodesk и формированию альянса AOUSD. Исследуются преимущества USD и потенциальные последствия этого перехода для строительной отрасли. В статье также затрагиваются вопросы работы с данными и их анализа в современном строительстве.

Ключевые слова: IFC, USD, BIM, OpenBIM, Autodesk, AOUSD, цифровизация строительства, форматы данных, интероперабельность, строительное проектирование.

В 2024 году в строительной отрасли произошел значительный сдвиг в обработке данных. Если вы считаете, что знания BIM (OpenBIM и ClosedBIM) достаточны, чтобы работать с данными в будущем, вас ждет сюрприз. Системы CAD отходят от устаревших подходов, таких как BIM и OpenBIM, и переходят к новым технологиям:

- использование гранулированных данных для эффективного управления и аналитики;
- появление формата USD¹ и подхода ECS² для гибкой организации данных;
- активное применение ИИ в обработке и аналитике данных;
- развитие интероперабельности между системами и базами данных.

Сейчас тренды формируются под влиянием ключевых игроков рынка,

которые ищут форматы для привлечения пользователей к своим платформам. Формат IFC и OpenBIM теряют популярность, уступая место универсальным решениям, таким как USD. Autodesk поддерживает этот переход, и это знаменует собой изменение парадигмы в отрасли (**рис. 1**).

buildingSMART³, ранее ориентированная на IFC⁴, пересматривает стратегию из-за растущего влияния USD. Этот формат, до сих пор не учитывавшийся в планах организации, теперь становится важным элементом в будущем строительных данных.

Создание альянса AOUSD

В 2023 году Autodesk, Nvidia и Apple создали глобальный альянс AOUSD для продвижения формата USD в строительстве (**рис. 2**). В со-

став альянса также вошли Hexagon и Trimble. Его цель — унифицировать данные и стандартизировать процессы, поддерживая открытый формат. Поддержку формата USD в строительной отрасли активно оказывает компания НОК, играющая ключевую роль в его популяризации.

НОК: от регистрации IFC к продвижению USD

С 2022 года представители НОК⁵ активно продвигают формат USD в строительстве через buildingSMART. В таких материалах, как Technical Domain Session 1 — IFC5: Overview and Protocol, Technical Domain Session 1 и IFC 5 Test Dataset Validation and Use Case Confirmation)⁶, The Challenges of talking about IFC⁷, подчеркивается сложность работы с IFC, который при использовании стал для Autodesk и других вендоров препятствием для перехода на USD (**рис. 3**).

Autodesk не умеет экспортировать IFC

Несмотря на то, что, согласно данным Wikipedia, Autodesk была инициатором создания формата IFC, компания до сих пор не внедрила полноценную нативную поддержку экспорта IFC в Revit. За 20 лет разработки не смогли реализовать качественную поддержку, и с 2019 года Autodesk использует IFC SDK⁸ от Open Design Alliance (ODA), с которой ранее вела судебные тяжбы

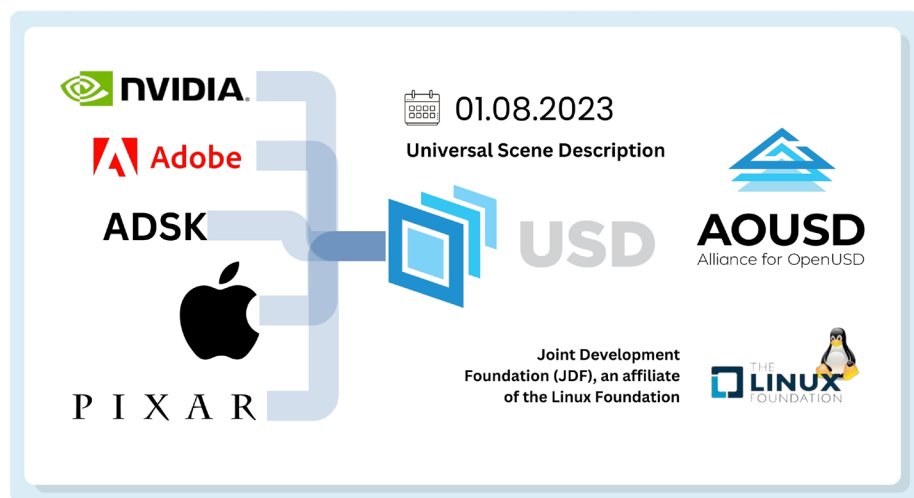


Рис. 2. Ключевые компании (NVIDIA, Adobe, Autodesk, Apple, Pixar) объявляют о сотрудничестве в рамках Universal Scene Description (USD), поддерживаемого Linux Foundation и AOUSD

¹ USD (Universal Scene Description) — это формат данных, разработанный компанией Pixar, предназначенный для гибкого описания сложных 3D-сцен.

² ECS (Entity Component System) — это архитектурный образец проектирования, используемый для организации данных и логики в компьютерных системах, особенно в игровых движках и системах симуляции.

³ buildingSMART — это международная некоммерческая организация, занимающаяся разработкой и продвижением открытых стандартов для обмена данными в строительной отрасли.

⁴ IFC (Industry Foundation Classes) — открытый стандарт для обмена данными в строительной отрасли, разработанный организацией buildingSMART International.

⁵ CEO НОК Патрик МакЛими в 1994 году зарегистрировал формат IFC и совместно с Autodesk основал IAI (International Alliance for Interoperability) которая в 2005 году была переименована в buildingSMART International, а позже в buildingSMART).

⁶ BuildingSMART International. Technical Domain Session 1 — IFC 5: Overview and Protocol // YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=GgN1he00dpc>

⁷ The Challenges of talking about IFC5 // buildingSMART International. URL: https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2024/09/20240829_Denver_ImplementerAssembly_day2.1_IFC5_part1_Greg-usecases.pdf?utm_source=chatgpt.com

⁸ SDK (Software Development Kit) — набор инструментов для разработчиков программного обеспечения, который позволяет создавать, расширять и интегрировать приложения для конкретной платформы, операционной системы или сервиса.

USD as a simplified version of the IFC format

General Information		Comparison / Notes	
Year of format creation	1991	2016	IFC focuses on construction data, USD on 3D graphics
Creator-developer	TU Munich	Pixar	IFC was founded in Germany, USD in America
Prototypes and predecessors	IGES, STEP	PTX, DAE, GLTF	IFC evolved from IGES/STEP, USD from PTX/DAE/GLTF
Initiator in Construction	Autodesk*	Autodesk*	Autodesk* initiated the adoption of both formats in construction
Organizer of the Alliance	Autodesk*	Autodesk*	Autodesk* organized both alliances
Name of the Alliance	buildingSMART (IAI)	AOUUSD	Different alliances for each format
Year of Alliance Formation	1994	2023	The IFC alliance was formed in 1994, AOUUSD for USD in 2023
Promoting in the construction	HOK*	HOK*	HOK* actively promotes both formats in buildingSMART (IAI) since the introduction
Purpose and Usage		Comparison / Notes	
Purpose	Semantic description and interoperability	Data simplification, visualization unification	IFC for semantics and exchange; USD for simplification and visualization
Goals and Objectives	Interoperability and semantics	Unification for visualization and data processing	IFC focuses on semantics; USD on visualization
Use in Other Industries	Predominantly in construction	In film, games, VR/AR, and now in construction	USD is versatile and used in various fields
Supported Data Types	Geometry, object attributes, metadata	Geometry, shaders, animation, light, and camera	USD supports a wider range of data types suitable for complex visualizations; IFC focuses on construction-specific data

data-driven construction.io

Рис. 3. Сравнительная таблица форматов USD и IFC

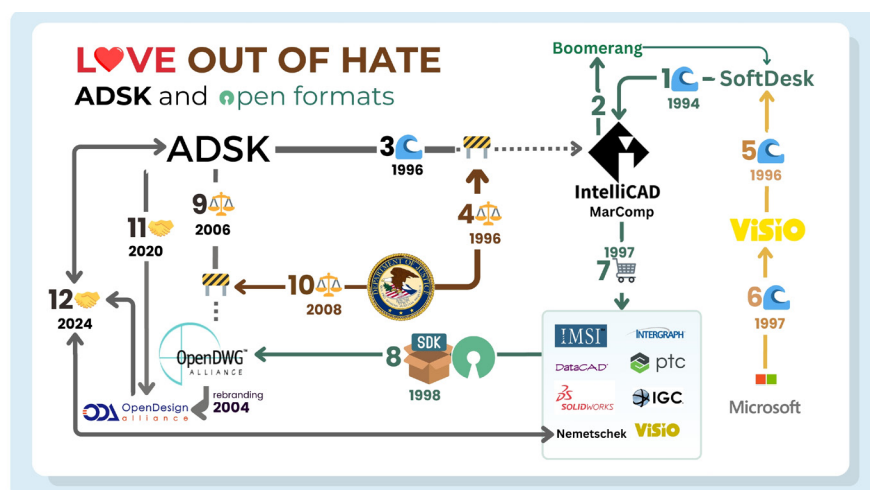


Рис. 4. Историческая схема конкуренции и сотрудничества Autodesk с альтернативными CAD-форматами

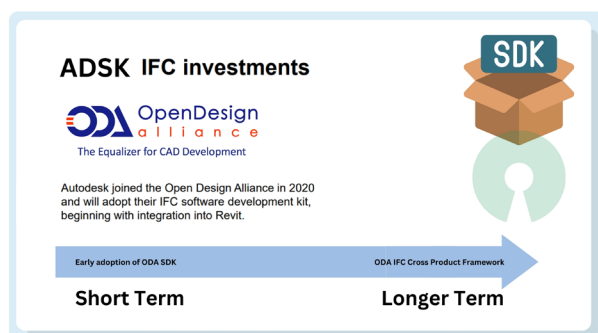


Рис. 5. Инвестиции Autodesk в IFC: сотрудничество с Open Design Alliance (ODA), начатое в 2020 году

(рисунки 4). И самое интересное в этой истории, что Open Design Alliance (ODA) до 80 % разработки ведет из Санкт-Петербурга в условиях строжайшей секретности. Члены клуба ODA, которые платят от 20 000 до 200 000 долларов в год за доступ к инструментам ODA, среди которых все CAD- и MCAD-вендоры без исключения, а также крупные компании вроде Oracle, Nvidia и Siemens, не знают, что разработка этих жизненно важных инструментов для отрасли обработки данных в строительстве ведется в России.

Подобных инструментов должно быть больше, и они не должны концентрироваться в руках только нескольких компаний, превращаясь под управлением CAD-вендоров в подобие монополии по доступу к данным CAD. Инструменты ODA были интегрированы в Revit до его приобретения Autodesk, но после этого компания заменяла их на собственный SDK RealDWG⁹. Спустя почти 20 лет Autodesk стала членом ODA и теперь участвует в разработке инструментов для работы с открытыми данными.

Цена интеграции IFC для Autodesk

Autodesk ежегодно выплачивает от 50 000 до 200 000 евро альянсу ODA за доступ к SDK для работы с IFC (рисунки 5), арендуя поддержку формата, который, по сути, сама и «создала». Эта проблема касается и других вендоров CAD, для которых сертификация и разработка сложных модулей для перевода данных в формат IFC требуют значительных затрат. Многие компании выбирают обходные пути, такие как форматы SVF, GLTF, DAE, JSON, CPIXML¹⁰ или USD, которые уже активно используются в других экосистемах.

⁹ DWG (от англ. drawing — чертёж) — бинарный формат файла, используемый для хранения двумерных (2D) и трехмерных (3D) проектных данных и метаданных.

¹⁰ GLTF (Graphics Language Transmission Format) — открытый формат для передачи 3D-моделей, оптимизированный для интернета и рендеринга в реальном времени. DAE (Digital Asset Exchange, Collada) — XML-формат для обмена 3D-данными между разными программами, поддерживающий сцены, материалы и анимацию. JSON (JavaScript Object Notation) — легковесный текстовый формат для хранения и передачи данных в структурированном виде, широко используемый в веб-разработке и API. CPIXML (Construction Process Integration XML) — формат на основе XML для обмена данными в строительной индустрии, ориентированный на интеграцию процессов и управление проектами.

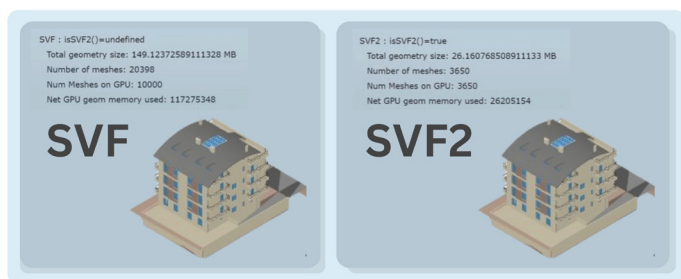


Рис. 6. Сравнение форматов SVF и SVF2: новый формат SVF2 значительно снижает объем геометрии и использование памяти GPU

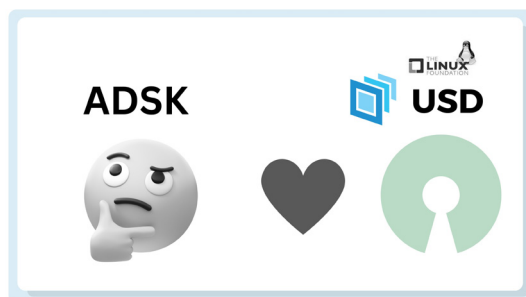


Рис. 7. Для каких целей Autodesk поддерживает открытый стандарт USD, развиваемый Linux Foundation и сообществом Open Source?

SVF/SVF2 Autodesk и USD как шаг к упрощению

С 2013 года Autodesk использует формат SVF/SVF2 для межплатформенной интероперабельности в продукте Forge (рисунок 6). Этот проприетарный формат, похожий на открытый USD, хранит геометрию в виде «плоских» мешей¹¹, а свойства — в JSON. Autodesk закрывает информацию о проектах за многослойным API, до-

ступным только подписчикам ACC¹². Формат USD может стать открытым аналогом SVF, как DXF стал открытой версией DWG.

USD активно внедряется в продукты Autodesk

С 2023 года Autodesk внедряет поддержку USD в свои продукты. Ком-

пания анонсировала, что экспорт в USD станет доступен во всех ее продуктах¹³. Эрик Борк из Autodesk подчеркнул, что USD стал для компании стандартом, который улучшает универсальность, интероперабельность и согласованность данных (рисунок 7). Эти же преимущества были свойственны формату IFC, который Autodesk приобрела в 1994 году. Так зачем же создавать новый формат?

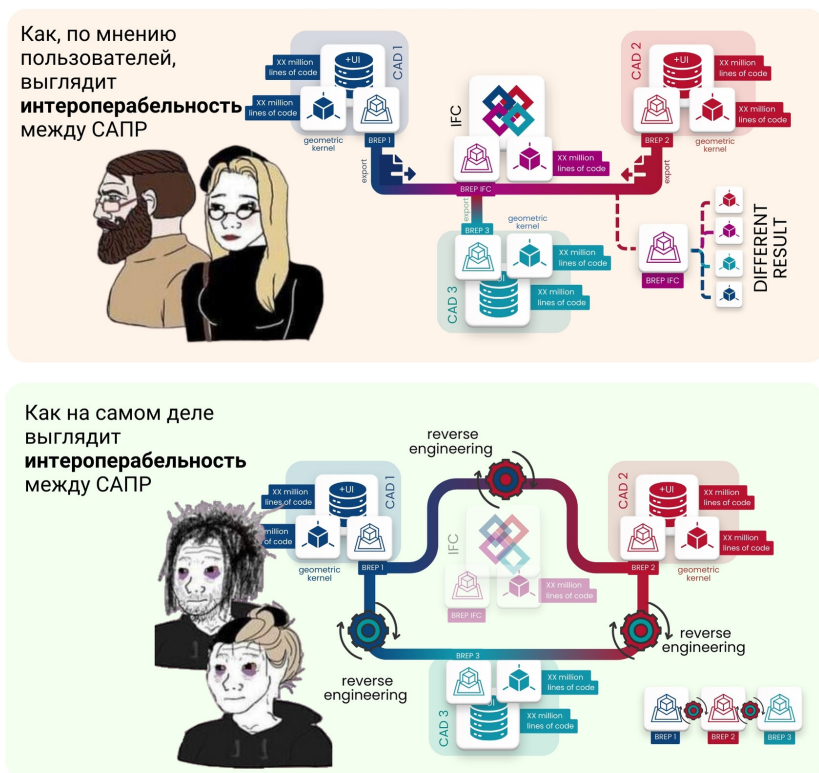


Рис. 8. Сравнение представлений пользователей о совместимости CAD и ее реального состояния, где требуются обратная инженерия и адаптация к геометрическим ядрам

CAD-вендоры не используют IFC для интероперабельности

Проблема интероперабельности остается одной из ключевых для вендоров CAD, особенно с учетом того, что многие старые продукты используют несовместимые технологические стеки. Например, код Revit до сих пор частично задокументирован на русском языке, что затрудняет его дальнейшее развитие и поддержку. Такие компании, как Autodesk, приобретают различные продукты, построенные на разных технологических стеках, что создает сложности в обеспечении их взаимодействия (рисунок 8).

Большинство крупных компаний, разрабатывающих CAD и BIM-программы, не предоставляют прямого доступа к данным своих приложений. Исключение составляет InfraWorks от Autodesk, которая использует открытую базу данных SQLite, давая пользователям возможность рабо-

¹¹ Mesh (сетка) — это набор вершин (vertices), ребер (edges) и граней (faces), используемый для представления 3D-геометрии объектов в компьютерной графике, моделировании и визуализации.

¹² ACC (Autodesk Construction Cloud) — облачная платформа от Autodesk для управления строительными проектами, объединяющая инструменты для BIM-координации, документооборота и аналитики в единой среде.

¹³ Анонс события // URL: <https://opensourcedays2023.sched.com/event/108hA>

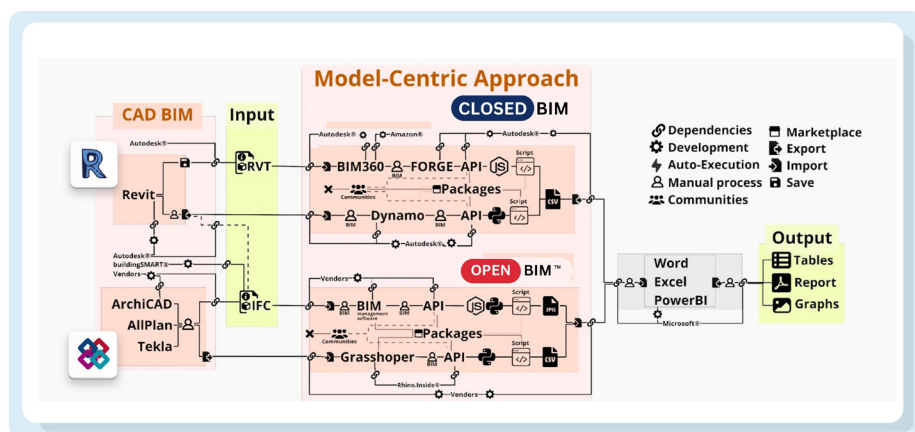


Рис. 9. Схема Model-Centric Approach: сравнение закрытых (ClosedBIM) и открытых (OpenBIM) рабочих процессов и их зависимостей

тать с данными модели напрямую. В отличие от этого Revit использует закрытый формат хранения¹⁴ данных, что ограничивает доступ к информации модели и требует использования множества API для взаимодействия с базой данных (рисунки 9).

Таким образом, в одном случае пользователи могут беспрепятственно работать с базой данных через SQL-запросы и использовать аналитику данных, а в другом им необходимо иметь доступ к тысячам команд API, которые вендор может менять каждый год. Чтобы обойти эти ограничения, разрабатываются специализированные конвертеры данных и SDK для реверс-инжиниринга, что требует значительных затрат — от 40 000 до 200 000 евро ежегодно.

В середине 1990-х годов появился формат IFC, который временно решил проблему открытости данных, заменив DXF, и отвлек внимание от необходимости использования SDK для реверс-инжиниринга формата DWG (рисунки 10). Однако с течением времени у IFC возникли серьезные проблемы, особенно с качеством экспорта и импорта данных из закрытых CAD-систем.

Предприятия не могут полагаться на формат, который интерпретируется по-разному в зависимости от геометрического ядра, используемого различными программами. IFC не является фундаментальным форматом, потому что он параметрический, а разные геометрические ядра дают разные результаты в расчетах

и визуализации. Вы можете подумать, что в этом сила вариативности, но на самом деле такое положение дел выгодно только поставщикам САПР, работающим с геометрическими ядрами. Для отображения любого параметрического формата необходимо геометрическое ядро. Но все производители САПР используют разные ядра. У Autodesk, Trimble, Bentley каждое свое. OpenBIM по умолчанию полагается на Open-Cascade, геометрическое ядро с открытым исходным кодом, которое до недавнего времени разрабатывалось в России и не имело никаких отношения к buildingSMART. Вот почему модели IFC выглядят по-разному в разных программах.

Проблемы с передачей геометрии в IFC могут быть решены с использованием¹⁵ более простых и «плоских» альтернатив, таких как USD, что делает его перспективным решением для будущего.

gITF (~USD) в Ten Principles for a Future IFC

В манифесте «Ten Principles for a Future IFC¹⁶» (2020) технический директор buildingSMART Леон ван Берло предложил использовать gITF¹⁷ вместо сложной параметрической геометрии IFC (рисунки 11).

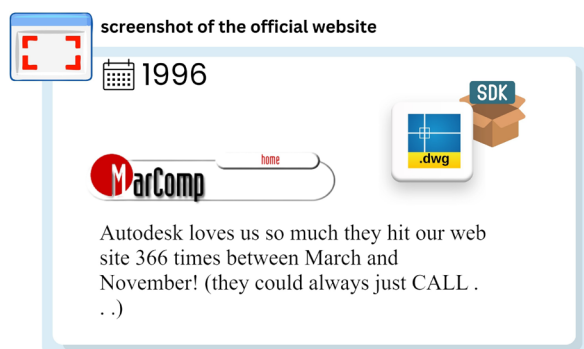


Рис. 10. Скриншот веб-сайта MarComp (1996) с ироничным сообщением о том, что Autodesk посетила их веб-сайт 366 раз в поисках информации, связанной с DWG SDK

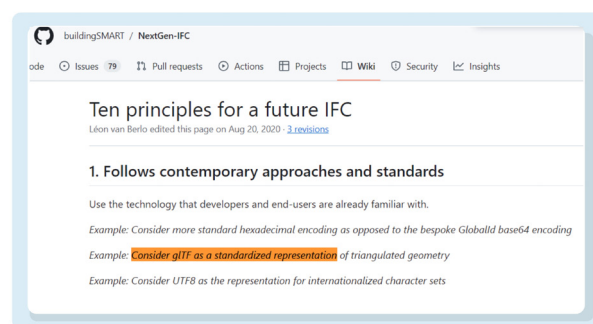


Рис. 11. Скриншот страницы buildingSMART NextGen-IFC на GitHub с предложением рассматривать gITF как стандартное представление триангулированной геометрии в будущих версиях IFC

¹⁴ Create and Connect to SQLite Database (DB) in C# // Autodesk Forums. URL: https://forums.autodesk.com/t5/revit-api-forum/create-and-connect-to-sqlite-database-db-in-c/td-p/10875551?utm_source=chatgpt.com

¹⁵ Ten principles for a future IFC. GitHub. URL: <https://github.com/buildingSMART/NextGen-IFC/wiki/Ten-principles-for-a-future-IFC>

¹⁶ Ten principles for a future IFC — 10 принципов для будущего IFC. GitHub. URL: <https://github.com/buildingSMART/NextGen-IFC/wiki/Ten-principles-for-a-future-IFC>

¹⁷ gITF (Graphics Library Transmission Format, ранее известный как WebGL Transmissions Format или WebGL TF) — стандартный формат файла для трехмерных сцен и моделей.

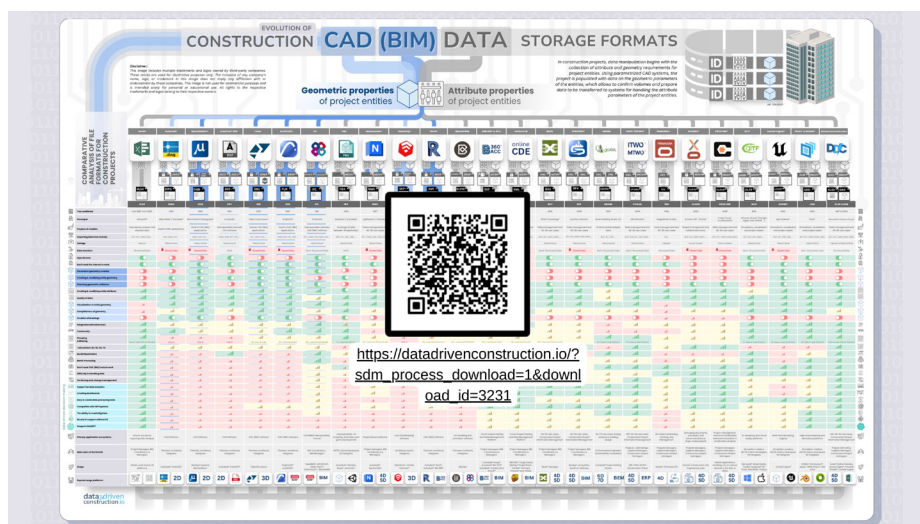


Рис. 12. Сравнительная таблица форматов хранения CAD, BIM-данных для строительных проектов. QR-код ведет на страницу загрузки документа

Это упрощает экспорт и импорт, сводя BREP¹⁸ к MESH. Разработкой glTF занимается влиятельная Khronos Group (Google, Nvidia, IKEA, Samsung и др.), а формат уже поддерживают Unreal Engine, Blender и Unity. Примечательно, что Khronos стала одним из главных партнеров¹⁹ нового альянса AOUSD, подтверждая преемственность между glTF и USD.

Устаревшая структура IFC против упрощенного USD

IFC унаследован от IGES²⁰ и STEP²¹ 1970-х годов, поэтому его построения структура сегодня выглядит архаичной и неудобной. Современные плоские форматы (USD, glTF) предлагают простую иерархию объектов, упрощая интеграцию, аналитику (ETL) и совместную работу, а ключевые различия можно увидеть в таблице сравнения²² (рис. 12).

Разработчики ERP-CAFM-систем²³ тоже стремятся упростить этап извлечения (Extract) данных.

Авторы IFC помогают разработать немецкий USD — CPIXML

В начале 2000-х годов компания Züblin-Strabag, столкнувшись с ограничениями IFC при 4D-7D-калькуляциях в ERP-CAFM, привлекла инженера, участвовавшего в регистрации IFC в 1990-х годах. Вместе они создали новый формат CPIXML, ориентированный на потребности немецкоязычных строительных компаний. Подобно USD, CPIXML использует «плоский» подход, но хранит данные в XML и OBJ²⁴, тогда как USD опирается на JSON. С 2018 года, после продажи ITWO Schneider Electric, Züblin инвестирует в новый формат на базе OpenCascade (рис. 13).

С полной картой истории CAD/MCAD/BOM/BIM можно ознакомиться по ссылке «Карта истории BIM»²⁵ или перейти по QR-коду:

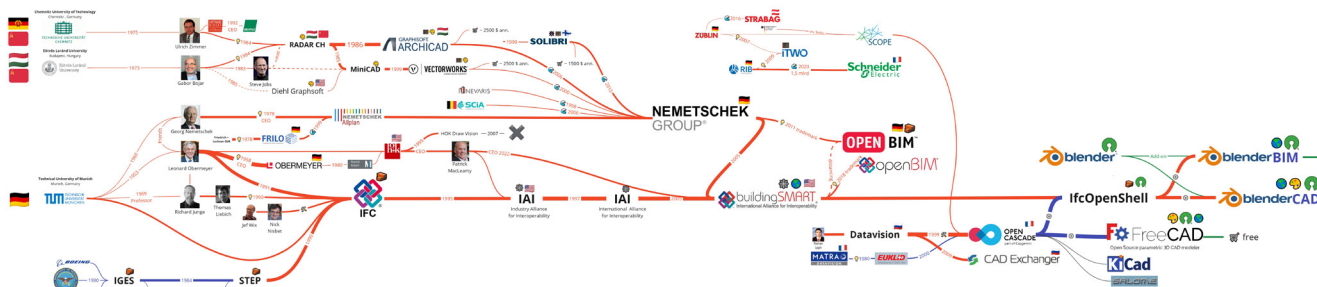


Рис. 13. Историческая карта развития OPEN BIM, Nemetschek Group и связанных технологий, включая IFC

¹⁸ BREP — способ представления фигур с помощью границ.

¹⁹ Building Bridges in 3D: AOUSD and Khronos Collaborate on OpenUSD and glTF Interoperability // Khronos Group. URL: <https://www.khronos.org/blog/building-bridges-in-3d-aousd-and-khronos-collaborate-on-openusd-and-glTF-interoperability>

²⁰ IGES (Digital representation for communication of product definition data) — двумерный/трехмерный векторный формат графики.

²¹ STEP (Standard to exchange of product model data — стандарт обмена данными о продукции) — формат обмена данными для САПР, стандартизированный по ISO.

²² Таблица сравнения. DataDrivenConstruction. URL: <https://datadrivenconstruction.io/wp-content/uploads/2024/10/comparison-of-data-formats-for-construction-projects-1.pdf>

²³ CAFM (Computer Aided Facilities Management) — компьютерные средства автоматизации управления инфраструктурой недвижимости.

²⁴ OBJ — формат файлов описания геометрии, разработанный в Wavefront Technologies для их анимационного пакета Advanced Visualizer.

²⁵ Карта истории BIM // Miro. URL: https://miro.com/app/board/o9J_lalML2cs#?share_link_id=204422129439

Вместо IFC в центральной Европе используют CPIXML, похожий на формат USD для 4D-7D

Формат IFC был разработан в Германии²⁶ (TU München и бюро Обермайера), однако в 4D-7D-процессах большинство крупных немецкоязычных компаний предпочитают упрощенный CPIXML (OBJXML). Züblin, Strabag, Hochtief, Bilfinger, Deutsche Bahn и другие используют ERP-системы ITWO/MTWO от Züblin и RIB Software (куплена Schneider Electric в 2021 году за 1,5 млрд евро). Успех этих платформ во многом обусловлен широкой сетью совместных предприятий и стратегическим партнерством с Microsoft. При этом IFC продолжает развиваться в сообществе openBIM, бренд openBIM создан и зарегистрирован как товарный знак²⁷ в 2012 году и передан buildingSMART.

Blender и Unreal Engine активно внедряют поддержку USD

BlenderBIM (Bonsai) претендует на роль первого нативного инструмента для создания и редактирования IFC, но использует OpenCascade (геометрическое ядро из Нижнего Новгорода) (рисунк 14). При этом сама команда Blender интегрирует USD²⁸, упрощая работу с данными и создавая альтернативу IFC. Unreal Engine и Unity также поддерживают USD, все чаще привлекая специалистов строительной отрасли.

FreeCAD, IfcOpenShell и большинство IFC-библиотек (включая BlenderBIM) основаны на OpenCascade — единственном бесплатном²⁹ геометрическом ядре, которое только обрабатывает геометрию и не влияет на качество экспорта и импорта IFC. Сложности при использовании IFC подталкивают отрасль к поиску более простых форматов, и USD, продвигаемый

крупными альянсами, стремительно набирает популярность.

НОК и ARUP начинают продвигать USD в buildingSMART

В конце августа 2024 года в офисе Trimble в Вестминстере прошла Генеральная ассамблея³⁰ buildingSMART, где основное внимание уделили преимуществам USD для открытых стандартов в строительстве. НОК и ARUP представили доклады «The Challenges of talking about IFC5»³¹, «USD & IFC Coworkers, cousins or siblings?»³², «IFC5 Technical prototypes»³³, подчеркивая выгоды USD в сравнении с IFC: поддержку сложных анимаций, гибкую интеграцию 3D-моделей и эффективное управление данными.

USD появляется в документах по разработке IFC5

В сентябре, спустя месяц после Генеральной ассамблеи 2024³⁰ в офисе Trimble, технический директор buildingSMART выложил на GitHub документ Examples_FAQ в репозитории IFC5-development³⁴ в качестве ориентира для разработки IFC5 (рисунк 15).

Он включает примеры и ключевые идеи будущего стандарта, подчеркивая внедрение концепций openUSD и переход от STEP к более удобному JSON (как в USD).



Рис. 14. Open CASCADE SA как успешный пример бизнес-модели Open Source: стратегия выхода на перспективные рынки и роль Романа Лыгина в развитии компании

²⁶ Бойко А. Lobbyist Wars and the Development of BIM. Part 3: Fathers of BIM Technologies. Who is behind the success of Autodesk and openBIM // Medium for Teams. URL: <https://boikoartem.medium.com/lobbyist-wars-and-the-development-of-bim-25f2f9d9e6c4>

²⁷ DataDrivenConstruction. Лоббистские войны за данные в строительстве. Технофеодализм и скрытое прошлое BIM // YouTube. URL: https://www.youtube.com/watch?v=S-TNdUgfHxk&ab_channel=DataDrivenConstruction

²⁸ Into the Omniverse: Blender 4.0 Alpha Release Sets Stage for New Era of OpenUSD Artistry. NVIDIA. URL: <https://blogs.nvidia.com/blog/omniverse-blender-release-openusd/>

²⁹ Бойко А. The struggle for open data in the construction industry. The history of AUTOLISP, IntelliCAD, openDWG, ODA and openCASCADE. Medium for Teams. URL: <https://boikoartem.medium.com/the-struggle-for-open-data-in-the-construction-industry-2b97200e6393>

³⁰ General Assembly of Implementers — Westminster, Colorado, USA. BuildingSMART International. URL: <https://www.buildingsmart.org/event/general-assembly-of-implementers-westminster-usa/>

³¹ The Challenges of talking about IFC5. // buildingSMART International. URL: https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2024/09/20240829_Denver_ImplementerAssembly_day2.1_IFC5_part1_Greg-usecases.pdf

³² USD & IFC Coworkers, cousins or siblings? // buildingSMART International. URL: <https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2024/10/2024-08-30-IFC-and-USD-clean.pdf>

³³ IFC5 Technical prototypes // buildingSMART International. URL: https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2024/09/20240829_Denver_ImplementerAssembly_day2.4_IFC5_part4-hello_wall.pdf?utm_source=chatgpt

³⁴ IFC 5 examples // Github. URL: https://github.com/buildingSMART/IFC5-development/blob/main/Examples_FAQ.md

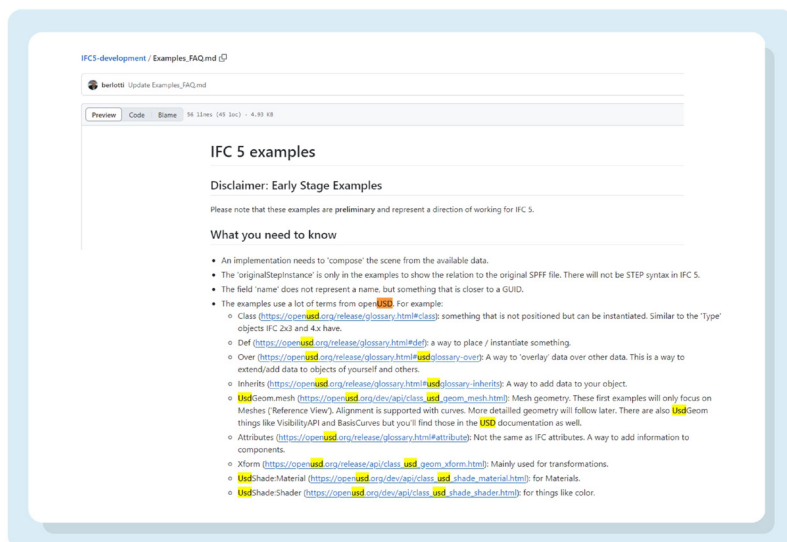


Рис. 15. Страница разработки IFC5 с GitHub, демонстрирующая ранние примеры и активное использование терминологии USD (Universal Scene Description) в новой версии стандарта



Рис. 16. Панельная дискуссия на Open Source Days 2023 с участием Pixar, Adobe, NVIDIA и Autodesk



Рис. 17. Графическое сравнение подходов ClosedBIM и Open Data: закрытые форматы обеспечивают легкий старт, но сложную интеграцию, в то время как открытые данные требуют усилий по реверс-инжинирингу

IFC, IFC5 или USD

IFC и USD, скорее, «двоюродные братья», чем прямые конкуренты: IFC силен в семантическом описании строительных объектов, а USD — в визуализации и объединении моделей. Вероятно, buildingSMART начнет заимствовать часть графических возможностей USD для IFC5, чтобы упростить интеграцию. Однако вендорам едва ли выгодно поддерживать два параллельных формата, и в итоге они сделают выбор: либо перейти на USD, либо продолжать использовать IFC, взяв нужные элементы из USD (**рисунок 16**).

Autodesk уже привлекает сторонних разработчиков для экспорта данных из своих продуктов в IFC, но эти же специалисты были конкурентами компании в вопросах открытых данных и создавали для Autodesk³⁵ немало проблем. Логично, что Autodesk может напрямую перейти к USD, похожему с их внутренним MESH-форматом SFV/SVF2.

IFC не является «родным» форматом для современных CAD-систем, а его качество зависит от готовности разработчиков обеспечивать полноценный экспорт/импорт. Многие, включая Autodesk, полагаются на Open Design Alliance, что подтверждает сложность поддержки IFC.

Благодаря SDK и реверс-инжинирингу любой CAD можно конвертировать в более подходящий формат (SQLite, JSON, XLSX и т. д.), что зачастую обеспечивает больше гибкости, чем работа только с IFC или USD.

Ведущие вендоры продвигают новый «открытый» формат, но фактически ограничивают доступ к полноценным данным и требуют подписок, тогда как альтернативные решения (CAD Exchanger, ODA, которые разрабатываются по большей части в России) уже позволяют работать с полной базой проекта (**рисунк 17**).

³⁵ Бойко А. The struggle for open data in the construction industry. The history of AUTOLISP, intelliCAD, openDWG, ODA and openCASCADE // Medium for Teams. URL: <https://boikoartem.medium.com/the-struggle-for-open-data-in-the-construction-industry-2b97200e6393>

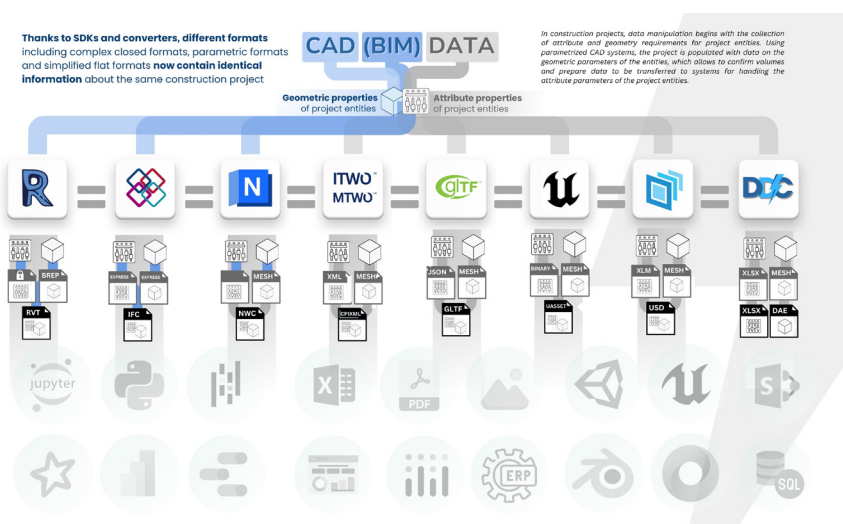


Рис. 18. Унификация CAD/BIM-данных с помощью SDK и конвертеров, обеспечивающая идентичное содержание строительных проектов в различных форматах, включая RVT, IFC, NWC 37, GLTF, USD и DA

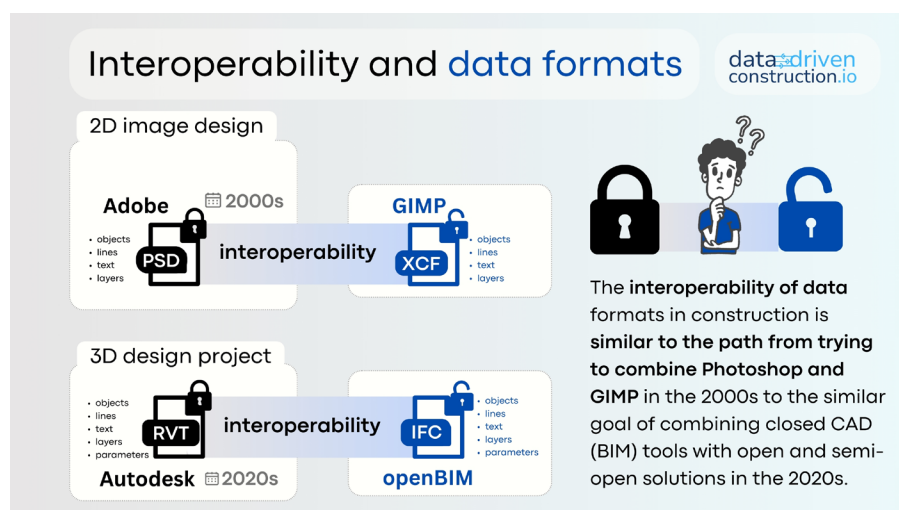


Рис. 19. Сравнение совместимости форматов в 2D- и 3D-дизайне: аналогия сложности взаимодействия

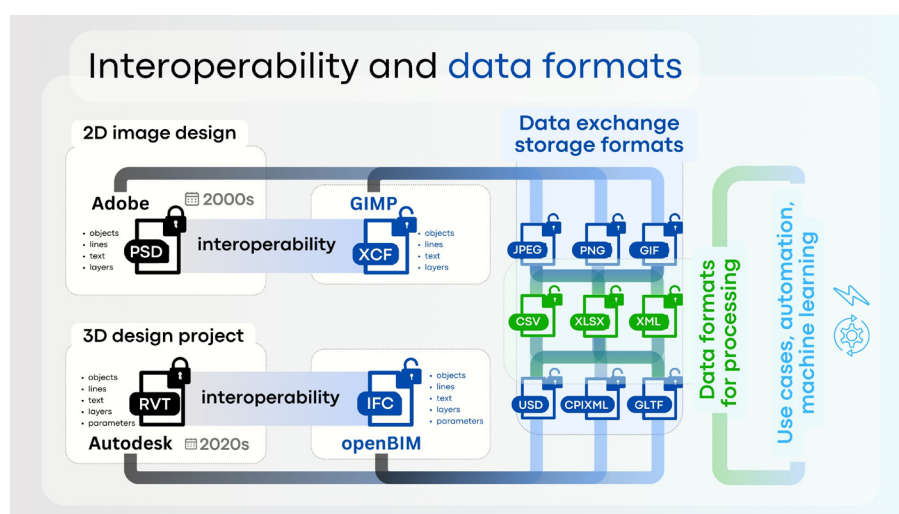


Рис. 20. Взаимодействие закрытых и открытых форматов данных в 2D- и 3D-дизайне, а также их интеграция через универсальные форматы обмена

Глобальные изменения, трансформация и смена парадигмы?

Глубокие перемены в форматах и работе с данными связаны со стратегией вендоров, которые предпочитают закрытые экосистемы вместо независимого IFC. Главная проблема IFC — отсутствие «родного» ядра и зависимость от OpenCascade (Нижний Новгород), что ограничивает развитие OpenBIM. Для полной независимости нужен собственный геометрический движок, оптимизированный под IFC, но пока неясно, кому это может быть выгодно, если вендоры уже видят перспективы в USD вместе с NVIDIA и Apple и могут переключиться на него для лучшей монетизации (рисунки 18).

Миф интероперабельности

В строительной отрасли сейчас многие команды пытаются наладить «мосты» между закрытыми (ClosedBIM) и открытыми (OpenBIM) системами, считая, что это решит все проблемы с обменом данными. Однако история из мира графических редакторов (Photoshop и GIMP) наглядно показывает, что пользователям важнее простые «плоские» форматы (JPEG, PNG), чем сложные файлы с множеством слоев и параметров (рисунки 19).

Это указывает на ключевую тенденцию: большинству специалистов нужны легкие, стандартные форматы, пригодные для быстрого обмена и удобной работы, а не громоздкие решения, замкнутые внутри определенной платформы (рисунки 20).

Аналогично в 3D-моделировании: USD, OBJ, glTF и DAE занимают нишу удобных «плоских» форматов. Они упрощают визуализацию и интеграцию с другими системами без специфических ограничений. В отличие от них, закрытые или усложненные форматы (IFC, Revit-файлы, NWC³⁶) часто перегружены деталями, которые не нужны большинству пользователей при решении повседневных задач. Переход Autodesk

³⁶ NWC — промежуточный формат файла в программе Navisworks, через который осуществляется связь со сторонними форматами, такими как RVT, DWG, IFC и другими, и который по сути является ретранслятором информации из других форматов в усваиваемом для Navisworks виде.

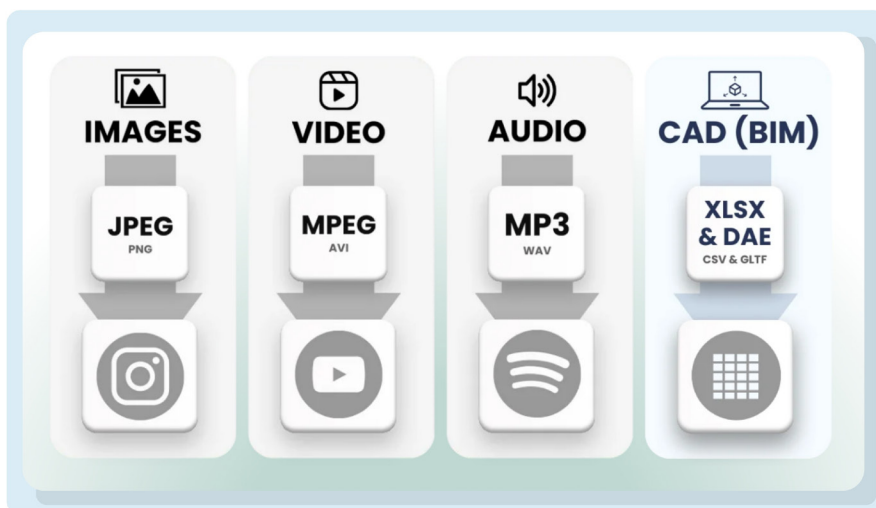


Рис. 21. Аналогия форматов CAD (BIM) с распространенными форматами изображений, видео и аудио

к поддержке USD и участию в альянсе AOUSD — четкий сигнал: отраслевой лидер оценивает преимущество более универсального и гибкого формата.

Важно понимать, что за дискуссиями о совместимости скрывается вопрос: действительно ли нужно столько разных форматов, если они, по сути, содержат одни и те же данные в разных «обертках»? Возможно, правильное сосредоточиться на реальной ценности информации и доступности данных. Пользователи ждут решений, которые быстро и понятно дают нужные сведения. Подобно тому, как в графике прижились плоские изображения (JPEG, PNG), в строительстве все большую роль играют аналогичные «упрощенные» форматы 3D-моделей (рисунок 21). Их простота и высокая совместимость часто оказываются куда важнее, чем избыточная параметрика или попытка сочетать несовместимые системы.

Гранулированные данные, аналитика, машинное обучение и большие языковые модели

Современное строительство генерирует огромный объем данных из разных источников, которые нужно интегрировать. Однако закрытые API, платные SDK и «ручные» конвертеры усложняют этот процесс. С появлением Python и LLM любой специалист может проводить количественные расчеты (QTO), проверять и визуализировать данные без традиционных CAD/BIM-систем (рисунок 22).

Рис. 22. Информационная экосистема AEC (Architecture, Engineering, Construction) с зависимостью от закрытых CAD/BIM-форматов, API и облачных решений

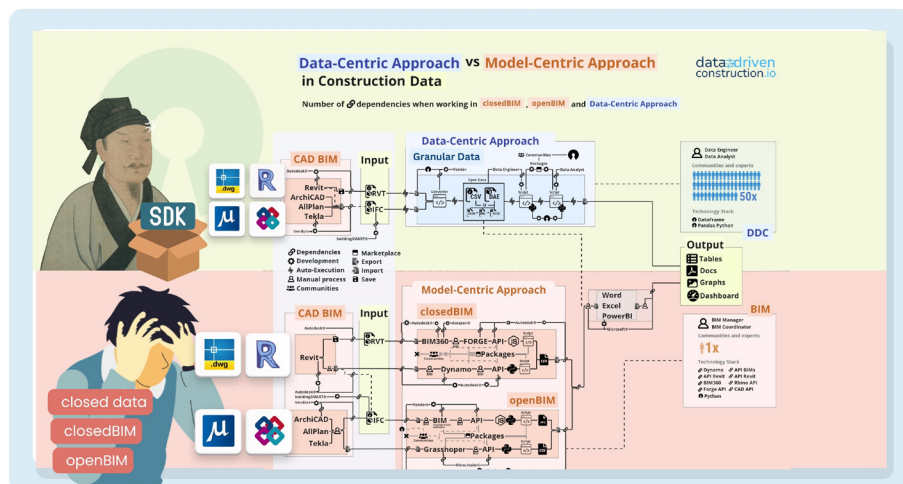


Рис. 23. Data-Centric Approach и Model-Centric Approach в управлении строительными данными

Новый альянс AOUSD, облачные гиганты (Amazon, Huawei) и смежная стратегия крупных разработчиков (например, Autodesk, делающей ставку на «датацентричный» подход) подтверждают (рисунок 23), что аналитика выходит на первый план. Уже сейчас, по словам CEO NVIDIA, 30 % вычислительных ресурсов³⁷ тратится на работу с датафреймами, а популярность Pandas взлетела до 10 миллионов скачиваний в день³⁸.

³⁷ Бойко А. Публикация участника // LinkedIn. URL: https://www.linkedin.com/posts/boikoartem_CEO-NVIDIA-Around-3-activity-7233722515389386752-4l4d?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

³⁸ Статистика pandas // Pepy.tech. URL: <https://www.pepy.tech/projects/pandas>



Рис. 24. За термином BIM фактически скрывается управление базами данных и аналитика данных (Data Analytics)

Таким образом, отрасль стоит перед выбором: оставаться в мире закрытых форматов и громоздких файлов или перейти к открытым данным и автоматизации. DWG и Revit-файлы, как и другие проприетарные решения, уже давно реверсированы и больше не являются непреодолимым барьером. BIM все больше сводится к «волшебству» параметров и аналитике, а не к конкретному формату.

Если вы еще не начали осваивать аналитику (**рисунок 24**), самое время это сделать. Все ключевые инстру-

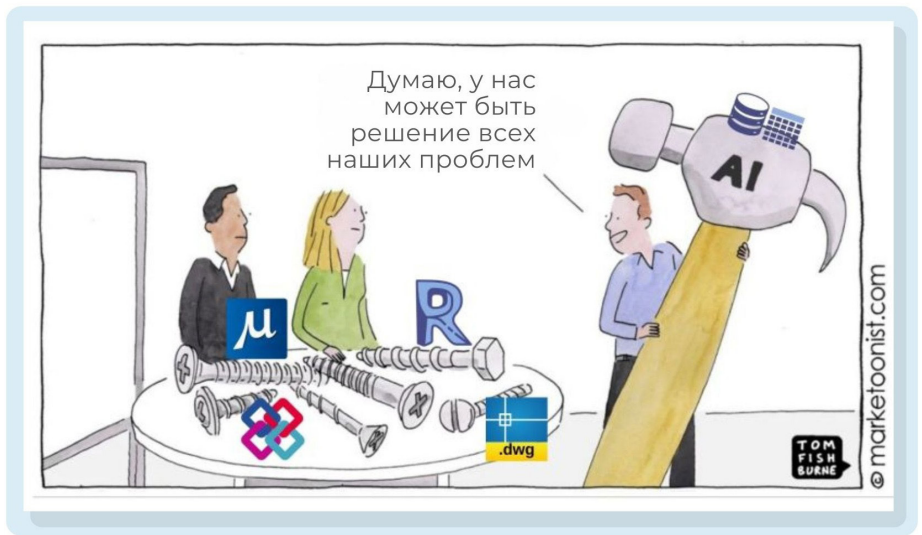


Рис. 25. ИИ (AI) предлагается как универсальное решение для сложных проблем BIM и CAD, несмотря на разнообразие форматов данных и несовместимость инструментов

менты (Python, LLM, Pandas) (**рисунок 25**) уже доступны, и строительная отрасль стремительно переходит к использованию открытых структурированных данных. Именно эти данные становятся «топливом» будущего, позволяя компаниям эффективнее управлять проектами и оставаться конкурентоспособными.

Заключение

Будущее строительства определяется работой с данными, а не конкрет-

ным форматом. Главное, на что стоит обратить внимание:

- все форматы (RVT, IFC, PLN, CP2, CPIXML, USD, SQLite, XLSX, Parquet и др.) хранят одинаковую информацию об элементах проекта;
- они легко конвертируются в «открытую» структуру MESH + свойства объектов;
- аналитика данных (Python, LLM и т. д.) — ваш ключ к проектным данным в любом формате;
- устаревает подход с API: учитесь работать напрямую с открытыми данными.

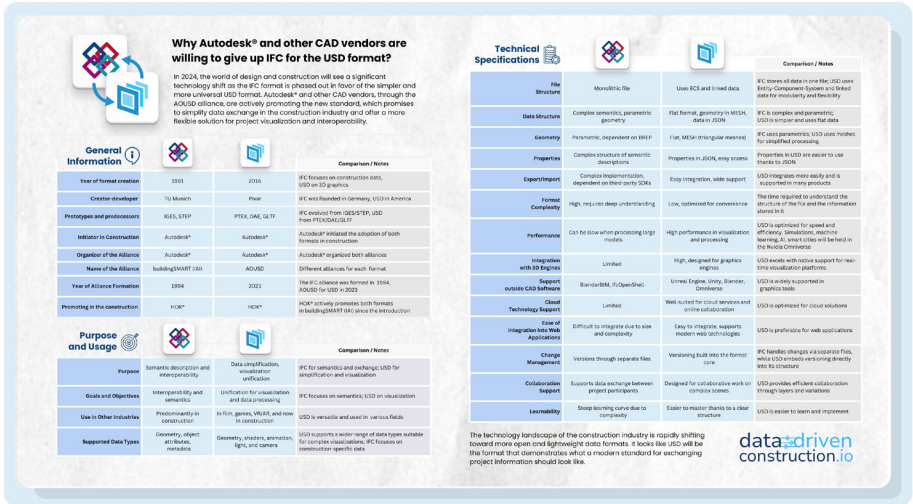


Рис. 26. Сравнительный анализ IFC vs USD: причины, по которым Autodesk и другие вендоры CAD переходят с IFC на USD

Теперь отрасль выбирает между интеграцией лучших идей USD в IFC или полным переходом на USD. Крупнейшие вендоры (Autodesk, Trimble, Hexagon) и лидеры (НОК) уже делают ставку на USD благодаря его простоте, гибкости и поддержке большого альянса. Этот сдвиг открывает новые возможности, но может также укрепить контроль вендоров над проектными данными (**рисунок 26**).

Нужно стремиться к действительно открытым данным, сохраняя независимость от форматов и экосистем. Это путь к свободной аналитике и настоящему технологическому прогрессу.