

Транспортные сооружения / Russian Journal of Transport Engineering <https://t-s.today>

2026, Том 13, № 1 / 2026, Vol. 13, Iss. 1 <https://t-s.today/issue-1-2026.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/31SATS126.pdf>

DOI: 10.15862/31SATS126 (<https://doi.org/10.15862/31SATS126>)

2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Плаксин, А. Р. Информационное моделирование в мостостроении: анализ мирового опыта, программных решений и перспектив развития / А. Р. Плаксин, И. Г. Овчинников // Транспортные сооружения. — 2026. — Т. 13. — № 1. — URL: <https://t-s.today/PDF/31SATS126.pdf>. DOI: 10.15862/31SATS126.

For citation:

Plaksin A.R., Ovchinnikov I.G. Information modeling in bridge construction: analysis of world experience, software solutions and development prospects. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2026;13(1): 31SATS126. Available at: <https://t-s.today/PDF/31SATS126.pdf>. DOI: 10.15862/31SATS126. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 624.21

Плаксин Артём Романович

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия

E-mail: ArtemichP@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1343041

Овчинников Игорь Георгиевич

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия

ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург, Россия

Профессор

Доктор технических наук, профессор

E-mail: bridgesar@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=2922

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/I-5539-2013>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57191523105>;

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7102605749>

Информационное моделирование в мостостроении: анализ мирового опыта, программных решений и перспектив развития

Аннотация. Статья посвящена анализу текущего состояния, методов и перспектив внедрения технологий информационного моделирования при проектировании мостовых сооружений. Показана ограниченность традиционного 2D-подхода: информационная фрагментация, ручное обновление чертежей, отсутствие связей между разделами, высокий риск коллизий и неизбежная потеря данных на последующих этапах жизненного цикла — от строительства до эксплуатации и демонтажа. Авторами выполнен сравнительный анализ мирового и российского опыта внедрения BIM в мостостроение. Показано, что в Великобритании, Китае и США государственная политика и развитые национальные стандарты обеспечивают уровень внедрения технологий информационного моделирования до 89 % в инфраструктурных проектах. Россия с 2022 года ввела обязательное применение технологий информационного моделирования для бюджетных объектов, однако сталкивается с дефицитом квалифицированных кадров, неполной нормативной базой и низкой цифровой зрелостью организаций. Авторами рассмотрены основные программные комплексы для моделирования мостов: специализированный Midas CIM (с прямой двусторонней связью с расчётным

комплексом Midas Civil), Tekla Structures и комплексное решение Revit и Dynamo. Описаны преимущества параметрического моделирования, реализации 4D и 5D-задач и автоматической проверки коллизий, что особенно критично для мостов со сложной геометрией и стеснёнными условиями строительства. Приведены количественные данные: снижение переделок на 70–85 %, экономия средств на 65–75 %. Сделан вывод о неизбежности перехода мостостроения на активное применение технологий информационного моделирования и необходимости их интеграции в образовательные программы для подготовки инженеров нового поколения, способных работать в цифровой среде на всех этапах жизненного цикла сооружения.

Ключевые слова: информационное моделирование; ТИМ; мостостроение; параметрическое проектирование; Midas CIM; Tekla Structures; Revit; 2D-проектирование

Введение

Технический прогресс в области архитектуры, инжиниринга, строительства и эксплуатации способствует всё более активному внедрению технологий информационного моделирования (ТИМ) в управлении строительными проектами. Однако, как отмечается в современных исследованиях, такой подход в основном применяется к проектам промышленно-гражданского строительства, тогда как инфраструктурным объектам, таким как мосты, уделялось ограниченное внимание [1; 2].

Традиционное проектирование в мостостроении, основанное на двухмерных чертежах, демонстрирует свою принципиальную ограниченность работы. Основные недостатки этого подхода хорошо известны: информационная фрагментация, при которой чертежи различных видов (планы, разрезы, узлы) не связаны между собой, спецификации материалов и ведомости объёмов работ не привязаны к геометрии, а изменения, вносимые в один раздел, не синхронизируются автоматически с другими разделами проекта; обособленная работа специалистов — каждый проектировщик ведёт свою часть проекта без оперативного доступа к изменениям, вносимым коллегами, что приводит к несогласованности решений и коллизиям; а также неизбежная потеря информации при переходе от этапа проектирования к строительству и далее — к эксплуатации [2]. В результате даже качественно выполненные чертежи не гарантируют безошибочной реализации объекта, а любые изменения в проекте влекут за собой длительные циклы пересогласований и переделок.

Технология информационного моделирования существенно ускоряет инвестиционно-строительный цикл: цифровая модель сокращает сроки проектирования, позволяет эффективно управлять строительством и сопровождает сооружение на всех этапах его жизненного цикла. Технология объединяет в единой среде архитектурные, конструктивные, технологические и сметные решения, создавая целостную картину проекта [3].

В последние годы информационное моделирование всё шире используется в проектировании инфраструктуры благодаря развитию специализированных ТИМ-инструментов. Параметрическое моделирование рассматривается как жизнеспособное решение, позволяющее повысить эффективность проектирования и обеспечить функциональную совместимость различных программных комплексов. Метод основан на введении параметров и численных зависимостей между элементами для создания гибких моделей, что особенно важно для мостов со сложной геометрией.

Несмотря на растущий интерес к применению ТИМ в мостостроении, количество систематических исследований, обобщающих современное состояние, методы и перспективы развития данной области, остаётся ограниченным.

Анализ мирового и российского опыта внедрения ТИМ в мостостроении

Уровень цифровизации проектирования и строительства мостовых сооружений в разных странах существенно различается и определяется комплексом взаимосвязанных факторов: государственной политикой в области цифрового перехода, зрелостью нормативной базы и стандартизации, накопленным практическим опытом реализации инфраструктурных проектов, а также уровнем инвестиций в технологии и подготовку кадров. Например, в странах Евросоюза применение ТИМ является обязательным для объектов, финансируемых из государственного бюджета, что создаёт устойчивую экосистему для развития технологий, включающую не только нормативное обеспечение, но и образовательные программы, библиотеки общих данных и отраслевые сообщества практиков. Исследования показывают, что уровень внедрения ТИМ в инфраструктурных проектах, включая мостовые сооружения, достигает 89 %, что свидетельствует о переходе технологии из разряда экспериментальных в разряд стандартных рабочих процессов [4].

Другими важными причинами роста выступают, во-первых, повышение сложности современных проектов, требующих координации большого числа участников и сложных инженерных решений, включая пространственное моделирование, анализ коллизий и управление данными. Во-вторых, стремление к сокращению потерь от переделок и улучшению финансовых показателей. В соответствии со статистикой, обобщённой в рецензируемых источниках, применение ТИМ позволяет снизить временные потери от переделок на 70–85 %, а финансовые затраты на 65–75 %. Индекс выполнения сроков повышается на 0,264, а индекс выполнения бюджета на 0,216, что является весьма значимым улучшением с точки зрения проектного управления [5].

Цифровая трансформация строительной отрасли за рубежом начала зарождаться уже в 2000 году. В это время в Великобритании начались первые работы по регулированию ТИМ на государственном уровне, а уже к 2011 году в рамках «Правительственной стратегии строительства» кабинет министров ввел требование об обязательном применении технологий информационного моделирования второго уровня к 2016 году — это распространялось как на бюджетные, так и на коммерческие проекты. При участии экспертного сообщества был сформирован пакет нормативных документов. По уровню проработки этот комплект, наравне с американскими аналогами, в настоящее время входит в число наиболее совершенных ТИМ-стандартов в мире [6].

Эта положительная динамика подтверждается и другими исследованиями. Китай демонстрирует одну из самых высоких скоростей цифровизации строительной отрасли в мире благодаря целенаправленной государственной политике и колоссальным инвестициям. Главной причиной роста выступает государственная программа «Умное строительство», нацеленная на достижение 80 % цифровой зрелости крупных проектов к 2025 году. Эта программа поддерживается крупными инвестициями — в 2023 году объём вложений в строительные технологии составил 4,2 млрд долларов. Системная подготовка цифровых кадров позволила увеличить число обученных специалистов с 125 тыс. в 2020 г. до 687 тыс. в 2023 г. Экономическая эффективность от применения цифровизации в Китае является лидирующей: средняя окупаемость инвестиций (ROI) достигает 410 %, рост производительности 35–45 %, сокращение затрат 28 %, а период реализации преобразований составляет около 11 месяцев [7].

Соединённые Штаты, в отличие от стран Европы, не имеют общенационального обязательного требования на применение ТИМ. Вместо этого в стране сформирована разветвлённая система нормативных документов, ядром которой является Национальный ТИМ-стандарт США (NBIMS-US). Как отмечается в исследовании, третья версия NBIMS-US представляет собой свод из пятидесяти документов, охватывающих терминологию, системы классификации OmniClass, уровни детализации (LOD), обменные форматы данных и процедуры

информационных обменов. Особый интерес для практического внедрения представляет раздел «Практические документы», включающий методики оценки ТИМ-зрелости, руководства по планированию ТИМ-проекта. Эти требования, применяемые с 2008 года в более чем 500 проектах общей стоимостью свыше 9 млрд долларов, доказали свою эффективность на практике [8].

Ключевая особенность американского подхода — его децентрализованный, рыночный характер. Стандарт создавался самими участниками строительного рынка при участии государства лишь как одного из равноправных игроков. В отличие от британской системы, выстраиваемой через государственные требования, американская модель опирается на добровольное следование стандартам и договорные отношения. Это позволяет гибко адаптировать ТИМ под конкретные проекты, но одновременно приводит к неравномерности внедрения между штатами и сегментами рынка. Тем не менее, наличие детально проработанного стандарта NBIMS-US и накопленный практический опыт демонстрирует высокий уровень зрелости ТИМ-технологий.

Несмотря на высокие темпы использования ТИМ для объектов промышленно-гражданского назначения в России, в транспортном строительстве внедрение началось с заметным отставанием по сравнению со странами Европы [2]. До 2022 года применение информационного моделирования носило добровольный характер и реализовывалось преимущественно в инициативном порядке отдельными проектными организациями, что не позволяло сформировать единые отраслевые стандарты и накопить критическую массу компетенций. Важным стимулом стало постановление Правительства РФ № 331 от 5 марта 2021 года¹, согласно которому с 1 января 2022 года использование ТИМ стало обязательным для объектов капитального строительства, финансируемых с привлечением бюджетных средств. Это распространяется и на объекты транспортной инфраструктуры, однако в реальности далеко не все вовлечённые стороны осознают, какую стратегическую роль играет ТИМ, а значит, ресурсы, требующиеся для его применения, систематически недооцениваются.

Другим сдерживающим фактором остаётся острый дефицит специалистов, владеющих необходимыми компетенциями. Как отмечается в исследованиях, большинство компаний не имеют сотрудников, способных работать в современных программах, что напрямую связано с медленными темпами цифровизации в организациях и низкой вовлечённостью персонала. Ситуация усугубляется системными проблемами в образовании — недостаточное внимание дисциплине, посвящённой изучению ТИМ [9; 10]. Как следствие, профильная система подготовки ТИМ-специалистов пока не сформирована, отсутствует единая методология обучения. Без достаточного количества обученных проектировщиков, инженеров и менеджеров любая передовая технология, какими бы преимуществами она ни обладала, останется неэффективной.

Сопоставление российского и зарубежного опыта позволяет выделить несколько принципиальных отличий. В странах-лидерах обязательное применение ТИМ на государственных заказах начало зарождаться в начале 2000 годов, сформированы развитые национальные стандарты и широко используются открытые форматы (IFC) и национальные библиотеки элементов. В России обязательное применение введено только с 2022 года, нормативная база находится в стадии формирования, библиотеки элементов только создаются, а форматы данных остаются преимущественно проприетарными, что затрудняет обмен информацией между разными участниками проекта. Квалификация кадров за рубежом

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 [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 5 марта 2021 г. N 331 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573842519>.

поддерживается программами подготовки ТИМ-специалистов в вузах и центрах повышения квалификации, тогда как в России наблюдается острый дефицит кадров, владеющих одновременно инженерными дисциплинами и цифровыми инструментами [2]. Таким образом, при общем понимании преимуществ ТИМ, Россия находится на этапе формирования необходимой инфраструктуры: нормативной, методической и кадровой. Тем не менее, наличие государственной поддержки и накопленный в пилотных проектах опыт создают предпосылки для ускоренного развития технологии в ближайшие годы, особенно в сегменте крупных инфраструктурных объектов с государственным финансированием.

Обзор программного обеспечения для моделирования мостов

Выбор программных средств для информационного моделирования мостовых сооружений требует учёта специфики объекта: сложной геометрии, необходимости детального армирования, интеграции с расчётными комплексами и совместимости с инструментами других участников проекта. Наиболее широкое применение в российской и международной практике получили три решения: Tekla Structures, Midas CIM и комплексное решение Revit и Dynamo. Revit и Tekla хорошо подходят для быстрого создания информационных моделей типовых конструкций. Однако, моделируя уникальные объекты, включая мостовые переходы, зачастую приходится прибегать к помощи дополнительных надстроек и плагинов, чтобы ускорить процесс моделирования [11].

Midas CIM представляет собой специализированное решение для информационного моделирования объектов транспортной инфраструктуры, разработанное компанией MIDASoft. В отличие от универсальных ТИМ-платформ, данный программный комплекс изначально ориентирован на задачи проектирования мостов. Как отмечается в исследованиях, среди ключевых достоинств программного продукта пользователи чаще всего выделяют понятный и удобный интерфейс, продуманную пошаговую схему проектирования и расчёта мостового сооружения, а также детализированную трёхмерную визуализацию, которая даёт возможность всесторонне оценить конструкцию и спрогнозировать её поведение под воздействием различных нагрузок [12].

Кроме того, Midas CIM имеет прямую двустороннюю связь с расчётным комплексом Midas Civil. Это означает, что изменения геометрии, сечений, нагрузок или граничных условий в CIM автоматически отражаются в расчётной схеме Civil, а результаты расчёта (например перемещения, усилия, коэффициенты использования) могут быть визуализированы и проанализированы непосредственно в информационной модели [13]. Такой подход исключает ошибки, возникающие при ручном перестроении расчётных схем, и сокращает итерационный цикл «моделирование — расчёт — корректировка» с нескольких дней до нескольких часов.

Важной особенностью является также возможность параметрического задания трассы и конструкций: в Midas CIM ось моста задаётся параметрически — в виде сплайна, полилинии или по точкам, причём все конструктивные элементы (опоры, пролётные строения, ограждения, деформационные швы) автоматически привязываются к этой оси (рис. 1). Изменение параметров трассы (например, радиуса кривой или продольного уклона) перестраивает всю модель, сохраняя заданные зависимости. Это особенно важно для мостов, вписанных в сложный рельеф или криволинейные участки дорог, где традиционное 2D-проектирование требует многократной ручной корректировки каждого чертежа.

Программа содержит обширные библиотеки типовых сечений (коробчатые, двутавровые, тавровые), опорных частей, деформационных швов, армирования и других элементов, характерных для мостов. Кроме того, библиотеки могут быть расширены пользователем, что позволяет адаптировать программный комплекс под национальные нормы и типовые серии,

ускоряя проектирование и снижая вероятность ошибок, связанных с использованием нестандартных или непроверенных решений [14]. Практическое применение Midas CIM подтверждено рядом проектов. Так, в международном аэропорту Гуанчжоу Байюнь (Китай) он был использован в качестве основного программного обеспечения для создания ТИМ-моделей мостов и тоннелей, что позволило эффективно выполнять параметрическое моделирование, интеграцию с расчётными программами и выпуск чертежей. В Южной Корее на базе Midas CIM была разработана ТИМ-система управления мостами (BMS), успешно внедрённая для реального моста, что демонстрирует применимость программы для решения задач мониторинга на государственном уровне.

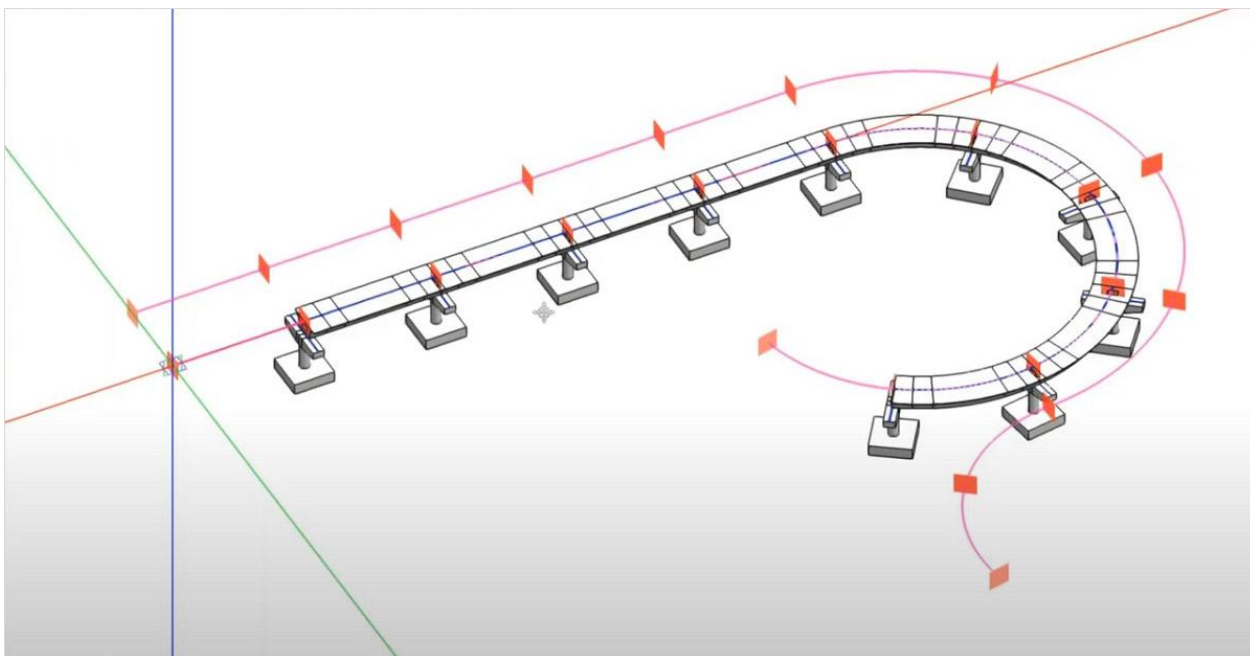


Рисунок 1. Создание и параметризация конструктивных элементов с привязкой к криволинейной оси трассы (источник: <https://midasoft.ru/blog/midas-cim-novaya-era-v-proektirovanii-mostov/>)

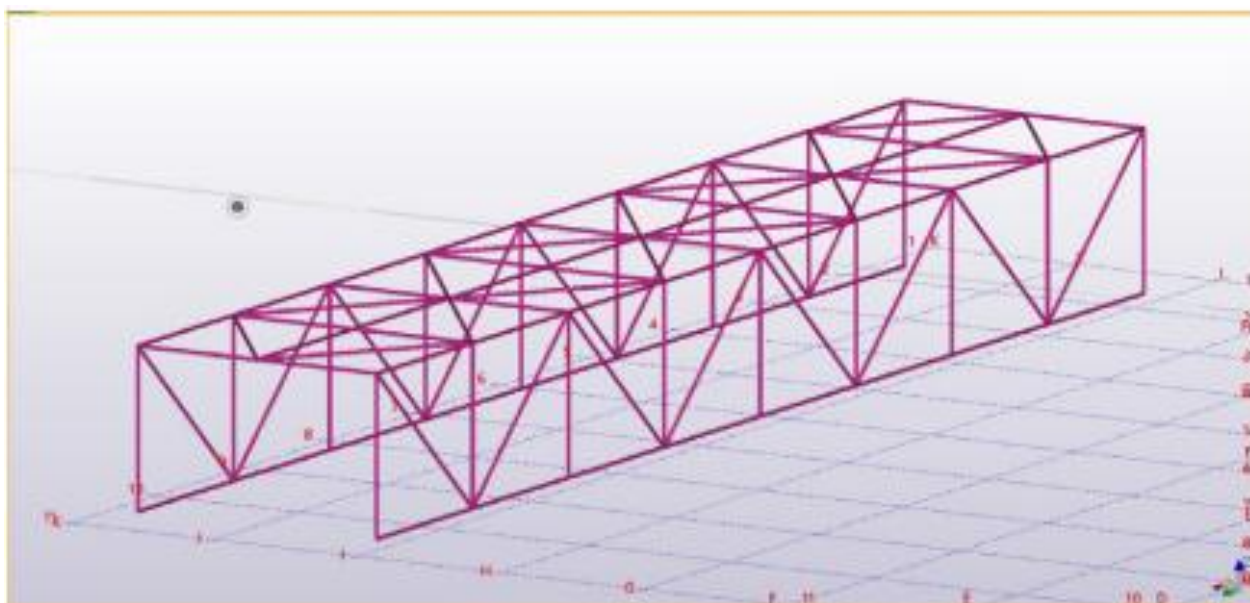


Рисунок 2. Создание параметрической секции фермы [1]

Программное обеспечение Tekla Structures, применяемое в мостостроении, позволяет создавать детализированные трёхмерные информационные модели как стальных, так и железобетонных конструкций. Программный комплекс предоставляет широкий набор типовых сечений для всевозможных элементов конструкции (рис. 2), причём его максимальная эффективность проявляется в процессе создания параметрических элементов мостовых сооружений.

Для каждого элемента задаются имя, материал, класс и идентификационный номер, что обеспечивает удобную сортировку и фильтрацию в крупных моделях [15; 16]. Одним из ключевых преимуществ программы является встроенный инструмент Quantity Take-Off, который на основе 3D-модели автоматически формирует таблицы объёмов работ с указанием массы, длины, ширины, высоты и типа материала. Эти данные могут напрямую использоваться для расчёта сметной стоимости и составления анализов единичных расценок [15].

Tekla Structures также позволяет быстро создавать отчёты по готовым шаблонам — объёмы, площади, количество элементов с сортировкой по любой категории; шаблоны можно редактировать и задавать в них формулы для автоматического вычисления нужных показателей, а затем экспортировать отчёты в электронные таблицы [16]. Программа демонстрирует высокую совместимость с другими ТИМ-решениями через формат IFC. Модель из Tekla может быть импортирована в Navisworks для выполнения 4D-симуляции строительства по дням и 5D-моделирования с привязкой затрат; для визуализации и анимации методов монтажа используются специализированные программы визуализации, а для дополненной реальности приложения, работающие с IFC-файлами [15].

Кроме того, Tekla позволяет экспортировать модель в другие программные среды и импортировать из них топоплан и окружающую местность, компенсируя имеющиеся ограничения в создании рельефа, и тем самым эффективно комбинировать возможности различных программных продуктов [16]. Таким образом, Tekla Structures представляет собой практичный и функциональный инструмент для информационного моделирования мостов, обеспечивающий точную геометрию, автоматический подсчёт объёмов и интеграцию с другими системами на всех этапах жизненного цикла сооружения.

Комплекс Revit и Dynamo представляет собой третий, наиболее гибкий, но и наиболее трудоёмкий вариант. Autodesk Revit является безусловным лидером среди ТИМ-систем для зданий, но его применение для мостов требует существенных доработок и нестандартных подходов [12]. Тем не менее, благодаря гибкой среде визуального программирования Dynamo, Revit может быть адаптирован под задачи мостостроения, особенно в тех случаях, когда проектная организация уже инвестировала в экосистему Autodesk и не готова приобретать дополнительное специализированное программное обеспечение.

Dynamo позволяет создавать параметрические модели, выходящие далеко за рамки стандартных возможностей Revit. Пользователь может задавать сложные геометрические зависимости, генерировать массивы элементов, управлять параметрами семейств через скрипты, считывать данные из внешних источников [1]. Для мостов это означает возможность автоматизировать такие рутинные задачи, как расстановка опор вдоль кривой, создание переменных сечений балок, генерация арматуры по заданному шаблону.

В Revit можно разрабатывать семейства мостовых конструкций (опоры, балки, арматурные каркасы), которые затем многократно используются в проекте (рис. 3). Параметры семейства задаются пользователем и могут быть связаны между собой формулами. Например, ширина опоры может автоматически вычисляться как функция от высоты, что обеспечивает согласованность размеров при изменениях [17]. Однако создание таких семейств требует глубокого понимания как логики Revit, так и основ параметризации, что повышает порог входа.

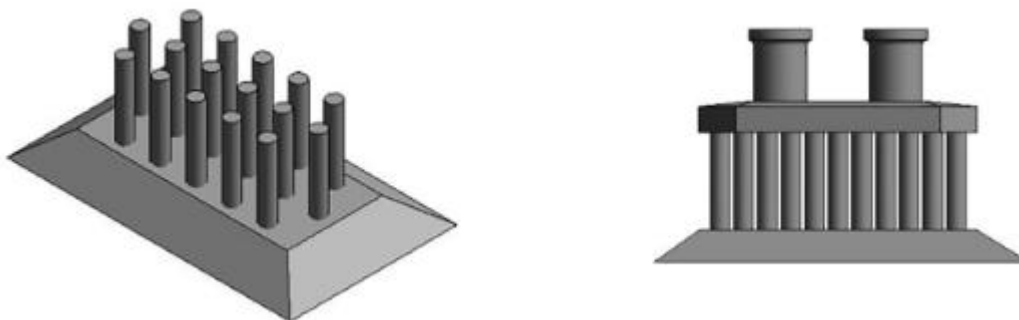


Рисунок 3. Семейство бетонной опоры моста [17]

Revit хорошо взаимодействует с AutoCAD Civil для трассировки дорог и геодезических данных, и с Navisworks, для проверки коллизий, 4D-моделирования и управления проектом. Это позволяет выстроить комплексную технологическую цепочку: Civil 3D — геометрия трассы, Revit и Dynamo — конструкции моста, Navisworks — сборка, проверка и управление строительством [18]. В России такая связка часто используется в проектах реконструкции мостов и путепроводов, где требуется сочетание ТИМ-модели с существующей геодезической подосновой и традиционной документацией. Основные ограничения подхода связки Revit и Динамо связаны с тем, что Revit не имеет специализированных инструментов для армирования мостов, что делает этот процесс трудоёмким и требующим создания множества пользовательских семейств. Для работы со сложной геометрией криволинейных пролётных строений необходимы навыки программирования в Динамо на уровне, сопоставимом со знанием языков программирования, что встречается редко среди проектировщиков. Отсутствие прямого экспорта в расчётные комплексы также является серьёзным недостатком. Кроме того, производительность Revit при работе с большими конструкциями часто оставляет желать лучшего.

Проектирование мостов с использованием ТИМ: сравнение подходов

Разработка проекта мостового сооружения с использованием ТИМ-инструментов принципиально отличается от классического проектирования в двухмерном пространстве, которое остаётся основным методом во многих российских проектных организациях. Чтобы оценить преимущества информационного моделирования, полезно последовательно сравнить оба подхода на всех ключевых этапах: от создания геометрии до выпуска документации и планирования строительства.

Традиционный 2D-подход базируется на плоских чертежах — планах, фасадах, разрезах, узлах. Основным инструментом проектировщика является линия: он вычерчивает каждый элемент вручную или с помощью простых команд САД, задавая координаты и размеры. Спецификации, ведомости объёмов работ, подсчёт арматуры и материалов выполняются отдельно, часто в табличных редакторах или вручную, что многократно увеличивает риск ошибок. Например, при изменении высоты опоры проектировщику приходится вручную перерисовывать саму опору на всех видах, корректировать армирование, пересчитывать объём бетона и массу арматуры, обновлять узлы сопряжения с пролётным строением, а также проверять и править связанные чертежи. Даже в хорошо организованном процессе эта работа занимает часы или дни, а вероятность пропустить какое-либо место очень высока. Результат — коллизии, выявляемые уже на стройплощадке, задержки и дополнительные затраты [18].

ТИМ-подход устраняет эти проблемы за счёт единой параметрической модели. В его основе лежит создание и управление виртуальной информационной моделью, состоящей из вычислимых объектных определений, связанных между собой системными правилами и

ограничениями [19]. Проектировщик создаёт цифровую информационную модель, где каждый элемент обладает не только геометрией, но и атрибутами: материал, сечение, класс. Элементы выбираются из параметрических библиотек, а их взаимное расположение и свойства задаются через зависимости. В среде ТИМ работа строится следующим образом: сначала задаётся ось моста, затем размещаются опоры, пролётные строения, арматурные каркасы с выбором типовых семейств или созданием новых. Для каждого элемента вводятся параметры: высота, ширина, уклон, шаг арматуры, марка бетона и другие. Программа автоматически генерирует трёхмерную геометрию, проверяет пересечения и поддерживает связи между элементами. Все чертежи формируются автоматически на основе модели. При изменении любого параметра, например высоты опоры, модель перестраивается, а все связанные чертежи и спецификации обновляются мгновенно без участия человека. Исследования показывают, что применение ТИМ при разработке проектов ремонта мостовых сооружений позволяет существенно сократить количество ошибок и полностью автоматизировать формирование спецификаций [2].

Дополнительные возможности ТИМ, выходящие за рамки простой замены 2D, включают проверку коллизий, когда программа автоматически находит пересечения арматуры с закладными деталями, воздухопроводов с балками, опор с коммуникациями. Это особенно важно для мостов со сложной инженерной составляющей. По данным международных исследований, устранение коллизий на этапе моделирования сокращает переделки на стройплощадке на 70–85 % [5]. Кроме того, ТИМ позволяет реализовать 4D-моделирование — привязку к модели календарных графиков, что даёт возможность визуализировать последовательность возведения моста, оптимизировать логистику и выявлять временные коллизии. Для мостов, часто строящихся в стеснённых условиях, 4D-моделирование критически важно. Ещё один уровень — 5D, то есть управление стоимостью: модель может быть напрямую связана со сметными нормативами, позволяя автоматически рассчитывать бюджет при изменении проектных решений, что даёт возможность оперативно оценивать экономическую эффективность вариантов [20].

В основе ТИМ лежит параметрическое моделирование — определение геометрии и свойств элементов через параметры и математические зависимости. Благодаря параметризации проектировщик может быстро создавать серии типовых конструкций и адаптировать их под конкретные условия без ручной перерисовки. Ключевые преимущества параметрического подхода включают гибкость и адаптивность при изменениях исходных данных [2], полную автоматизацию выпуска чертежей и спецификаций, возможность многовариантного проектирования и оптимизации, а также бесшовную интеграцию с расчётными комплексами через открытые форматы. Внедрение технологии автоматизированного параметрического проектирования не только повышает уровень автоматизации, но и снижает требования к специальным ТИМ-знаниям, избавляя от трудоёмких расчётов и значительно повышая эффективность моделирования [21].

В результате, информационное моделирование означает изменение всей философии проектирования. ТИМ позволяет сосредоточиться на инженерных решениях, а не на рутинной графической работе, снижает риски и создаёт цифровую основу для всего жизненного цикла моста — от концепции до эксплуатации и демонтажа.

Заключение

В развитых странах информационное моделирование уже широко внедрено в процесс проектирования мостовых сооружений, а современные методы цифрового строительства находятся на подъёме. Данный процесс активно регулируется государством: во многих странах приняты национальные ТИМ-стандарты, а для объектов государственного заказа применение ТИМ является обязательным. Россия также начала следовать этой тенденции: с 2022 года использование ТИМ стало обязательным для объектов капитального строительства с государственным финансированием, что распространяется и на мостовые сооружения.

7. Zhang N. Digital transformation in the Chinese construction industry: status, barriers, and impact / N. Zhang, J. Ye, Y. Zhong, Z. Chen // Buildings. — 2023. — Т. 13, № 4. — С. 1092. — URL: https://www.researchgate.net/publication/370196955_Digital_Transformation_in_the_Chinese_Construction_Industry_Status_Barriers_and_Impact. — DOI: [10.3390/buildings13041092](https://doi.org/10.3390/buildings13041092). — EDN: [LFPGGW](https://www.edn.net/LFPGGW). (дата обращения: 26.04.2026).
8. Баранник С.В. Обзор практических документов национального BIM-стандарта США NBIMS-US V3 / С.В. Баранник // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2017. — № 1(8). — С. 4–8. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30014778>. — DOI: [10.17273/CADGIS.2017.1.1](https://doi.org/10.17273/CADGIS.2017.1.1). — EDN: [ZGVDPJ](https://www.edn.net/ZGVDPJ). (дата обращения: 26.04.2026).
9. Таймасов С.Р. Применение BIM-технологий в современном строительстве / С.Р. Таймасов // Дневник науки. — 2023. — № 1(73). — URL: <https://www.elibrary.ru/https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50437596>. — EDN: [CAUZJY](https://www.edn.net/CAUZJY). (дата обращения: 25.04.2026).
10. Шкурина Е.Р. Перспективы цифровой трансформации строительной отрасли / Е.Р. Шкурина, Е.А. Благиных // Вызовы цифровой экономики: технологический суверенитет и экономическая безопасность: сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Брянск, 19 мая 2023 года. — Брянск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный инженерно-технологический университет", 2023. — С. 659–665. — URL: <https://www.elibrary.ru/https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54523221>. — EDN: [HYJZDZ](https://www.edn.net/HYJZDZ). (дата обращения: 25.04.2026).
11. Чжо З.А. Использование плагинов в BIM-программах при проектировании элементов мостов / З.А. Чжо // Мир транспорта. — 2018. — № 2(75). — С. 68–73. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35215352>. — EDN: [XSMVSX](https://www.edn.net/XSMVSX). (дата обращения: 26.04.2026).
12. Райкова Л.С. Выбор автоматизированной системы для проектирования мостовых сооружений / Л.С. Райкова, М.Б. Акимов // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2015. — № 2(5). — С. 78–85. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24289811>. — DOI: [10.17273/CADGIS.2015.2.12](https://doi.org/10.17273/CADGIS.2015.2.12). — EDN: [ULNWSZ](https://www.edn.net/ULNWSZ). (дата обращения: 26.04.2026).
13. Ефимов С.В. Применение технологии информационного моделирования при разработке проекта ремонта мостового сооружения / С.В. Ефимов, А.В. Паторняк, И.В. Чаплин // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. — 2024. — № 3(60). — С. 113–121. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=74512454>. — DOI: [10.24866/2227-6858/2024-3/113-121](https://doi.org/10.24866/2227-6858/2024-3/113-121). — EDN: [DPKWBE](https://www.edn.net/DPKWBE). (дата обращения: 26.04.2026).
14. Chen H. Research on the Application Method of Bridge and Tunnel BIM Technology Based on the Third Expansion Project of Guangzhou Baiyun International Airport / H. Chen, B. Lu // Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture. — 2025. — Т. 17, № 2. — С. 86–91. — URL: https://www.researchgate.net/publication/353785784_Research_on_the_Application_of_BIM_Technology_in_Bridge_Engineering. — DOI: [10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2025.02.15](https://doi.org/10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2025.02.15). (дата обращения: 26.04.2026).

15. Firmansyah A. Application of Building Information Modeling in the Construction of the Parakan Lima Bridge in Purwakarta Regency / A. Firmansyah, N. Latriana // Potensi: Jurnal Sipil Politeknik. — 2025. — Т. 27. — С. 64–71. — URL: https://www.researchgate.net/publication/396797633_Application_of_Building_Information_Modeling_in_the_Construction_of_the_Parakan_Lima_Bridge_in_Purwakarta_Regency. — DOI: [10.35313/potensi.v27i2.4024](https://doi.org/10.35313/potensi.v27i2.4024). — EDN: [PWDOGP](https://www.edn.net/PWDOGP). (дата обращения: 26.04.2026).
16. Ковалева Е.И. Проектирование Борисоглебского моста в Tekla Structures / Е.И. Ковалева, А.С. Гапонов // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений: материалы X Международной студенческой конференции. — Минск: БНТУ, 2025. — С. 564–568. — URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/163441?show=full>. (дата обращения: 26.04.2026).
17. Чжо З.А. Анализ программ информационного моделирования при проектировании мостов / З.А. Чжо // Мир транспорта. — 2017. — Т. 15, № 6(73). — С. 148–154. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32651727>. — EDN: [YTBSIW](https://www.edn.net/YTBSIW). (дата обращения: 26.04.2026).
18. Старцев Р.К. Уровни внедрения BIM-технологий / Р.К. Старцев // Научный аспект. — 2020. — Т. 8, № 4. — С. 1028–1032. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44654974>. — EDN: [CDPANM](https://www.edn.net/CDPANM). (дата обращения: 26.04.2026).
19. Shanshan W. Review on parametric building information modelling and forward design approaches for sustainable bridge engineering / W. Shanshan, M. Ramli, P.N. Shek [et al.] // Discover Applied Sciences. — 2025. — Т. 7. — URL: https://www.researchgate.net/publication/388823618_Review_on_parametric_building_information_modelling_and_forward_design_approaches_for_sustainable_bridge_engineering. — DOI: [10.1007/s42452-025-06543-y](https://doi.org/10.1007/s42452-025-06543-y). (дата обращения: 26.04.2026).
20. Wang K.-C. Five-dimensional Simulation of Bridge Engineering Based on BIM and VR / K.-C. Wang, S.-H. Tong, W. Chen, Z.-C. Zhao. — 2020. — URL: https://www.researchgate.net/publication/346224440_Five-dimensional_Simulation_of_Bridge_Engineering_Based_on_BIM_and_VR. — DOI: [10.22260/ISARC2020/0173](https://doi.org/10.22260/ISARC2020/0173). (дата обращения: 26.04.2026).
21. Jiang H. Parametric modeling and engineering application of the high-speed continuous beam bridge based on Building Information Modeling / H. Jiang, Z. Ma, Y. Li [et al.] // PLOS ONE. — 2024. — Т. 19. — URL: https://www.researchgate.net/publication/383914905_Parametric_modeling_and_engineering_application_of_the_high-speed_continuous_beam_bridge_based_on_Building_Information_Modeling. — DOI: [10.1371/journal.pone.0310310](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310310). — EDN: [EHJNGN](https://www.edn.net/EHJNGN). (дата обращения: 26.04.2026).

Plaksin Artem Romanovich

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: ArtemichP@yandex.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1343041

Ovchinnikov Igor Georgievich

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia
E-mail: bridgesar@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=2922

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/I-5539-2013>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57191523105>;
<https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7102605749>

Information modeling in bridge construction: analysis of world experience, software solutions and development prospects

Abstract. The article is devoted to the analysis of the current state, methods and prospects for the introduction of information modeling technologies in the design of bridge structures. The limitations of the traditional 2D approach are shown: information fragmentation, manual updating of drawings, lack of links between sections, high risk of collisions and inevitable data loss at subsequent stages of the life cycle — from construction to operation and dismantling. The authors carried out a comparative analysis of the global and Russian experience in implementing BIM in bridge construction. It is shown that in the UK, China and the USA, government policies and developed national standards ensure the level of implementation of information modeling technologies up to 89 % in infrastructure projects. Since 2022, Russia has introduced mandatory use of information modeling technologies for budget facilities, but it faces a shortage of qualified personnel, an incomplete regulatory framework and low digital maturity of organizations. The authors consider the main software packages for bridge modeling: the specialized Midas CIM (with direct two-way communication with the Midas Civil calculation complex), Tekla Structures and the Revit and Dynamo integrated solution. The advantages of parametric modeling, the implementation of 4D and 5D tasks and automatic collision checking are described, which is especially critical for bridges with complex geometry and cramped construction conditions.. Quantitative data are provided: reduction of alterations by 70–85 %, cost savings by 65–75 %. The conclusion is made about the inevitability of the transition of bridge construction to the active use of information modeling technologies and the need for their integration into educational programs to train new generation engineers capable of working in a digital environment at all stages of the life cycle of a structure.

Keywords: information modeling; TIM; bridge construction; parametric design; Midas CIM; Tekla Structures; Revit; 2D design