

Концепция цифровизации проекта организации строительства

А.В. Игнатьев¹, Л.О. Данилова², И.А. Сажин¹, Н.С. Саушкина³,

А.А.Шестопапов¹

¹*Волгоградский государственный технический университет, Волгоград*

²*Институт по проектированию предприятий промышленности резиновых технических изделий (ОАО «Гипрорезинотехника»), Волгоград*

³*ООО "Ависта", Волгоград*

Аннотация: Представлена концепция цифровизации проекта организации строительства (ПОС), в основе которой лежит его тесная связь с календарным графиком строительства. Рассмотрено место ПОС в цифровой модели здания стадии проекта на основе его цифровизации с учетом взаимосвязи между информационным моделированием на стадии проекта. Выявлены основные проблемы, которые могут возникнуть при внедрении цифровой версии ПОС в общую информационную модель на стадии проекта. **Ключевые слова:** технологии информационного моделирования, цифровая модель, проект организации строительства, календарный график, организация строительства

Введение.

На сегодняшний день информационные модели зданий (BIM) стали неотъемлемой частью их проектирования и эксплуатации [1-3].

При этом в большинстве случаев под созданием информационной модели понимается 3D-моделирование. Такому пониманию термина BIM отдает предпочтение компания Autodesk, позиционируя программный продукт Revit как инструмент создания BIM-моделей. Но это не так.

Если обратиться к обобщенной формулировке термина «технологии информационного моделирования» (ТИМ), приведенной в [4], согласно которой «технологии информационного моделирования — это способ преобразования информации об объекте капитального строительства в информационную модель/модели построения взаимосвязей внутри и между различными информационными частями посредством использования среды общих данных», картина становится абсолютно иной.

Следуя этой формулировке, информационную модель здания нужно разбить на две тесно взаимосвязанные модели – глобальной информационной

модели этапа проектирования (проектная модель) и глобальной информационной модели этапа эксплуатации (эксплуатационная модель), между которыми существует тесная взаимосвязь [5-7]. Более того, сами эти модели следует представлять в виде множества взаимосвязанных моделей нижнего уровня.

Проектная модель создается и используется на стадиях проектирования и строительства для решения задач проектирования, планирования, координации и управления строительством.

По завершении строительства проектная модель плавно переходит в состав глобальной информационной модели этапа эксплуатации, которая будет использоваться на стадии эксплуатации здания.

Эта модель включает в себя не только проектную модель, но и дополнительную информацию о здании, необходимую для мониторинга технического его технического состояния на этапе эксплуатации, проведения плановых ремонтов и управления им в течение всего жизненного цикла.

Рассмотрим подробнее состав и применение проектной модели на этапе строительства.

Целью использования проектной модели является предоставление всех необходимых данных для успешного строительства объекта.

Следует отметить, что во время строительства проектная модель претерпевает изменения из-за отклонений от проектных решений, поэтому важно оперативно фиксировать все изменения для передачи актуальной модели в эксплуатацию.

Для эффективного использования проектной модели на этапе строительства необходимо обеспечить её тесную взаимосвязь с календарным графиком строительства.

Основными преимуществами такой интеграции являются:

1. Более точное 4D-моделирование (3D модель + временной фактор) - привязка виртуальных строительных элементов к конкретным срокам и этапам выполнения работ.
2. Оптимизация календарного графика за счет возможности моделировать различные сценарии работ выявляя при этом варианты, когда возможен простой бригад и механизмов [8].
3. Повышение координации и взаимодействия - все участники строительства имеют доступ к единой информационной модели и графику.
4. Контроль строительных процессов - визуализация хода выполнения работ, отслеживание сроков, оперативное выявление отклонений.
5. Снижение рисков и повышение эффективности - возможность своевременно реагировать на изменения, предотвращать ошибки и минимизировать простои.

Из этого следует, что интеграция календарного графика строительства с проектной моделью является ключевым фактором для реализации преимуществ информационного моделирования на этапе строительства объекта [9]. Для полноценной интеграции необходимо синхронизировать проектную информационную модель этапа строительства с документами, содержащимися в «Проекте организации строительства» (ПОС), который в обязательном порядке включается в состав рабочей документации.

Тем не менее при внедрении BIM моделирования до сих пор возникает ряд проблем [10], одной из которых является то, что при разработке ПОС не предполагается использование цифровых моделей [11].

Этот раздел проектной документации играет ключевую роль в организации и оптимизации строительного процесса. В частности, в текстовой части он содержит, расчеты потребности в ресурсах (кадры, машины, энергия, материалы, временные здания), а в графической:

календарный план строительства; строительный генеральный план; схемы движения транспорта на площадке; чертежи защитных устройств и сноса объектов. Поэтому очень важно, чтобы ПОС был проработан детально и соответствовал нормативным требованиям.

На всех этапах разработки ПОС требуется взаимодействие и согласование решений с Заказчиком.

В рамках рабочей документации для значимых строительных объектов, разрабатываемых компанией ОАО «Гипрорезинотехника», необходимо разрабатывать ПОС для каждого отдельного объекта капитального строительства. Так или иначе в процессе разработки регулярно появляются вопросы, требующие обсуждения с Заказчиком.

Согласно пункту 7.29 СП 48.13330.2019, руководствуясь фактическим наличием строительной техники Заказчика, допускается уточнение характеристик и количества строительных машин в зависимости от условий на стройплощадке. Тем не менее, важно обращать внимание Заказчика на выбор типов временных зданий и сооружений, определение местоположения стройгородка, тип мойки колес, а также на логистику доставки основных строительных материалов, так как эти решения могут влиять на организацию строительных работ.

Приведем несколько примеров.

Пример 1.

Для строительства подъездной дороги на одном из проектов потребовалось 50 000 м³ качественного суглинка. Учитывая удаленность объекта от крупных городов, был сделан запрос к Заказчику о возможности приобретения грунта. В ответ Заказчик предложил использовать железнодорожный транспорт для снижения стоимости доставки. Однако, не найдя поставщика, способного обеспечить доставку такого объема грунта по железной дороге, проектировщики разработали транспортную схему с

использованием автомобильного транспорта. Стоимость грунта и доставки была определена исходя из рыночных цен, что оказалось сопоставимо с затратами на реализацию остальных проектных решений. После информирования Заказчика о ситуации и предоставления локального сметного расчета, выяснилось, что у Заказчика уже имеется необходимый грунт на собственном отвале вскрышных пород.

Пример 2.

На объекте, расположенном на территории действующего предприятия, был разработан перечень временных зданий и сооружений для стройгородка. Заказчик, начав строительство, использовал собственные бытовки, что потребовало корректировки раздела ПОС. Возникает вопрос, почему Заказчик не предоставил информацию о наличии у него бытовок и моек колес в ответ на запрос о размещении стройгородка.

Пример 3.

От крупного Заказчика поступил запрос на разработку проектной документации для застройки земельного участка многоквартирными жилыми домами с использованием BIM-технологий. В ходе предпроектных работ выяснилось, что на участке находятся постройки, мешающие застройке, и отсутствует документация на них. В связи с отсутствием данных о собственниках и невозможностью проведения обследования, проектировщики столкнулись с проблемой подготовки информационного раздела ПОС, что привело к отказу от проекта.

Данные примеры показывают, что подготовка качественного раздела ПОС требует активного взаимодействия и предоставления исходных данных со стороны Заказчика. Без этого процесс становится неэффективным и может приводить к серьезным трудностям на этапе реализации строительства.

Опыт наглядно демонстрирует, что для эффективной разработки раздела ПОС необходимо обеспечить координацию между

проектировщиками, заказчиком и строительными организациями. Применение BIM - технологий может значительно упростить этот процесс.

Цифровизация раздела «Проект организации строительства» (ПОС) в настоящее время включает в себя следующие направления:

1. Совершенствование инструментов для разработки традиционного раздела ПОС и 2D строительного генерального плана.

2. Построение календарных графиков строительства на основе данных проектной информационной модели с использованием специализированных плагинов и утилит, таких как: Microsoft Project, Microsoft Excel, Plan-R, CADLib и других.

Примером постоянно развивающегося инструмента для разработки 2D-строительного генерального плана является вертикальное приложение "Стройплощадка" на платформе nanoCAD.

Исходными данными для моделирования раздела ПОС являются общая информационная модель, объединяющая информационную модель здания и цифровую модель земельного участка. Эта модель содержит информацию об общей сметной стоимости строительства, трудозатратах, строительных работах и технике, включая работы по благоустройству и вертикальной планировке.

В рамках прилагаемой концепции формирование цифрового ПОС можно разбить на несколько этапов.

На первом этапе, в зависимости от данных общей модели, посредством специализированных утилит в автоматическом режиме выполняются необходимые расчеты, которые "привязываются" к соответствующим элементам модели ПОС:

- расчет потребности в кадрах;
 - подбор строительных машин;
 - расчет подъемных механизмов;
-

- расчет потребности в воде и электроэнергии;
- расчет временных зданий и сооружений;
- расчет площадок складирования;
- расчет продолжительности строительства.

При изменении исходных данных (материалы, конструкции, стоимость, трудозатраты и т.д.) решения по организации строительства будут автоматически пересчитываться.

Остальная часть пояснительной записки формируется в отдельные информационные файлы (например, XML) или указываются ссылки на уже сформированные файлы.

На втором этапе проектировщик моделирует решения строительного генерального плана, размещая все необходимые элементы (бытовки, краны, дороги и т.д.) и наполняя их информацией.

Третьим этапом проектировщик присваивает элементам модели свойства, связанные с организацией строительного процесса (работы, периоды, захваты).

Таким образом, моделирование информационного ПОС позволяет получить более реальную, структурированную и взаимосвязанную информацию, обеспечивая интероперабельность со строительными процессами. Это исключает необходимость изменений на этапе проекта производства работ, повышает точность планирования и формирует детальную отчетность по каждой строительной задаче.

Заключение.

Предлагаемая концепция цифровизации раздела ПОС направлена на обеспечение тесного взаимодействия всех участников, повышение качества и доступности исходных данных, гибкость решений, а также общее повышение эффективности процесса разработки проектной документации. Учитывая то, что современные строительства становятся трендом, её реализация сможет

существенно улучшить современное состояние данной сферы проектирования.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22–11–20024, rscf.ru/project/22-11-20024/, и Волгоградской области. Авторы выражают благодарность коллегам по кафедре «Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве» ИАиС ВолгГТУ, принимавшим участие в разработке проекта.

Литература

1. Абрамян С.Г., Бурлаченко О.В., Оганесян О.В. BIM-технологии в строительстве: функции, развитие и опыт применения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2021: №1(82). С. 323-332.
2. Абрамян С.Г., Бурлаченко О.В., Оганесян О.В., Бурлаченко А.О. Роль цифровых технологий при строительстве и повышении остаточного ресурса промышленной и строительной продукции // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2020: №4(81). С. 429-437.
3. Jayasinghe RS, Chileshe N., Rameezdeen R. Information-based quality management in reverse logistics supply chain A systematic literature review // Benchmarking-An International Journal. 2019. Vol. 26. Issue 7, pp. 2146-2187. DOI: 10.1108/BIJ-08-2018-0238.
4. Пронин В.И., Медведев Д. В. ООО Трактовка понятий «технологии информационного моделирования» (ТИМ) и «среда общих данных» (СОД) // Человек. Общество. Инклюзия. 2019: №2. С. 140–146.



5. Лоенко А.С., Тускаева З.Р. Метаморфоза методологий информационного моделирования в период эксплуатации строительного объекта // Национальная Ассоциация Ученых. 2022: №77. С. 40-43.
 6. Succar B., 2009. Building Information Modeling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. Automation in Construction, Vol 18 (3): 357–375.
 7. Талапов В. Жизненный цикл здания и его связь с внедрением технологии BIM // САПР и графика. 2017: №2(244). - С. 8-12.
 8. Алексейцев А.В. Обзор мирового опыта учета случайных организационных ожиданий при календарном планировании строительных проектов // Инженерный вестник Дона, 2022, №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8021
 9. Горчханов Ю.Я., Николенко Н.С., Гущина Ю.В. Организационно-технологические особенности управления строительными проектами на основе BIM-моделирования // Инженерный вестник Дона, 2019 №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6210.
 10. Игнатъев А.В., Боркунов В.А., Рябова Е.А., Панов А.В., Иванов В.В., Адамия Д.Д. Разработка методики формирования сметы строительного объекта на основе его информационной модели // Инженерный вестник Дона, 2021, №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2021/7352.
 11. Зорин В.Д., Юдин М.А., Власов Л.В., Попов Д.А., Гасанов Т.Я. Методика автоматизации работ по проекту организации строительства с получением календарного плана и графика финансирования // Инженерный вестник Дона. 2023. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8227.
-

References

1. Abramjan S.G., Burlachenko O.V., Ogenesjan O.V. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta, 2021. №1(82). pp. 323-332.
2. Abramjan S.G., Burlachenko O.V., Ogenesjan O.V., Burlachenko A.O. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta, 2020. №4(81). pp. 429-437.
3. Jayasinghe RS, Chileshe N., Rameezdeen R. Benchmarking-An International Journal. 2019. Vol. 26. Issue 7, pp. 2146-2187. DOI: 10.1108/BIJ-08-2018-0238.
4. Pronin V.I., Medvedev D. V. Chelovek. Obshhestvo. Inkljuzija , 2019. №2. pp. 140–146.
5. Loenko A.S., Tuskaeva Z.R. Nacional'naja Asociacija Uchenyh, 2022. №77. pp. 40-43.
6. Succar B., 2009. Building Information Modeling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. Automation in Construction, Vol 18 (3): 357–375.
7. Talapov V SAPR i grafika, 2017: №2(244). pp. 8-12.
8. Aleksejcev A.V Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8021
9. Gorchhanov Ju.Ja., Nikolenko N.S., Gushhina Ju.V Inzhenernyj vestnik Dona, 2019. №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6210.
10. Ignatyev A.V., Borkunov V.A., Rjabova E.A., Panov A.V., Ivanov V.V., Adamija D.D Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2021/7352.
11. Zorin V.D., Judin M.A., Vlasov L.V., Popov D.A., Gasanov T.Ja Inzhenernyj vestnik Dona, 2023. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8227.

Дата поступления: 7.09.2024 Дата публикации: 26.10.2024
