

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №3, Том 12 / 2020, No 3, Vol 12 <https://esj.today/issue-3-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/49SAVN320.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Рашев В.С., Астафьева Н.С., Рогожкин Л.С., Григорьев В.Ю. Анализ внедрения технологии информационного моделирования в Российских строительных компаниях по проектированию и строительству инженерных систем // Вестник Евразийской науки, 2020 №3, <https://esj.today/PDF/49SAVN320.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Rashev V.S., Astafeva N.S., Rogozhkin L.S., Grigorev V.Iu. (2020). Analysis of the implementation of information modeling technology in Russian construction companies for the design and construction of engineering systems. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(12). Available at: <https://esj.today/PDF/49SAVN320.pdf> (in Russian)

УДК 728

ГРНТИ 67.23.15

Рашев Владислав Сергеевич

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия
Магистрант

E-mail: vl666d@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9087-5529>

Астафьева Наталья Серафимовна

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия
Доцент высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства

Кандидат экономических наук, доцент

E-mail: natalia.astafeva@inbox.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1071406

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0386-1781>

Рогожкин Леонид Сергеевич

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия
Магистрант

E-mail: leonid-rogozhkin@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8132-6034>

Григорьев Вячеслав Юрьевич

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия
Магистрант

E-mail: Slava83@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8326-6298>

Анализ внедрения технологии информационного моделирования в Российских строительных компаниях по проектированию и строительству инженерных систем

Аннотация. В статье авторами рассматривается процесс разработки информационной модели в рамках инженерно-технического обеспечения объекта, содержащей как графическую, так и неграфическую информацию в единой информационной среде. Так же рассмотрена информация, касающаяся этого процесса, пройденного в Российских проектных компаниях. На основе этой информации делается вывод об уровне понимания и внедрения процессов.

Технология информационного моделирования – это процесс создания информационной модели, содержащей графическую и неграфическую информацию в едином информационном поле, которая является общим хранилищем информации в цифровом виде и участвует во всем жизненном цикле объекта.

Причины, связанные с началом перехода от классического проектирования в двухмерном пространстве системах на инструменты информационного моделирования в России связаны с общемировыми тенденциями. В настоящее время мировая строительная отрасль проходит через процесс трансформации, связанный с отказом от традиционных методов проектирования и строительства с передачей проектной информации в бумажном виде в пользу инновационных способов реализации проектов.

Современные строительные проекты являются сложными и информационно насыщенными. Растущая сложность, отсутствие необходимой информации для принятия решений в нужное время на стадии проектирования или строительства, нарастающее давление по срокам в условиях традиционных методов отчасти объясняют их крайне низкую эффективность.

В рамках данной статьи изучается накопленный опыт внедрения информационных технологии в проектных компаниях.

Анализ полученных данных и статистики выявил не только положительный эффект от перехода на цифровые технологии в строительстве, но и ряд проблем в этой области.

Итогом анализа является обобщение полученных данных и выводов, который может быть полезен широкому кругу заинтересованных лиц.

Ключевые слова: информационное моделирование; программное обеспечение; нормативно-технические документы; инвестиции; инженерные системы; проектирование; трудозатраты; опыт внедрения

Введение

В начале двадцать первого века аббревиатура BIM не была широко известна, как в наше время. Строительная индустрия начала вводить новый термин BIM – Building Information Model или информационное моделирование зданий, чтобы постепенно заменить термин «CAD». Корни CAD уходят в 60-е годы 19-го века. Однако, несмотря на то, что внедрение концепции CAD/BIM в США и Европе продолжается с 1960-х годов, обычный термин «BIM» был введен гораздо позже.

В 1975 году журнал Американского института архитекторов опубликовал статью профессора Технологического института Джорджии Чака Истмена под названием "система описания зданий". В то же время в США было принято использовать другой термин – "построение модели продукта", а в Европе (в основном в Финляндии) широко использовалось понятие "информационная модель продукта". Следует отметить, что слово "продукт" указывало на то, что внимание исследователей было в первую очередь сосредоточено на самом объекте, а не на процессе проектирования. В то же время, в процессе разработки подходов к информационному моделированию зданий, в середине 1980-х годов европейцы также употребляют немецкий термин "Bauinformatik" и голландский термин "Gebouwmodel", который на английском языке переводит к понятию "модель" или "информационная модель здания". В 1986 году англичанин Роберт Айш впервые использовал в своей статье новый термин "моделирование зданий". Этот термин полностью соответствует современному содержанию понятия "информационная модель" [1].

Многие концепции из 60-х заложены в основе современного программного обеспечения BIM, например, программно-пользовательская интерактивность, модульное проектирование, объектно-ориентированное моделирование, все это видно из докторской диссертации 1964 года Айвен Сазерленда, разработчика программного обеспечения Sketchpad.

Одну из первых коммерчески успешных программ выпустила компания Graphisoft в 1982 году под названием ArchiCAD.

В 1984 году в Германии была запущена компания Nemetschek, которая выпустила первый свой продукт – Allplan.

Крупнейшие софтверные компании, AutoDesk и Bentley в период между 80-ми и 90-ми годами разрабатывали программные комплексы для строительной отрасли. В то же время другие компании приступили к разработке решений для строительной отрасли, основанные на самых передовых инструментах. Это проект CATIA (Dassault Systems) и Revit (Charles River 1997, позже переименовано в Revit Technologies, 2000). В 2002 году AutoDesk приобретает компанию Revit Technologies и начинает широкую маркетинговую кампанию аббревиатуры BIM, что делает данную аббревиатуру модным словом в строительной отрасли [2].

Анализируя внедрение BIM технологий за рубежом, можно выделить ряд стран, где этот процесс идет наиболее успешно.

Сингапур можно назвать не только лидером по освоению BIM в строительстве, но и «первопроходцем» по внедрению данной технологии. Развитию информационного моделирования зданий в этом государстве способствовала правильная государственная политика по внедрению и использованию BIM. Благодаря данной политике в 2015 в Сингапуре смогли достигнуть перехода 100 % проектных организаций и 70 % строителей на BIM – технологию. К 2020 году Сингапур планирует повышение эффективности строительства на 25 % [3].

Правительство Великобритании занимается разработкой и публикацией документов, способствующих переходу страны на BIM level 2. Это ряд документов и ресурсов, которые постоянно обновляются, облегчая тем самым переход на BIM, например, протокол плана выполнения BIM-проекта (AEC (UK) BIM Protocol Project, BIM Execution Plan и другие). Достигнутые успехи совпали по времени с выходом прогноза по глобальному рынку строительства на 2025 (Global Construction Report 2025), в котором рост строительного рынка прогнозируется на уровне 70 % [4].

Так же согласно анализу [20] BIM используется в таких странах как США, Нидерланды, Дания, Германия и другие.

В Российской Федерации внедрение BIM-технологий все еще находится на начальном этапе [5]. Однако необходимость и потребность в скорейшем освоении технологий BIM уже осознана многими участниками проектно-строительной отрасли и признана на государственном уровне.

В марте 2014 года по результатам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России (Протокол №2 от 04 марта 2014 г.) Минстрою России, Росстандарту, совместно с Экспертным советом при Правительстве Российской Федерации и институтам развития было поручено разработать и утвердить план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. В декабре 2014 г. соответствующий План был утвержден Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ [6].

После введения данного плана по внедрению BIM-технологий, Минстроем на конец 2019 год было введено 8 ГОСТов и 5 Сводов Правил. Всего система нормативно-технических документов по BIM в общей сложности будет включать в себя 15 национальных стандартов (ГОСТ Р) и 10 сводов правил.

Приоритетной же задачей Минстроя на 2019 год было определение и официальное предоставление списка объектов госзаказа, при строительстве которых использование BIM-моделей станет обязательным. Прежде всего для социальных объектов: школ, детских садов, поликлиник, учреждений культуры и спорта.

Кроме того, первый серьезный шаг для широкого внедрения цифровых технологий в строительство сделан в начале июля 2019 года. Тогда в действие вступил 151 Федеральный закон, согласно которому впервые в Градостроительном кодексе закреплены понятия информационного моделирования и классификатора строительной информации [7].

1. Проектирование инженерных систем в BIM

При проектировании инженерных систем современных объектов для повышения общего качества работ необходимо обращать внимание на рациональность проектирования, безопасность, эстетичность и т. д.

При проектировании инженерных систем традиционный метод заключается в использовании в САД систем, работа в которых ведется в двухмерном пространстве с двухмерными чертежами, содержащими в себе информацию плана, отметок высот и разреза объекта. Работа с двумерным пространством подразумевает ограниченную визуализацию для всех участников процесса проектирования, конфликты программного обеспечения при передаче данных между специалистами смежниками и невысокую эффективность работы.

К традиционным программам САД можно отнести Autocad, Nanocad.

При использовании двухмерных графических программ в процессе проектирования зданий и инженерных систем так же возникает ряд проблем:

- необходимость в организации регулярных совещаний на предмет контроля уже возникших и потенциальных пересечений между разделами проекта;
- сложность контроля ввиду того, что проектировщики различных разделов могут находиться в разных офисах, городах или даже странах, а получать и контролировать результаты их работы на регулярной основе не представляется возможным;
- спорные моменты в проекте часто решаются между проектировщиками устно или в формате текста, что несомненно ведет к ошибкам ввиду человеческого фактора, и часто не дает полной картины о положении тех или иных инженерных коммуникаций в пространстве;
- процесс оформления чертежей инженерных систем является длительным и рутинным, и отнимает значительное количество времени у проектировщиков и ведет к различным опечаткам;
- нормы оформления чертежей инженерных систем снижают представление о занимаемом пространстве инженерными системами.

Однако такие методы проектирования уходят в прошлое. Благодаря исследовательскому опросу фирмы ООО «Конкуратор» в 2019 году были получены данные по актуальному

используемому программного обеспечения среди участников строительного и проектного процесса на территории Российской Федерации [8]. Данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Используемое программное обеспечение на рынке РФ в 2019 [8]

Программное обеспечение	Доля респондентов из числа использующих BIM
Autodesk Revit	61 %
ARCHICAD	32 %
Tekla Structures	17 %
Renga (Renga Architecture, Renga Structure, Renga MEP)	11 %
InfraWorks	9 %
Nemetschek Allplan	6 %
Bentley AECOSim Building Designer	4 %
САПФИР-3D	4 %
Advance Steel	4 %
Intergraph	2 %
AutoCAD, AVEVA E3D, AVEVA VocaD, Navisworks	1 %
Другое	13 %

Так же было выявлено значительное разнообразие программных продуктов, которые участники опроса дополнительно используют для разработки информационной модели. Среди них:

NanoCad Plus (Стройплощадка, Геоника, Электро); Civil 3D; Autodesk Plant 3D; Model Studio CS; DICAD Stracon; ArtCAM; PowerMill; SolidWorks; Cyclone; 3drasher; Кредо
Линейные изыскания; Autodesk Vault; Magicad; Solibri.

Программы по цифровому проектированию, специализированные или входящий в комплексный пакет поставки программного продукта (например, инженерные системы в Revit, Renga MEP), позволяют моделировать инженерные сети объекта, автоматически получая чертежи, спецификации их элементов и многое другое. Возможность вносить в модель информацию о каждом элементе и переносить эту информацию из проекта в проект значительно упростило и ускорило работу. Возникла необходимость координирования работы всех участников проекта во избежание возникновения проектных ошибок на стадии проектирования.

Такой подход к коллективной деятельности инженеров получил название "совместная работа" [9–10]. Говоря о совместной работе проектировщиков, в том числе о расчете инженерных систем, имеет место понятие коллизий – ошибок, допущенных на стадии проектирования и заключающихся в пересечении запроектированных объектов. Это – одна из главных проблем.

Так как организации, или ряд отделов в их структуре продолжают придерживаться концепции двухмерного проектирования, на стадии монтажных работ возникают неувязки, которые решаются на месте. Применение технологий информационного моделирования позволяет предупредить коллизии на стадии проектирования и исключают возможность возникновения сложных ситуаций в ходе монтажа, требующих принятия срочных решений, связанных с отклонениями от проекта.

Со временем возникла потребность в программе для поиска решений и выявления коллизий в проектируемых моделях зданий и сооружений для своевременного их устранения.

Наиболее популярными программными комплексами, помогающими в выявлении коллизий, стали Navisworks и Solibri. Алгоритм их работы заключается в поиске пересечения геометрии элементов информационных моделей, при нахождении таковых – программы выдают место коллизии.

Данный современный подход к проектированию позволил значительно упростить работу проектировщиков, а появление новых программных комплексов, ориентированных на решение конкретных проблем проектирования, в частности, исправления коллизий инженерных систем, способствует оптимизации и совершенствованию результатов их труда [11–12].

При внедрении информационного моделирования обмен информацией при проектировании объекта между участниками проходит автоматизировано. Поэтому данный процесс имеет следующие преимущества:

- устройство совместной работы над общей моделью, при которой все участники имеют постоянный доступ к результатам работы своих коллег;
- процесс информационного моделирования в программных комплексах настроен таким образом, чтобы работа проектировщика была наиболее комфортной, а рутинные процессы подверглись автоматизации;
- автоматизировано формирование спецификаций, что значительно экономит время проектировщиков и снижает риск появления ошибок в подсчетах;
- проблема понимания фактического положения инженерных коммуникаций в пространстве решена тем, что при моделировании сетей задаются их реальные размеры, включая все фитинги и арматуру [13–14].

Однако, как это бывает на практике, любое внедрение чего-то нового несет в себе риски и недостатки. Не стала исключением и технология BIM.

Согласно исследованию ООО «Конкуратор» в 2019 году, к недостаткам, тормозящим внедрения BIM, можно отнести:

- недостаток квалифицированных кадров;
- высокая стоимость внедрения;
- отсутствие правовой базы применения BIM;
- отсутствие системы государственных стандартов реализации проектов с применением BIM;
- отсутствие требований инвесторов и заказчиков (при участии в тендерах) [8].

Стоит рассмотреть более детально одну из причин, а именно – высокую стоимость внедрения.

Компания **ООО «Траст инжиниринг»** занимается внутренними инженерными системами зданий. После внедрения информационного моделирования от компании Autodesk руководство фирмы решило провести сравнительный анализ финансовых затрат традиционного проектирования и проектирования с помощью BIM.

Было выявлено, что современный подход расчета стоимости проекта и отсутствие регламента его минимальной стоимости в Российской Федерации, позволяющей получать прибыль, в большинстве случаев, ведет к убыточности. Чаще всего это связано из-за неправильной оценки стоимости проекта заказчиком [15].

Компания провела анализ расходов на одного проектировщика, данные анализа сведены в таблицу 2 [15].

Таблица 2

Расходы на 1 проектировщика [15]

Наименование расхода	Сумма, руб./мес.
Зарплата проектировщика	80 000
Расходы на административный персонал	41 481
Расходы на содержание офиса	32 593
Налоги и сборы (НДС, пенсионные, страховые, на прибыль)	32 800
Реклама и маркетинг	2 963
Фонды и резервы	14 815
Итого содержание одного проектировщика в месяц	124 652

Согласно исследованию [19], на 2018 год затраты на внедрение BIM решений в ООО «ПСК «ЛиК» составили:

- ПО от компании Autodesk составили 2,26 млн руб.;
- затраты на обучение персонала 0,522 млн руб.;
- обновление рабочих станций обошлось в 1,160 млн руб.;
- внедрение нового сотрудника на должность BIM-менеджера обходится в 0,6 млн руб./год.

Итого первоначальные инвестиции для компании без учета нового персонала составили 3,951 млн руб.

На первых этапах использования новых технологий производительность труда резко падает, поскольку в процессе обучения создаются библиотеки семейств типовых элементов, а также происходит наработка типовых приемов работ. Затем через 3–6 месяцев начинает возрастать и выходить на уровень выше, чем при применении ранее используемых продуктов. По окончании первого года производительность будет меньше на 20 %. Но уже по окончании второго года она будет превышать на 30 %. В третий год при условии использования наработок уровень повышения производительности составляет 50 %. Таким образом, через 15 месяцев можно выйти на тот же объем выполненной работы и продолжать работать с большей производительностью.

Итогом исследования [19] стало то, что несмотря на первоначальные инвестиции и увеличение расходов на штат сотрудников, был получен срок окупаемости в 2,6 года, а за счет наработки базы, сокращению сроков проектирования и увеличению опыта сотрудников компания через 2 года могла позволить себе увеличить объем проектов, тем самым увеличив прибыль, которая смогла перекрыть расходы компании от внедрения BIM.

Существующие территориальные и государственные сборники по проектированию дают оценку только стоимости трудозатрат для простых зданий, они не приспособлены, чтобы оценивать громадные трудозатраты при BIM проектировании сложных строительных объектов.

Разница в стоимости 2D и BIM проектирования по сборникам отличается на 18–20 %, что, возможно, соответствует в действительности для простых зданий, но никак не подходит для оценки нетиповых, технически сложных и уникальных зданий и сооружений.

Отсутствие актуальных и регламентированных методик расчета стоимости проекта приводит к тому, что каждый проектировщик/заказчик определяет их по-своему, зачастую используя удельную стоимость за квадратный метр.

Таким образом можно сделать предположение, что на начальном этапе компания столкнется не только с увеличением расходов, но и возможностью отсутствием увеличения дохода за счет внедрения BIM.

Кроме финансовой стороны не стоит забывать, что прежде всего BIM – это инструмент моделирования, и является вспомогательным инструментом при проектировании объекта, но не наоборот.

BIM как инструмент моделирования не несет в себе основных инженерных расчетов, которые обосновывают применение технического решения, соответствующие установленным нормам. Для обоснования технических решений должно применяться так же специализированное оборудование, которое в настоящий момент некоторые разработчики делают совместимым с BIM программами.

Например, для раздела ВК при расчете гидравлики может использоваться программа Audytor H2O 7.1.

Программа является одним из трех модулей, входящих в состав программы Audytor SET. Это программа предназначена для проектирования систем холодного и горячего водоснабжения, а также циркуляционных трубопроводов. Программа выполняет расчеты согласно «СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (с Поправкой)» [16].

Так же есть программные комплексы, которые не имеют прямой интеграции с BIM, но несут в себе основные инженерные расчеты, отвечающие нормам.

Например, группа компаний «Элита» совместно с ООО «СанТехПроект» разработала программу «Умная вода». Данная программа позволяет рассчитывать гидравлику следующих внутренних систем: хозяйственно-питьевой водопровод, противопожарный водопровод, хозяйственно-противопожарный водопровод, бытовая канализация, дождевая канализация (внутренний водосток) [17].

На основании полученных расчетов можно будет выполнить информационную модель необходимой инженерной системы.

2. Опыт внедрения и применения BIM в проектно-строительных компаниях

Теперь рассмотрим опыт внедрения и применения BIM в Российских компаниях. Особенность данных компаний в том, что они применяют BIM инструменты так же при проектировании инженерных систем. В данном анализе разработка разделов архитектуры и строительных конструкций не рассматривается.

Группа компаний «Карелстроймеханизация» – это крупнейшее строительное предприятие Республики Карелия. Из доклада Галфеева А.С. на 7-й международной конференции для инвестиционно-строительных, девелоперских и проектных компаний, проходящей в 2019 г. СПб, были представлены результаты внедрения BIM решений от компании Autodesk.

Компания смогла освоить следующие этапы проектирования: техническое задание; эскизный проект; проект; анализ проекта; выпуск рабочей документации.

В компании разработан и внедрен регламент по взаимодействию участников проекта. При внедрении BIM на пилотном объекте были выявлены положительные и отрицательные моменты, которые сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Положительные и отрицательные моменты при внедрении BIM на пилотном объекте

Положительная сторона	Отрицательная сторона
Наглядность. Все корректировки видны и доступны участникам проекта	Рутинная работа при оформлении чертежей
Использование модели при обсуждении технических решений	Раздел электрики не адаптирован для Российской нормативной базы
Оперативное внесение изменений, которые автоматически отображаются на графике и спецификациях	
Выявление коллизий и ошибок на стадии проектирования, что позволяет избежать задержек на строительстве и дополнительных трудозатрат	

Итогом внедрения стало:

- повышение квалификации персонала;
- создание в фирме новых рабочих мест;
- уменьшился срок выпускаемой документации;
- повысилось качество;
- за счет наработки опыта команды и привлечение сторонних организаций решались проблемы с программным обеспечением Revit.

ООО «Бюро техники» – проектно-монтажная компания, специализирующаяся на инженерных системах.

На 5-й международной конференции для инвестиционно-строительных, девелоперских и проектных компаний, проходящей в 2017 г. СПб, в докладе Бурцевой В.С. отмечается, что в ходе работы по внедрению BIM от Autodesk компания получила следующие результаты:

- оформление и выдача документации согласно ГОСТ;
- выдача спецификаций и заданий строителям;
- для координации работы были освоены продукты A360 и Nawisworks.

Данный опыт позволил компании решать типовые задачи, возникающий на объекте строительства.

На основании бумажной версии проектной группой была поднята модель и сделана компоновка всех инженерных систем. Итогом стало обнаружение коллизий смежных инженерных систем. Это позволило внести необходимые изменения и избежать дополнительных затрат и срыв сроков. Так же 3D модель позволила уточнить объем материалов и скорректировать сроки монтажа инженерных систем, привязав их к срокам, установленным заказчиком.

Так же получилось удовлетворить дополнительные требования – монтаж был поделен на блоки-захватки. Была реализована разбивка инженерных систем по блокам, благодаря чему из блока извлекалась информация для спецификации на закупку материала и оборудования.

Данный метод позволил исключить старый метод заказа материалов и оборудования монтажниками, который используют бумажный вариант и карандаш, после чего вся информация отдавалась в отдел закупок.

Контроль исполнения выполнялся через Nawisworks.

Вывод состоит в том, что после успешного внедрения BIM в проектный отдел, следует проводить разъяснительную работу с другими участниками строительства, например, монтажниками, так как BIM – это не только проектирование, это полный цикл, и для его нормального функционирования должны быть вовлечены все участники процесса.

Компания ООО «АОСГ», оказывающая полный комплекс услуг в области BIM моделирования, от разработки концепции объекта до ввода в эксплуатацию, использует решения от Autodesk. Компания имеет четыре блока внутренних стандартов для BIM моделирования:

- BIM стандарт компании;
- Информационное требование заказчика;
- План реализации BIM-проекта;
- Руководство по BIM сценариям.

Первый стандарт определяет и регулирует использование модели на всем этапе жизненного цикла здания с ориентировкой на эксплуатацию. Второй стандарт разъясняет заказчику, зачем ему BIM модель и как ее использовать в своем проекте от стадии разработки до эксплуатации. Третий документ отвечает за процессы и стандарты внутри организации. Четвертое – это приложение, перевод возможных сценариев использования BIM на строительной площадке. Переписан с Американских стандартов.

После того, как разработана цифровая модель здания, компания применяет отработанную структуру на строительном объекте. Структура представлена на рисунке 1.

BIM-team Building Site

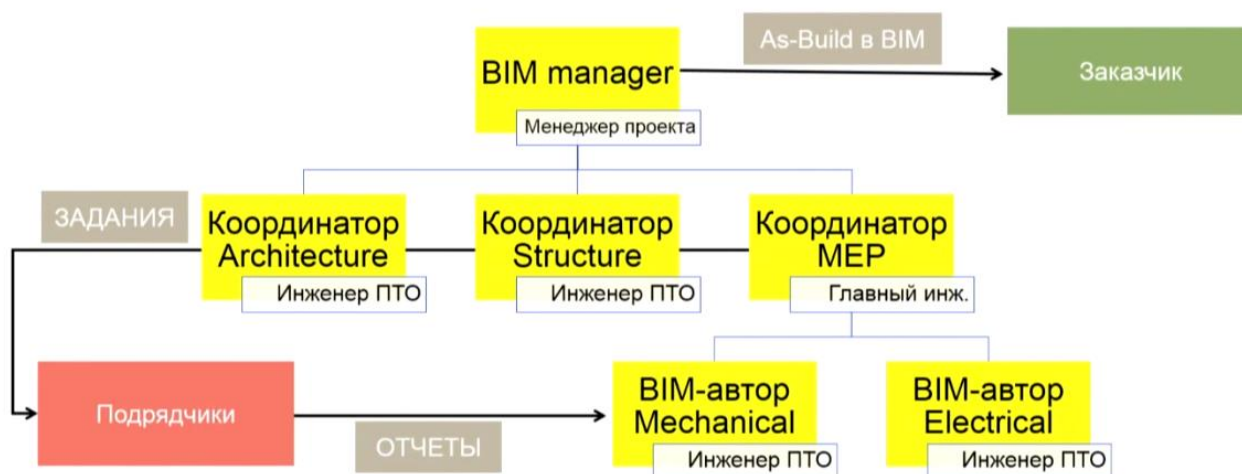


Рисунок 1. Схема координации строительства группой АОСГ

Данное решение имеет следующее обоснование. Чаще всего строители и прорабы из подрядных и субподрядных организаций не имеют компетенций по обращению с техникой, программными комплексами и работой с BIM моделями, т. к. их зона ответственности – выполнение работ по разработанной документации.

Цель рабочей группы – раздать задания подрядчикам и выполнить контроль по реализации, а также выполнить функцию консультантов. Подрядчики, после выполнения работ, сдают бумажную документацию рабочей группе для переноса данных из 2D в 3D. В

случае отступления от проекта по BIM модели идет анализ возможных решений. Если таковые имеются, координатор оперативно вносит изменение в документацию.

Это удобно при прокладке инженерных сетей, так как можно определить, корректно ли пройдены этапы по монтажу, чтобы избежать неувязок по месту.

Анализируя деятельность данной компании в рамках объекта, стоит отметить, что у компании разработаны не только внутренние стандарты по работе с участниками строительства, но также отлажены методы работы со сторонними привлеченными организациями, что очень важно в рамках строительства крупных объектов, где может быть привлечено много сторонних организаций.

Группа компаний Спектрум является многопрофильным инжиниринговым холдингом с опытом реализации объектов различного назначения.

Одним из главных вопросов для организации являлось освоение BIM решений от компании Autodesk и Tekla в рамках проектирования и строительства сложных зданий и сооружений.

Главным противником BIM на сложных промышленных объектах является беспорядок в модели, для устранения которого компания внедрила единый BIM-стандарт.

Итоги данного внедрения BIM-стандарта следующие:

- снижения трудозатрат и сокращение времени на типовые операции и задачи;
- унификация и стандартизация BIM-проектов;
- оптимизация бизнес-процессов и обязанностей участников проекта;
- прозрачность и контроль деятельности компании;
- возможность гибкой адаптации под требования заказчика путем корректировки BIM-процесса;
- оптимизация себестоимости проекта под информационные требования заказчика;
- управление качеством информационных моделей.

Без единого BIM-стандарта компания не могла бы четко взаимодействовать с подрядчиками, субподрядчиками, а на строительной площадке во время возведения сооружения могли быть допущены ошибки, которые приводят к срыву сроков и удорожания объекта.

Опыт данной компании по внедрению BIM-проектирования демонстрирует, что при сложных объектах необходимо учитывать не только типовую BIM-структуру, ее необходимо совершенствовать с учетом исполнителей. В сложных проектах должно быть строгое исполнение стандарта, т. к. цена ошибки может быть высока на конечном этапе сборки общей модели.

Обобщая опыт и наблюдение данных компаний хочется отметить, что технологии BIM прежде всего являются новым вспомогательным инструментом. Данный инструмент пока является необязательным к применению при проектировании и строительстве. Однако это вопрос времени, так как появляются инструменты по регулированию отрасли государством. На территории Российской Федерации действуют свои правила и требования к документации, а так же обоснованию технических расчетов, к сожалению, данные требования не всегда можно выполнить только одним программным комплексом, и компании вынуждены использовать различные решения, либо применять существующие методы.

Одним из главных моментов, который следует иметь ввиду при внедрении BIM, что это прежде всего вспомогательный инструмент моделирования, который служит для снятия рутинной работы, автоматизации процессов и улучшения координации работы рабочей группы. Он не является заменителем основных технических решений, которые должен принимать проектировщик, опираясь на существующие требования и нормативы, и потом уже, на основании этих решений, выполнять и наполнять информационную модель объекта.

Обучаясь новым технологиям, смещается акцент с проектирования, с особенностей технических решений, на моделирование, которое призвано быть вторичным, быть инструментом для реализации технических решений. В настоящее время именно моделирование становится популярным у молодых проектировщиков, из-за которого идет увлечение инструментом, вместо того, чтобы учиться решать уникальные технические задачи объекта проектирования с учетом норм и требований. Именно в этом и состоит разница между молодым и пожилым поколением [18].

3. Заключение и выводы

В результате проведенного анализа можно заключить следующее:

- технология информационного моделирования активными темпами внедряется в организациях, ведущие свою деятельность на рынке проектирования, строительства, эксплуатации и координирования;
- в настоящий момент проектно-строительные организации активно ведут накопление опыта, а также устраиваются общественные мероприятия и конференции по его обмену;
- правительством РФ активно ведется разработка нормативных актов и документов, регламентирующих правила и порядок внедрения и использования цифровых технологий в строительстве;
- на рынке представлен широкий спектр возможности по разработке и внедрению информационного моделирования в организации, это можно сделать как с помощью привлеченных организации с готовыми решениями на проект, либо собственными силами путем создания BIM-отдела для координации всех проектов внутри организации;
- на рынке представлен широкий ассортимент программного обеспечения, как отечественного, так и зарубежного;
- в настоящее время внедрение BIM среды хорошо закрепилось на стадии проектирования и разработки документации, однако необходимо дальнейшее внедрение и обучение пользованию BIM средой всех участников и на всех этапах жизненного цикла строительного объекта;
- отсутствие регламентирующих документов, который бы обязал учитывать в расчете стоимости проекта повышенную сложность и использование современного трудозатратного программного обеспечения, требующего расширенный штат квалифицированного персонала;
- необходим правильный менеджмент кадров компании при переходе на информационное моделирование, который позволял бы грамотно использовать знания старших специалистов, а также умение молодых специалистов быстро

осваивать новые знания и инструменты проектирования, без вреда для всех участников процесса.

Анализируя полученные выводы, стоит отметить, что нельзя сразу получить положительный эффект от внедрения цифровых технологий в строительстве. Должно пройти время, при котором будет накоплен положительный и отрицательный опыт, кроме того, для его получения в полном объеме должны быть задействованы все участники процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ginzburg A., Shilova L., Shilov L. The modern standards of information modeling in construction Scientific Review. 2017. №9. P. 16–20.
2. Daniotti, B. Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment. 2019. P. 4–5.
3. Талапов В.В. Внедрение BIM в Сингапуре: впечатляющий опыт // САПР и Графика. 2016. № 1(6). С. 60–63.
4. Внедрение BIM: фундаментальный опыт Великобритании // Технологии строительства. – 2017. – №1–2(117–118). – С. 78–87. – Режим доступа к журн. URL: <https://rucont.ru> (дата обращения 01.04.2020).
5. Астафьева, Н.С., Кибирева, Ю.А., Васильева, И.Л. Строительство Уникальных Зданий И Сооружений // Преимущества использования и трудности внедрения информационного моделирования зданий. 2017. №8(59). С. 41–62.
6. Приказ №926/пр Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. – М.: Минстрой России, 29 декабря 2014 год.
7. Федеральный закон от 27.06.2019 N 151-ФЗ (ред. от 02.08.2019) "О внесении изменений в Федеральный закон "Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации" и отдельные законодательные акты Российской Федерации".
8. Уровень применения BIM в России. Отчет об исследовании // ООО «Конкуратор». 2019. 49 стр.
9. Usanova K., Vatin N. University bim distance learning course for secondary school students. Proceedings of the 2nd International Conference on Engineering Sciences and Technologies, ESaT 2016. P. 297–302.
10. Gamayunova O. The role of Civil Engineering Institute in increasing the international competitiveness of the St. Petersburg State Polytechnical University C3 -Procedia Engineering. 2015. №117. P. 1070–1077.
11. Tatuev A.A., Edelev D.A., Zhankaziev A.H. The state unified exam as a requirement in Russia's new economic relations. Asian Social Science. 2015. №11. P. 176–184.
12. Tuchkevich E., Rechinsky A., Vysotskiy A., Zolotova J., Tuchkevich V. ADN and AP programs for civil engineering students C3 – Procedia Engineering. 2015. №117 P. 1142–1147.

13. Tulenheimo R. Challenges of Implementing New Technologies in the World of BIM – Case Study from Construction Engineering Industry in Finland. *Procedia Economics and Finance*. 2015. №21. P. 469–477.
14. Malekitabara H., Ardeshira A., Sebta M., Stouffsb R. Construction safety risk drivers: A BIM approach. *Safety Science*. 2016. №82. P. 445–455.
15. Сколько стоит проектирование в России и в Великобритании? // ООО «Транс инжиниринг». 2020. – Режим доступа к журн. URL: <https://ardexpert.ru> (дата обращения 01.04.2020).
16. ООО «БилдСофт». – Режим доступа URL: <https://buildsoft.ru> (дата обращения 01.04.2020).
17. ООО "ЭЛИТА-ПЕТЕРБУРГ". – Режим доступа URL: <http://smartwater.su> (дата обращения 01.04.2020).
18. BIM – как окончательная деградация проектировщиков // ООО «Графика-инжиниринг». 2017. – Режим доступа к журн. URL: <https://ardexpert.ru> (дата обращения 01.04.2020).
19. М.В. Данилов, И.К. Шайхутдинов, Е.И. Шмыкова, Расчет экономической эффективности внедрения BIM-технологии в работу проектной организации // Социально-экономическое управление: теория и практика. № 1(32) 2018. С. 91–94.
20. Федоров А.А. Инженерный вестник Дона // Анализ стратегий внедрения информационного моделирования в лидирующих странах. № 4(55) 2019. С. 21.

Rashev Vladislav Sergeevich

Peter the great Saint Petersburg polytechnic university, Saint Petersburg, Russia
E-mail: vl666d@yandex.ru

Astafeva Natalia Serafimovna

Peter the great Saint Petersburg polytechnic university, Saint Petersburg, Russia
E-mail: natalia.astafeva@inbox.ru

Rogozhkin Leonid Sergeevich

Peter the great Saint Petersburg polytechnic university, Saint Petersburg, Russia
E-mail: leonid-rogozhkin@yandex.ru

Grigorev Viacheslav Iurevich

Peter the great Saint Petersburg polytechnic university, Saint Petersburg, Russia
E-mail: Slava83@bk.ru

Analysis of the implementation of information modeling technology in Russian construction companies for the design and construction of engineering systems

Abstract. The article examines the process of development of information models as part of an engineering support object that contains both graphical and non-graphical information within a single environment. We also reviewed information related to this process, which was carried out in Russian design companies. Based on this information, a conclusion is made about the level of understanding and implementation of processes.

Information modeling technology is the process of creating an information model containing graphical and non-graphical information in a single information field, which is a common repository of information in digital form and participates in the entire lifecycle of an object.

The reasons associated with the beginning of the transition from classical design in two-dimensional space to information modeling tools in Russia are related to global trends. Currently, the global construction industry is going through a transformation process, which is associated with the rejection of traditional methods of design and construction with the transfer of project information in paper form in favor of innovative ways to implement projects.

Modern construction projects are complex and informative. The increasing complexity, lack of necessary information to make decisions at the right time at the design or construction stage, and increasing time pressure under traditional methods partly explain their extremely low efficiency.

This article examines the accumulated experience of implementing information technology in project companies.

Analysis of the received data and statistics revealed not only the positive effect of the transition to digital technologies in construction, but also a number of problems in this area.

The result of the analysis is a synthesis of the data and conclusions that can be useful to a wide range of stakeholders.

Keywords: information modeling; software; regulatory and technical documents; investments; engineering systems; design; labor costs; implementation experience