

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КАК РЕЗУЛЬТАТ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

Присс О.Г., Димитрюк Ю.С.

*ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт»,
Невинномысск, e-mail: olga1234.76@mail.ru*

Рассмотрены аспекты внедрения BIM-технологии в инженерных изысканиях в виде информационной модели. Нет ясности, что такое информационная модель, как её надо делать инженерам-изыскателям. Раскрыты проблемы правильного предоставления данных из информационной модели в вычислительные системы. Требуется разработать единую информационную среду как основу для реализации технологий информационного моделирования, вместе с тем перейти на экспертизу проектной документации в виде информационной модели. Представлена возможная схема наполнения цифровых информационных моделей объектов капитального строительства. Обозначены проблемы, с которыми столкнулись изыскательские компании при переходе на информационное моделирование зданий, а также причины, по которым осложнен этот переход в короткие сроки. До внедрения обязательных требований к результатам 3D-съемки предстоит решить еще массу задач. Обозначены требования к подготовке цифровых информационных моделей объектов строительства в России. Применяя их, застройщик сможет сформулировать требования к информации модели, обеспечить высокое качество проектной документации и результативность работы института строительной экспертизы в процессе перехода представления результатов изысканий в виде информационной модели. Рекомендации также создадут условия для разработки общего определения у проектировщиков, экспертов и разработчиков анализа требований и признаков информационной модели объекта. Указаны трудности, которые возникают с оформлением выполненных работ с помощью BIM-технологии и их дальнейшей публикацией. Кратко рассмотрены новые проекты и вышедшие нормативные документы, разъясняющие и регулирующие переход на информационное моделирование зданий. Рассмотрена российская позиция к информационному моделированию в части инженерных изысканий.

Ключевые слова: нормативные документы, техническое задание, BIM-технологии, информационная модель, инженерные изыскания, нормативно-техническая база

INFORMATION MODEL AS A RESULT OF ENGINEERING SURVEYS

Priss O.G., Dimitryuk Yu.S.

Nevinnomyssk State Humanitarian and Technical Institute, Nevinnomysk, e-mail: olga1234.76@mail.ru

Aspects of implementation of BIM-technology in engineering surveys in the form of information model are considered. It is not clear what the information model is, how it should be done by survey engineers. Problems of correct provision of data from information model to computing systems are disclosed. It is required to develop a unified information environment as the basis for the implementation of information modeling technologies, at the same time switch to the examination of design documentation in the form of an information model. A possible scheme of filling digital information models of capital construction facilities is presented. The problems encountered by survey companies during the transition to information modeling of buildings, as well as the reasons why this transition is complicated in a short time, are identified. Before introducing mandatory requirements for 3D survey results, there are still a lot of tasks to solve. Requirements for the preparation of digital information models of construction facilities in Russia are outlined. Using them, the developer will be able to formulate requirements for the information model, ensure the high quality of design documentation and the effectiveness of the institute of construction expertise in the process of transitioning the presentation of research results in the form of an information model. The recommendations will also create conditions for the development of a common definition among designers, experts and developers of analysis of requirements and characteristics of the object information model. The difficulties that arise with the preparation of work performed using BIM-technology and their further publication are indicated. New projects and published regulatory documents explaining and regulating the transition to information modeling of buildings are briefly considered. The Russian position on information modeling in terms of engineering surveys has been considered.

Keywords: regulatory documents, terms of reference, BIM-technologies, information model, engineering surveys, regulatory and technical base

Все результаты инженерных изысканий по бюджетным проектам, разработка которых началась с 1 января 2022 г., необходимо представлять в формате информационной модели (информационное моделирование зданий (BIM-технологии)). Но нет ясности, что такое информационная модель в инженерных изысканиях. Что такое информационная модель – вопрос, который волнует

специалистов, проектировщиков, изыскателей и в конечном счете заказчиков [1].

Цель исследования – определение уровня реализации предъявляемых требований к инженерно-изыскательской отрасли предоставления результатов инженерных изысканий в виде информационной модели.

Обозначенная острота проблемы может быть решена внедрением и наполнением

цифровых информационных моделей объектов капитального строительства, определением возможного состава и алгоритмов, закономерностей функционирования системы. В основу положен текущий анализ состояния цифровизации инженерно-изыскательской отрасли.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования применялись следующие методы:

1. Анализ нормативно-правовой документации, регулирующей и разъясняющей переход на информационное моделирование зданий.

2. Обзор и обобщение применяемых методов информационного моделирования зданий инженерно-изыскательской отрасли, отражающих текущее состояние цифровизации.

3. Моделирование с целью оптимизации следующих процессов:

- комплектования требований к заполнению данных проектной документации;
- инженерных изысканий по объектам капитального строительства;
- экспертизы проектной документации.

В основу положен пример наполнения цифровых информационных моделей объектов капитального строительства.

Существует не менее 20 определенных термина «информационная модель». На сегодняшний день в России в градостроительном законодательстве имеется определение информационной модели, согласно которому «информационная модель объекта капитального строительства – это совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и/или сноса объекта капитального строительства».

Такое определение не предполагает создания ни цифровых двойников, ни трехмерных моделей [2, 3]. Законодатели установили, что информационная модель – это комплект увязанных между собой материалов, сведений и документов. В процессе всего жизненного цикла объекта капитального строительства должна составляться информационная модель, исходя из этого определения.

Помимо всего прочего, нет информации или ссылок на так называемые цифровые

модели, цифровые двойники и другие термины и определения, которые использовались и используются при создании информационной модели [4]. На юридическом языке информационная модель представляет собой совокупность связанных сведений, документов и материалов.

Изыскателям, согласно Градостроительному кодексу, являющемуся базовым документом для экспертов, не нужно делать никаких трехмерных моделей.

Как предусмотрено в законе, «если застройщик или технический заказчик обеспечивает формирование и ведение информационной модели, результаты инженерных изысканий подготавливаются в форме, позволяющей осуществлять их использование при формировании и ведении информационной модели». Необходимо подготовить результаты исследования в том виде, в котором возможно их использование при формировании информационной модели. Отсутствуют требования к формированию так называемой информационной модели в инженерных изысканиях. Другими словами, необходимо использование машиночитаемых форматов.

Однако есть еще нюансы, которые приводят к неправильному пониманию ситуации. Согласно Постановлению Правительства РФ № 1431, к информационной модели должен быть приложен документ о выполненных инженерных изысканиях в виде трехмерной модели. Кроме этого, информационная модель должна включать в себя информационную модель, графическая часть которой выполнена в виде трехмерной модели [5].

В соответствии с Градостроительным кодексом, заказчики могут потребовать, чтобы инженерные изыскания были выполнены в виде трехмерной модели. Действительно, соответствующая норма есть не в законе, а в нескольких сводах правил. В них содержится прямое указание на то, что инженерно-гидрометеорологические изыскания и инженерно-геологические изыскания приводятся в виде трехмерной модели, но исключительно в целях дальнейшего анализа этой информационной модели.

По этой причине при применении Постановления Правительства РФ № 1431 при формировании информационной модели и ее последующей оценке необходимо учитывать весь комплект документов, то есть требования к результатам инженерных изысканий, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации № 20,

Градостроительным кодексом, а также сводами правил.

Вместе с тем это правило носит рекомендательный характер и позволяет при формировании информационной модели результатов инженерных изысканий выполнить в виде документов, сведений и материалов. Это приоритетное положение, закрепленное в Градостроительном кодексе.

От изыскателей не может быть потребовано предоставление результатов изысканий в виде трехмерной модели. Подобные требования в техническом задании незаконны [6, 7].

Адаптация требований к подготовке цифровых информационных моделей объектов строительства в России началась. Применяя их, застройщик сможет сформулировать требования к информационной модели, обеспечить высокое качество проектной документации и результативность работы института строительной экспертизы в процессе перехода представления результатов изысканий в виде информационной модели. Рекомендации также создадут условия для разработки общего определения у проектировщиков, экспертов и разработчиков анализа требований и признаков информационной модели объекта [8].

В данный момент вопрос, могут ли BIM-технологии быть представлены без использования 3D технологий, уже не поднимается. Общепринято использовать диаграмму Бью – Ричардса, и ее пока нечем заменить, и пока нет в этом особой потребности. Именно ее проектировщики предоставляют заказчикам как результат работы. Обе стороны довольны этими результатами и визуализацией таких работ, хотя часть из них может реализовываться без них. Так, если объект капитального строительства представлен в трехмерном пространстве, то и его информационная модель должна быть представлена в трехмерном виде. Но, с другой стороны, если в определении не указана обязательная трехмерная составляющая, то ею можно и пренебречь.

Информационная модель тем и интересна, что дает трехмерную визуализацию, информацию об объекте. Эта информация и является этим наглядным способом, на который и рассчитывается успех применения BIM-технологии. Для объектов капитального строительства необходимо заложить эту «совокупность сведений» в виде 3D модели. При этом условии необходимый результат будет достигнут.

Алгоритмы целостности такой визуализации возможны, если они на разных этапах не будут друг с другом вступать в противоречие. На каком-то этапе может информация быть представлена в виде 3D модели, а на каком-то – в виде информационной модели. Здесь нужно правильно выбрать модель, которая в большей степени будет информативна и отразит все поставленные задачи. Позволит извлечь выгоду из BIM как раз привязка ее структуры к элементам 3D модели объекта капитального строительства. Вследствие применения BIM-технологий заметно сокращаются затраты на исправление ошибок проектирования и строительства, уменьшаются сроки строительства, повышается производительность труда на объектах.

Результаты исследования и их обсуждение

Требуется разработать единую информационную среду как основу для реализации технологий информационного моделирования, вместе с тем перейти на экспертизу проектной документации в виде информационной модели.

Российская позиция по информационному моделированию создает некое разногласие в профессиональном сообществе, которое уже давно настроено переходить на BIM в том формате, в котором он реализуется за рубежом, в частности в Великобритании. Эта страна заслуженно является одной из основоположниц государственного регулирования и стандартизации этой технологии [9].

Это требует сотрудничества заинтересованных лиц в комплектовании требований, к заполнению данных проектной документации и результатов инженерных изысканий по объектам капитального строительства, созданных в виде информационной модели. Россия снова решила пойти по собственному специальному пути, не приняв разработанную и успешно применяемую зарубежную практику.

Что касается инженерных изысканий, то их предоставление в виде 3D-модели имеет значение только тогда, когда дальнейшие цели будут поставлены участниками проектной деятельности и эти цели будут успешно реализованы в 3D-моделях. Это может быть, например, автоматическое составление графической части проектного решения вместе с геологическим разрезом. Но для этого необходимо конкретно подготовить алгоритм действия 3D-элементов

из слоев в геологических скважинах, при этом данные слои корректно должны воспроизводиться на геологическом разрезе. Имеющиеся алгоритмы в большей степени не соответствуют этому подходу [10].

Другой возможной задачей является разработка данных для расчетных схем при одновременном расчете строительных конструкций и фундаментов зданий. Здесь также вопрос остается открытым. Правильное предоставление данных из информационной модели в вычислительные системы. Еще не найдено решение даже для конструкций «выше нуля». Основание под фундаментом – это всегда сложный расчетный элемент, который, как правило, состоит из нескольких элементов сложных состояний и различных свойств. Обязательно учитывается напряженно-деформированное состояние грунтов толщи, их характер действия на соседние строения, на различную глубину. Рассматривается воздействие и влияние подземных и грунтовых вод на грунтовую толщу. Специфические грунтовые условия с разными влажностными показателями и их работу с действующей нагрузкой на толщу грунтов. Опасные геологические процессы и явления, действующие на объект капитального строительства, а также сейсмичность площадки строительства. Поэтому до внедрения обязательных требований к результатам 3D-съемки предстоит решить еще массу задач.

Наполнение цифровых информационных моделей объектов капитального строительства может быть следующим (рис. 1):

1. Формирование понятий. Алгоритм анализирует требования, предоставленные в распознаваемом формате, задает границы, в масштабах которых нейронная сеть, обученная на понятиях подобных объектов, предлагает несколько вариаций на выбор. Скорее всего, настройка границ и масштабов будет похожа на выбор нейросети определенного алгоритма на основе набора требований.

Важным условием является наличие требований в машиночитаемом формате. Это относится к исходным требованиям, прежде всего к внешним, то есть касается всего комплекта нормативных документов. Перевести их в распознаваемый формат необходимо так, чтобы одновременно решить задачу согласования внутреннего содержания: каждый новый нормативный документ проверяется на соответствие с уже имеющимися в базе данными перед его внедрением. Если обнаруживается неоднозначное трактование ситуации, такой документ не допускается к действию в базе. Поскольку алгоритмы не люди, они не смогут подготовить один генплан для экспертизы, а другой для ГИБДД, так как у них разные требования к наличию парковки.

2. Определение лучшего варианта – чисто алгоритмическая задача. На соответствие всех параметров каждый вариант проверяется и выбирается лучший. Для такого выбора исходные требования должны содержать критерии, которым должен соответствовать проект, явно и в порядке приоритета. В противном случае алгоритм здесь не работает.

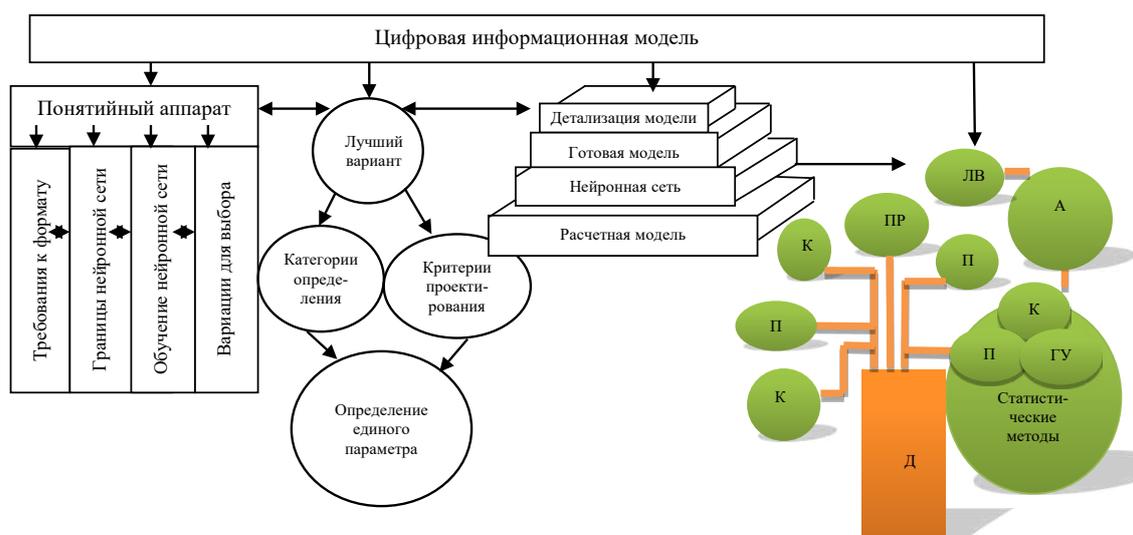


Рис. 1. Цифровая информационная модель:
 Д – дерево проектных решений, К – критерии, П – параметры, ПР – проверка,
 ЛВ – лучший вариант, А – алгоритм проверки, ГУ – граничные условия

На сегодняшний день критерии проектирования учитываются не в полном объеме и их первоочередность не везде одинаковая. Поэтому, как будет правильно, многие решают по-разному. Скорее всего, для получения единого параметра правильности необходимо анализировать большие объемы данных по инженерным изысканиям.

3. Детализирование моделей. Заполнение требований: алгоритмическое заполнение готовой модели на основе данных концептуального шаблона предыдущего этапа. Следующий алгоритм, принявший за основу готовую модель, определяет границы для одобрения проектного решения.

Таким образом, в рамках заданных границ, включающих внешние, внутренние и исходные требования, подбирается нейросеть, соответствующая заданным характеристикам с родственными требованиями, например:

- а) нейронная сеть генерирует модели;
- б) модели используются для расчета (с использованием того же программного обеспечения, которое уже используется).

На этом этапе нейронной сети необходимо выполнять оценку адекватности выбранного расчета, чтобы исключать ошибки при наполнении расчетных схем. Модели, не удовлетворившие указанным критериям, удаляются из алгоритма, а прошедшие отбор далее формируют необходимые граничные условия.

4. Дерево проектных решений. В результате таких действий формируется дерево проектных решений и по большому количеству критериев выбирается наилучший вариант.

Так, выбранный вариант снова подвергается проверке на соответствие выставленным критериям и параметрам, а также граничным условиям соответствия исходным

и внутренним требованиям, с обработкой статистическими методами. Если в процессе детализирования моделей такая жесткая проверка уже заложена в алгоритме, то при формировании «дерева» могут и появиться различные проходные варианты, так как используется большой массив информации.

На этом этапе можно выполнить алгоритмическую проверку на соответствие всему. На заключительном этапе подписания и выставления подписей, когда в программе моделирования находятся стандарты выдачи результатов моделирования, возникают трудности с оформлением выполненных работ и их дальнейшей публикацией.

Для выполнения этих задач необходимо преодолеть следующие проблемы:

1. Нейронную сеть необходимо обучить размечать данные на достаточно больших наборах.

Необходимо собирать наборы и размечать данные. Сбор данных может производиться пользователями вручную, давая им возможность загружать свои проекты в облачные сервисы (как сейчас делает Autodesk, например, со своим Construction Cloud), а размечать их соответствующим образом – пока задача нерешенная, неавтоматизированная (рис. 2, а).

Данных большое количество, и все они классифицируются по-разному. Ручная разметка требует много времени и соответствующей квалификации (инженер-геолог, геотехник). Пока этот коммерческий вопрос остается открытым. Создание подобных наборов произойдет после подтверждения возможностей нейронных сетей, тогда и появятся конкретные результаты.

До сих пор никто не верил в нейронные сети настолько, чтобы начать вкладывать большие деньги в создание таких наборов.

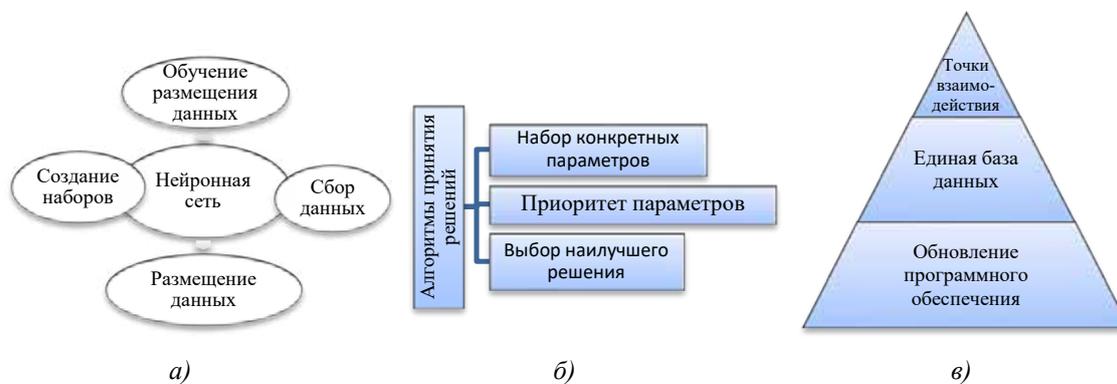


Рис. 2. Проблематика наполнения цифровой информационной модели:
а – формирование наборов данных, б – алгоритм принятия решений, в – алгоритм эффективной работы

2. Алгоритмы, генерирующие большое количество вариантов проектных решений, требуют набора конкретных параметров на входе, а для выбора наилучшего решения – приоритизации этих параметров (рис. 2, б).

Для регистрации внешних требований не обойтись без машиночитаемого формата нормативных документов. Процесс по организации машиночитаемых регламентов уже начат, но его введение в действие нуждается в больших средствах, а также содействии и понимании смысла заданного события на всех уровнях власти. Сейчас только начинается этот путь.

3. Для эффективной работы все системы обязаны обладать общими точками взаимодействия, требовать единую базу данных, а обновления программного обеспечения не должны препятствовать моделям версии принятого образца (рис. 2, в).

Заключение

Уровень реализации предъявляемых требований к инженерно-изыскательской отрасли зависит от комплексной составляющей, отражающей готовность внедрения информационных моделей. От изыскателей не требуется предоставление результатов изысканий в виде трехмерной модели. Подобные требования в техническом задании незаконны.

Проанализировав текущее состояние цифровизации инженерно-изыскательской отрасли, можно выделить следующие отсутствующие элементы единой информационной среды:

- нормативно-техническая база для применения информационных моделей;
- типовые технические требования по применению информационных моделей;
- методики расчета затрат на применение информационных моделей;
- регламенты экспертизы проектной документации по применению информационных моделей;
- регламенты контрольно-надзорной деятельности за применением информационных моделей;
- программное обеспечение для создания информационных моделей.

В настоящее время, насколько нам известно, универсального программного обеспечения никто не создал. Необходима «BIM-модель», которая позволит получить:

- расчеты;
- определение стоимости проектирования;
- оформление графики.

Разработчикам необходимо стремиться к интероперабельности и возможности взаимодействия программного обеспечения с такой «BIM-моделью». Разработать открытый стандарт, в котором модели могут делиться информацией между собой. Но и здесь предстоит еще много работы: некоторые стандарты несовместимы, а более подходящие достаточно часто закрыты. Они выгодны для конкретных поставщиков и поэтому вряд ли будут обнародованы в будущем.

Список литературы

1. Ледовских Л.И., Карпиняну Е. Нормативно-техническая база по применению BIM-технологии на начало 2021 года // Инженерный вестник Дона. 2021. № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6964 (дата обращения: 11.04.2022).
2. Петров К.С., Кузьмина В.А., Федорова К.В. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4057 (дата обращения: 11.04.2022).
3. National Building Information Modelling Standard, 2007. National Institute of Building Sciences, buildingSMART Alliance. P. 182.
4. Старцев Р.К. Уровни внедрения BIM-технологий // Научный аспект. 2020. Т. 8. № 4. С. 1028–1032.
5. Скворцов А.В. Обзор международной нормативной базы в сфере BIM. Томск: ТГУ, 2016. 45 с.
6. Kuzmina T., Cherednichenko N. Systematization of the major stages of the client in certain branches of construction production. MATEC Web of Conferences, 5th International.
7. Присс О.Г. Современное состояние экспертизы и оценки недвижимости в г. Невинномысске Ставропольского края // Кавказский диалог. Невинномысск: НГГТИ, 2012. С. 199–201.
8. Присс О.Г., Овчинникова С.В. Судебная строительная экспертиза в Российской Федерации // Инженерный вестник Дона. 2014. № 3 (30). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2505 (дата обращения: 11.04.2022).
9. Присс О.Г. Строительные стандарты в системе сертификации ISO // Инженерный вестник Дона. 2016. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3713 (дата обращения: 11.04.2022).
10. Горчханов Ю.Я., Николенко Н.С., Гушина 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 (дата обращения: 11.04.2022).