

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИЙ «2D → 3D» И «3D → 2D» В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## COMPARATIVE ANALYSIS OF POSSIBILITIES AND CONDITIONS OF APPLICATION OF CONCEPTS «2D → 3D» AND «3D → 2D» IN DESIGN ACTIVITIES

V. Shvetsova  
O. Leonova

*Summary.* The article contains issues related to design procedures and presentation formats of the results at the design (architectural and construction) solutions. The requirements of modern regulatory and technical documents regarding the composition and presentation at the design documentation are considered.

The analysis at the genesis of automation for design procedures was carried out and characteristics of the levels states in digital (information) technologies at the modern architectural and construction activities are presented. The impact of the quality for design information platforms on the efficiency of design development is shown.

Characteristic features for the use in the concepts of «2D→3D» and «3D→2D» design as the main formats of representations the design solutions have been identified.

*Keywords:* architectural and construction facilities, design activities, information technologies, design documentation, formats presentation the results, methods and techniques, regulatory and technical documents, genesis of automation design procedures, state levels.

**Швецова Виктория Викторовна**

кандидат технических наук, доцент,  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
vikt.schvetzova2012@yandex.ru

**Леонова Ольга Николаевна**

кандидат технических наук, доцент,  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
onl60@mail.ru

*Аннотация.* В статье приведены вопросы, связанные с процедурами проектирования и форматами представлений результатов проектных (архитектурно-строительных) решений. Рассмотрены требования современных нормативно-технических документов в отношении состава и представления проектной документации. Проведен анализ особенностей генезиса автоматизации проектных процедур и приведена характеристика уровней состояний цифровых (информационных) технологий в современной архитектурно-строительной деятельности. Показано влияние качества информационных платформ проектирования на эффективность разработки проектных решений.

Выявлены характерные особенности применения концепций «2D→3D» и «3D→2D» проектирования, как основных форматов представлений проектных решений.

*Ключевые слова:* архитектурно-строительные объекты, проектная деятельность, информационные технологии, проектная документация, форматы представления результатов, методы и приёмы, нормативно-технические документы, генезис автоматизации процедур проектирования, уровни состояний.

## Введение

Поступательное движение от творческого замысла к началу формирования реальных свойств архитектурного образа принято характеризовать, как этапы проектной деятельности или процесса проектирования объекта капитального строительства (строительной продукции). Разработка проектных решений является важнейшим этапом подготовки к реализации задуманного архитектурного образа [1,2].

Процедура архитектурно-строительного проектирования подразумевает одновременное присутствие творческой фантазии, знаний действующей нормативно-технической базы и эффективного инструмента, без

которых невозможны рациональные, в значительной мере, компромиссные решения прикладных проектных задач и/или проблемных ситуаций [3]:

- под «хорошим» качеством проекта можно предположить результат принятия (формальной фиксации) логичных мыслей и решений;
- под «плохим» качеством проекта можно предположить результат принятия неудачных или крайне ограниченных мыслей и решений;
- под «замечательным» качеством проекта можно предположить результат многомерного и итерационного анализа разнообразных факторов влияния, учета их взаимодействия и отображения в виде принятия комплекса гармоничных, целостных, эффективных мыслей и решений.

Качество проектирования свойств и состояний является важнейшим этапом формирования качества архитектурно-строительных объектов и связано, прежде всего, с созданием и представлением в некоторой установленной форме особенностей свойств и состояний еще не состоявшегося материального объекта.

В соответствии с положениями нормативно-правового документа [5]:

«Архитектурно-строительное проектирование осуществляется путем подготовки проектной документации, рабочей документации (в том числе путем внесения в них изменений в соответствии с настоящим Кодексом) применительно к объектам капитального строительства и их частям...».

Проектная документация представляет собой установленную совокупность текстовых и графических данных (информации, документов), характеризующих архитектурно-строительные, функционально-технологические, конструктивные, организационные и инженерно-технические решения в отношении формирования свойств и состояний объекта проектирования.

На рисунке 1 представлена обобщенная структура (схема) проектной документации, которая разрабатывается в рамках архитектурно-строительной деятельности, по формированию свойств и состояний объекта капитального строительства определенного функционально-технологического назначения.



Рис. 1. Схема (структура) проектной документации

Количественный и качественный состав, а также сложность, стоимость и трудоёмкость разработки проектной документации в отношении конкретного архитектурно-строительного объекта зависят от следующих основных факторов:

- ответственности и уникальности архитектурно-строительного объекта;
- доступных методов и способов разработки проектных решений и составления разделов проектной документации;
- квалификации специалистов, привлекаемых к разработке проектной документации.

Одной из наиболее заметных особенностей современного подхода к разработке проектных решений (разделов проектной документации) является создание и применение цифровых (виртуальных) моделей архитектурно-строительных объектов, в которых предусматривается разработка, анализ и отображение определенного количества информационных данных [6,7].

Современные технологии цифрового (информационного) моделирования находятся в состоянии поступательного развития, а также являются одной из наиболее обсуждаемых тем и направлений в отечественной и зарубежной архитектурно-строительной деятельности.

#### Основная цель

Современную концепцию технологии информационного моделирования можно охарактеризовать, как логическое продолжение или генезис «традиционных» (канонических) приемов разработки проектных решений (проектной документации) прошедших исторических эпох, направленных на отображение особенностей свойств и состояний архитектурно-строительных объектов посредством графических и символьных отождествлений [8,9].

Традиционные методы архитектурно-строительного проектирования «докомпьютерных» периодов остаются востребованными в качестве фундаментальной платформы и практической базы знаний для анализа и разработки прогрессивных и инновационных цифровых (информационных) технологий.

Результаты генезиса и совершенствования многочисленных приемов и методов традиционного проектирования, в конечном итоге, адаптированы к современным форматам и технико-технологическим возможностям информационных технологий проектной, архитектурно-строительной деятельности.

На рисунке 2 представлена диаграмма уровней состояний и генезиса цифровых (информационных) технологий архитектурно-строительного проекти-

рования по основным структурным составляющим: сложности технологии (отображаемой посредством «D»-измерений), форматом обмена данными и особенностями организации совместной работы.

Пояснения к Рисунку 2: «D» – измерение формата проектного решения; «2D» – проектное решение, отображаемое в двумерном формате (на плоскости, на проекции: вертикальной или горизонтальной); «3D» – проектное решение, отображаемое в трёхмерном формате (объёмное или пространственное изображение); «n» – число возможных измерений формата проектного решения; «m» – число возможных (конкурентных) вариантов проектного решения, отображаемых посредством «2D», «3D» или «nD» форматов. «CAD, CAM, CAE, BIM» – цифровые (информационные) технологии проектирования, ориентированные на обработку и взаимодействие форматов проектных решений с различным уровнем отображения («2D», «3D», «nD»).

Уровень 1 (см. Рисунок 2) отображает особенности свойств и состояний форматов представления проектных решений с использованием технологии CAD-проектирования, преимущественно в «2D»-формате.

Обмен информационными данными, которые составляют количественный и качественный состав проектных решений, осуществляется, главным образом, на уровне геометрических символьных представлений в «2D»-форматах и текстовых данных. Возможности дополнения или расширения основного «2D»-формата проектных решений «3D»-представлением (концепция «2D → 3D») являются ограниченными.

Основной особенностью рассматриваемого уровня является возможность автоматизации разработки графической части для повышения технологичности и производительности разработки архитектурно-строительных решений.

Уровень 2 (см. Рисунок 2) отображает особенности свойств и состояний форматов представления проектных решений с использованием более широкого (по сравнению с состоянием Уровня 1) диапазона информационных технологий (CAD, CAM, CAE-проектирования, BIM-моделирования), ориентированных, преимущественно, на «3D»-формат отображения проектных решений и/или его дополнения элементами «2D»-представлений (концепция «3D → 2D»). Информационные технологии моделирования рассматриваемого уровня являются комбинацией возможностей «3D»-представлений CAD/BIM-моделей (для пространственного отображения и информационного сопровождения особенностей архитектурно-строительного объекта) и «2D» CAD/BIM-представлений (формализация и нормализация принятых решений в виде проектной и рабочей доку-



Рис. 2. Схема развития и возможных уровней состояния цифровых (информационных) технологий

ментации) — с применением централизованных форматов (моделей) хранения, анализа и управления информационными потоками проектных данных.

Основной особенностью рассматриваемого уровня является возможность практически полной автоматизации архитектурно-проектной деятельности, включая возможность создания и развития первоначальной BIM-модели. Рассматриваемый уровень характерен для абсолютного большинства организаций, занятых в современной архитектурно-строительной деятельности.

Уровень 3 (см. Рисунок 2) отображает особенности свойств и состояний форматов представления проектных решений с использованием информационных технологий, реализующих возможности многомерного или «(2-n) D»-представлений BIM-моделей или аналогичных концепций. В данных концепциях именно пространственное отображение является не исчерпывающим и определяющим, а одним из ряда многочисленных

аспектов проектного решения. Рассматриваемый «(2-n) D»-формат представлений проектного решения является основой для многофакторного, многокритериального отображения и информационного сопровождения особенностей архитектурно-строительного объекта. Для данного формата концепции «3D → 2D» и «2D → 3D» являются равнозначными.

Основной особенностью рассматриваемого уровня является возможность и даже потребность расширения форматов «D»-измерений за счет учета особенностей формирования и актуализации свойств и состояний архитектурно-строительного объекта для периодов жизненного цикла, например, включением в анализ формата «4D» (время строительства) и/или «5D» (стоимость материально-технических ресурсов). Дополнительные, по отношению к первоначальным форматам «2D» и «3D» измерения, характеристики, способствуют получению более точной и разносторонней оценки базовых проектных решений.



Уровень 4 (см. Рисунок 2) отображает особенности свойств и состояний форматов проектных решений с использованием разнообразных, перспективных, инновационных платформ и сервисов, например, посредством глобального информационного пространства, обеспеченного поддержкой элементами искусственного интеллекта или нейросетей [10,11].

Организация проектного процесса реализуется в виде оптимизированной системы взаимодействия всех категорий участников инвестиционно-строительной деятельности (не только специалистов архитектурно-строительного направления). Среда общих данных предусматривает исключительное использование данных, включенных в состав единой и целостной BIM-модели или аналогичной концепции.

Основной особенностью рассматриваемого уровня является возможность использования формата  $m(2-n)D$  (в котором параметр  $m$  устанавливает количество принятых к анализу вариантов решений) описаний для всех обязательных и возможных периодов жизненного цикла архитектурно-строительного объекта с применением различных вариантов и прогнозов изменений свойств и состояний. Такой подход способствует разностороннему пониманию проектных решений всеми участниками проекта и является основным преимуществом применения технологии многомерного и многовариантного информационного проектирования свойств и состояний архитектурно-строительных объектов.

#### Рассматриваемые проблемы

Требования действующих положений нормативно-технических документов в отношении разработки архитектурно-строительного раздела проекта и оформления графической и текстовой части проектной документации не устанавливают приоритет или неременную обязательность исполнения какой-либо из двух рассматриваемых концепций: « $2D \rightarrow 3D$ » и « $3D \rightarrow 2D$ ». Другими словами, каждый творческий коллектив (или специалист), применяет определенную концепцию, исходя из установленного «корпоративного» регламента или субъективных предпочтений.

Например, на рисунке 3 приведен пример реализации концепции вида « $3D \rightarrow 2D$ » для разработки и оформления проектных решений архитектурного объекта с применением информационной технологии Autodesk Revit [12].

Из представленных на рисунке 3 данных следует, что характерные и обязательные (с точки зрения действующих нормативных требований к составу и оформлению рассматриваемого раздела проекта) элементы проектной документации вида «фасад», «план этажа», «разрез»,

представленные в « $2D$ »-форматах (см. рисунок 3а,б,в), являются программной интерпретацией первоначального « $3D$ »-формата (см. рисунок 3а) рассматриваемого архитектурного объекта. Соответственно, качество представления, а также возможность внесения изменений на « $2D$ »-форматах фасада, плана, разреза становится прямо зависимым от соответствующего качества и возможностей редактирования исключительно первоначального « $3D$ »-формата.

Важно отметить, что формирование первоначального « $3D$ »-формата, осуществляется на рабочей «подоснове» из « $2D$ »-формата (см. рисунок 3г): таким образом, качество рабочей «подосновы» оказывает влияние на качество первоначального « $3D$ »-формата объекта, а концепция проектирования трансформируется к более сложному виду: « $2D \rightarrow 3D \rightarrow 2D$ ».

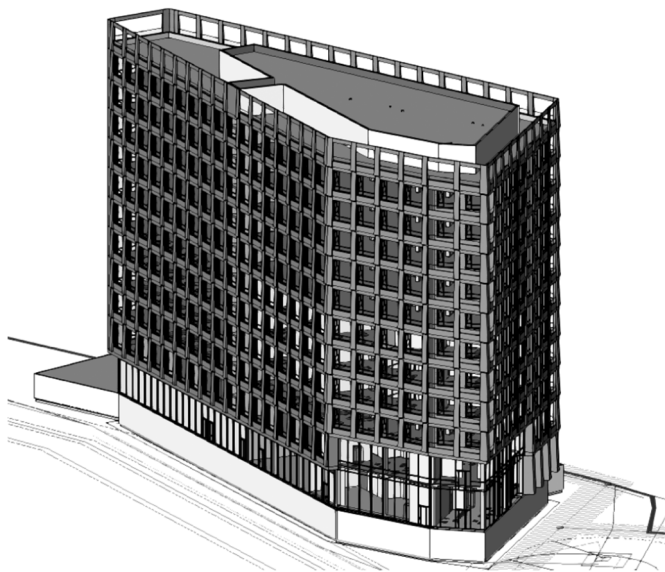
Процедуры внесения необходимых изменений именно в первоначальный « $3D$ »-формат объекта являются значительно более сложными и затратными в отношении использования ресурсов, по сравнению с аналогичными изменениями, которые можно внести в элементы проектной документации вида «фасад», «план этажа», «разрез», представленные в « $2D$ »-форматах. Центральный и определяющий предмет архитектурной деятельности или, собственно, « $3D$ »-формат или « $3D$ »-модель архитектурного объекта не является предметом нормативно-технического регулирования в контексте соответствия установленным требованиям к проектной и тем более, рабочей документации по объекту.

Рассмотренный пример дает объяснение тому обстоятельству, что каждый переход, на каждый последующий уровень состояния и развития цифровых (информационных) технологий (« $D$ »-измерений, см. рисунок 2) состоит и находится в сложной, нелинейной и неоднозначной зависимости от возможностей и условий его внедрения и применения в практической деятельности.

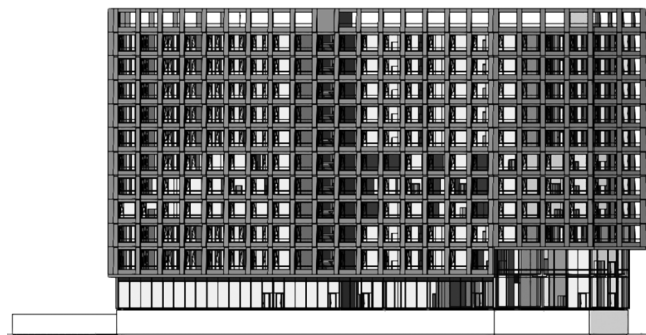
#### Выводы

Технология информационного моделирования свойств и состояний архитектурно-строительных объектов является одной из наиболее распространенных современных платформ, практически вытеснив традиционные технологии «бумажного» или «макетного» проектирования. Возможно, что уже в ближайшем обозримом будущем именно современные инновационные технологии перейдут в категорию традиционных знаний и умений специалистов, а также станут общепринятым стандартом в архитектурно-строительной деятельности, но на более высоком интеллектуальном и технологическом уровне.

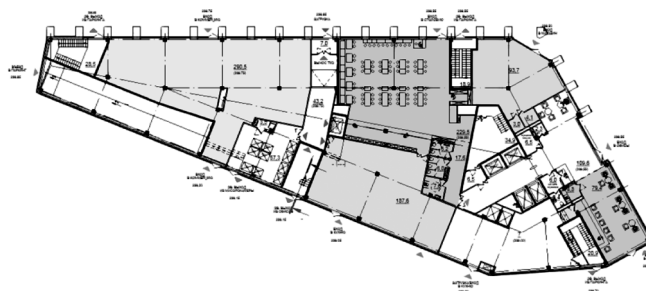
Тем не менее, можно утверждать, что возможности информационных (цифровых) технологий проектирова-



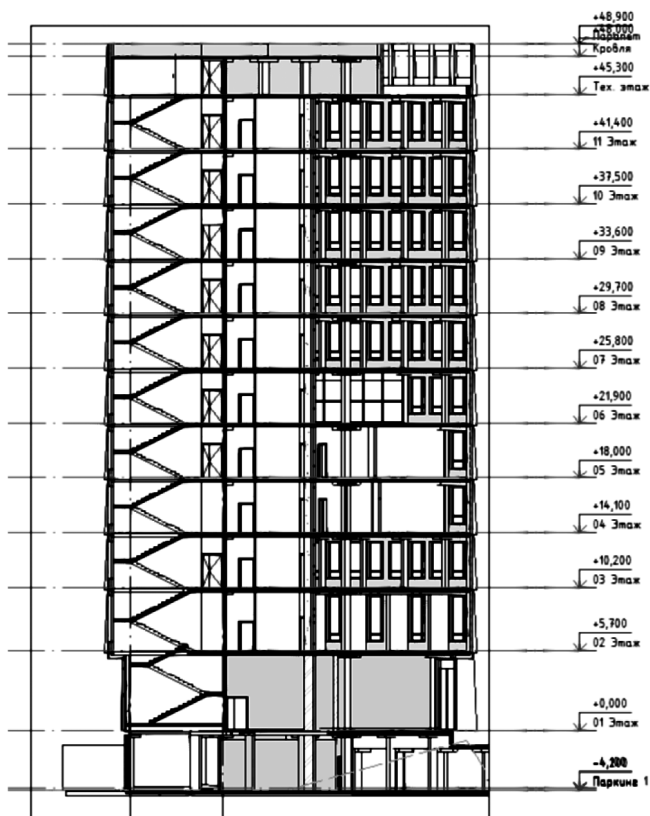
а) первоначальный «3D»-формат архитектурного объекта



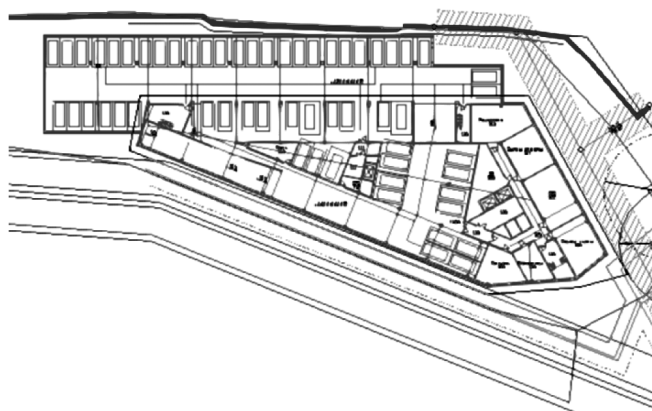
б) рабочий «2D»-формат главного фасада, полученный из первоначального «3D»-формата



в) рабочий «2D»-формат плана этажа, полученный из первоначального «3D»-формата



д) рабочий «2D»-формат разреза, полученный из первоначального «3D»-формата



г) рабочая «подоснова» из «2D»-формата, необходимая для разработки первоначального «3D»-формата архитектурного объекта

Рис. 3. Пример реализации концепции вида «3D → 2D» для разработки и оформления проектных решений архитектурного объекта

ния архитектурно-строительных объектов не исчерпаны. Например, к настоящему времени, так и не реализован уровень 4 (состояния технологий информационного моделирования, см. рисунок 2) даже на уровне отдельных проектов, а нормативно-техническое регулирование представления и анализа результатов проектной деятельности «застряло» в некотором промежуточном состоянии: на переходе от уровня 2 к уровню 3.

Потребность в сборе, обработке и передаче информации, как необходимом ресурсе для современной инженерно-строительной деятельности привела к радикальному изменению форматов разработки и пред-

ставления результатов решения проектных задач и проблемных ситуаций в архитектурно-строительной деятельности.

Использование информационных технологий позволяет достаточно эффективно сформировать функциональную цифровую модель в каждой из рассмотренных концепций вида «2D → 3D» и «3D → 2D», а также преобразовать ее в случае необходимости изменения первоначального целевого признака или обеспечения условий достижения требуемого качества и результата проектных процедур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Капустин П.В. К критическому переосмыслению генезиса архитектурного проектирования: Проектирование вчера, сегодня и завтра // Архитектурные исследования. 2018. № 4(16). С. 4–11.
2. Geoffrey Makstutis. Design Process in Architecture: From Concept to Completion. London. Laurence King Publishing. 2018. 192 p.
3. Адонина А.Д., Каленюк М.А. Роль проектирования в формировании ресурса безопасности архитектурных объектов // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2017 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 3074–3077.
4. Emmitt S. Architectural Technology: Research and Practice. London: Wiley-Blackwell. 2013. 266 p.
5. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (редакция от 25.12.2023) (с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 01.02.2024). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/) (дата обращения: 08.02.2024).
6. Ширинян Е.А. Данные, информация, знание в современном процессе архитектурного проектирования // Архитектура и современные информационные технологии. 2011. № 3 (16). С. 13–18.
7. Абакумов Р.Г., Наумов А.Е., Зобова А.Г. Преимущества, инструмента и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 5. С. 171–181.
8. Сардаров А.А. Архитектура как процесс (о проблемах развития архитектурной науки) // Архитектура и строительство. 2011. №4 (222). С.12–16.
9. Метленков Н.Ф. Парадигмальная динамика архитектурного метода (монография). М.: Архитектура и строительство России, 2018. 428 с.
10. Jeremy Bailenson. Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do. New York: W. W. Norton & Company. 2018. 304 p.
11. Максимова О.М. Нейропрогнозирование с использованием пакетов программ моделирования нейронных сетей при исследовании строительных конструкций // Нейрокомпьютеры, разработка и применение. 2007. № 9. С.426–439.
12. Revit for architecture. URL: <https://www.autodesk.com/products/revit/architecture> (дата обращения: 08.02.2024).

© Швецова Виктория Викторовна (vikt.schvetzova2012@yandex.ru); Леонова Ольга Николаевна (onl60@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»