

Возможности применения цифровых технологий в сфере строительства

© Н.Г. Уразова, А.А. Гуревская

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Аннотация. Данная статья посвящена актуальности применения технологии 3D-визуализации для строительных объектов. Применение инноваций в строительной отрасли способствует оптимизации использования всего ресурсного потенциала предприятия, увеличению эффективности использования его трудовых, материальных, финансовых и информационных ресурсов, снижению себестоимости строительно-монтажных работ, ускорению оперативности обмена информацией, улучшению маркетинговой деятельности. Инновации призваны повысить конкурентоспособность строительной отрасли и обеспечить устойчивое развитие экономики страны. Инновации в строительной отрасли внедряются на всех этапах жизненного цикла объекта строительства. Большую роль в управлении этапами строительства и проектировании строительных объектов играют технологии 3D-визуализации. Однако на сегодняшний день экономической оценке эффективности использования технологии 3D-визуализации для конкретного предприятия не уделяется достаточного внимания, в этой связи степень проработанности темы является недостаточной, а тематика исследования становится актуальной.

Ключевые слова: применение инноваций, технологии визуализации, строительство, экономическая эффективность

Opportunities for using digital technologies in the construction industry

© Nina G. Urazova, Anna A. Gurevskaya

*Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. This article is devoted to the relevance of the use of 3D visualization technology for construction projects. The use of innovations in the construction industry contributes to optimizing the use of the entire resource potential of the enterprise, increasing the efficiency of using its labour, material, financial and information resources, reducing the cost of construction and installation work, accelerating the efficiency of information exchange, and improving marketing activities. Innovations are designed to increase the competitiveness of the construction industry and ensure the sustainable development of the country's economy. Innovations in the construction industry are introduced at all stages of the life cycle of a construction project. 3D visualization technologies play an important role in the management of construction stages and the design of construction sites. However, to date, the economic assessment of the effectiveness of the use of 3D visualization technology for a particular enterprise is not paid enough attention, in this regard, the degree of elaboration of the topic is insufficient, and the research topic becomes relevant.

Keywords: application of innovations, visualization technologies, construction, economic efficiency

Строительство – важнейшая отрасль материального производства. Оно является важным фактором стабильности социально-экономического положения, создаёт условия для поступательного развития общества и повышает качество жизни населения.

Но на данный момент с учётом кризисной ситуации в экономике эффективное развитие отрасли под угрозой. В 2019 году было введено в эксплуатацию жильё общей площадью 80,3 млн кв. метров, а это 104,9 % к соответствующему периоду предыдущего года [1]. По оценке [2], по ито-

гам 2020 года объёмы ввода жилья станут ниже прошлогодних минимум на 15 %.

В связи с этим отрасль остро нуждается во внедрении инновационных решений, которые позволят увеличить надёжность и безопасность строительных сооружений, снизить себестоимость строительства и повысить её конкурентоспособность. Перспективность работы по новым строительным материалам обусловлена тем, что на эту область приходится почти четверть патентов [3]. Подтверждением тому становятся изменения в сегментации рынков строительных материалов, связанные с повыше-

нием покупательной способности домохозяйств и непрерывным наращиванием объёмов жилого и промышленного строительства. Постоянно прогрессирующая потребность в современной отделке в строительстве требует от строителей применения инновационных решений и технологий при проведении работ.

Инновационная деятельность в первую очередь должна быть направлена на: а) повышение технико-экономического и архитектурного уровня проектных решений зданий и сооружений; б) на качество производимых строительно-монтажных работ.

Строительная индустрия – одна из самых невосприимчивых к инновациям сфер, она занимает одно из последних мест в рейтинге инновационно-активных отраслей [4]. Обусловлено это следующими причинами:

- длительным временным циклом эксплуатации возведённых сооружений, вследствие чего затрудняется оперативное выявление проблемных мест и недостатков внедрённых инновационных технологий;

- повышенной ответственностью строительных организаций за качество и надёжность возводимых сооружений любого типа в связи с существованием прямой зависимости между ответственностью организаций и безопасностью жизнедеятельности многих людей;

- определёнными действующими предпочтениями в использовании строительных технологий и материалов, связанными с длительностью развития строительного комплекса и большим накопленным опытом [5].

Однако, несмотря на вышеуказанные причины, утверждение о том, что строительный комплекс России абсолютно невосприимчив к внедрению инноваций, будет неверным. В настоящее время отрасли необходимо начать интегрировать новые технологии для достижения более разумного и лучшего способа планирования, повышения качества и комфортности обслуживания клиентов, снижения стоимости строительства.

Решением многих задач, стоящих перед отраслью, может стать активное внедрение технологий визуализации строительных объектов.

Визуализация объектов – это универсальный инструмент из разряда 3D-графики, возможности которого уже применяются в строительстве. Её суть заключается в создании при помощи компьютерных технологий объёмного реалистичного изображения

строительного объекта, существующего пока лишь в формате проектных чертежей [6].

Технология 3D-визуализации – инженерное решение, позволяющее «мягко» ввести пользователя в технологические аспекты строительства и ремонтных работ. Эти технологии могут послужить инструментом минимизации рисков в строительстве. Также они содержат контроль над всеми стадиями жизненного цикла проекта (ЖЦП): от проектирования до эксплуатации, а в ряде случаев и утилизации.

Эффективность реализации инновационных строительных проектов определяется тремя направлениями их оценки: своевременность, стоимость и качество. Эти факторы зависимы друг от друга и отражаются в хозяйственных договорах.

Технология VRConstructor позволяет нейтрализовать риски несвоевременного выполнения работ с помощью методики контроля. При разработке плановой модели проекта необходимо связать элементы трёхмерной модели с календарным графиком выполнения работ и проанализировать возможность появления пространственно-временных коллизий. Такая синхронизация позволит уменьшить шанс появления рисков несвоевременного выполнения строительно-монтажных работ ещё до их начала. Мониторинг выполнения всех стадий ЖЦП позволит уменьшить систематические риски строительства и оперативно реагировать на возникновение отклонений плановых значений показателей производства работ от фактических.

Технологию VRConstructor можно эффективно использовать как для проектов со сложными инженерными решениями, так и для стандартизированных объектов. Технология даёт возможность интегрировать данные об объекте на самых разных стадиях жизненного цикла в единой комплексной системе, открывает огромное количество всевозможных инновационных решений для дополнения и апгрейда 3D-модели разрабатываемого объекта. VRConstructor позволит более эффективно работать с клиентами в процессе согласования и создания проекта по заказу.

Это означает, что пользователь, погружаясь в виртуальный мир своего будущего объекта недвижимости, начинает взаимодействовать с ним. Делая отделочные работы и комплектую его (строительными материалами для отделки, мебелью, светом и т. д.), в конечном итоге на выходе получа-

ет смету по строительным материалам и работам. Данное решение объединяет производителей с пользователями, ведь именно производители интегрируют готовые технологические решения в виртуальный мир,

что даёт гарантии качества готовых результатов ремонта или стройки.

Возможности компаний после внедрения технологии 3D-визуализации представлены в таблице 1.

Таблица 1. Возможности применения технологии 3D-визуализации

Критерий	Преимущества применения технологии 3D-визуализации
Скорость работ	Повышение скорости работы на любом этапе жизненного цикла
Стоимость	Прогнозирование объёма затрат и необходимых ресурсов для строительства (ремонта) Расчёт максимально точной себестоимости строительства (ремонта)
Риски	Возможность идентификации и сокращения рисков на любом этапе проекта
Контроль	Реализация мониторинга проведения строительно-монтажных работ
Управляемость	Увеличение прозрачности тендерных процедур

Внедрение подобных инновационных решений снижает технические риски, сокращает время принятия решений, снижает стоимость и сроки строительства. При этом появляется возможность ориентировочно учитывать затраты на будущую логистику и инфраструктуру, необходимую для здания или сооружения.

Аналогичными VRConstructor являются BIM-технологии [7]. BIM-технологии позволяют так же, как и VRConstructor, создавать проект сооружения и работать с информационной моделью на всём протяжении жизненного цикла проекта. Различия между данными технологиями представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнение технологии VRConstructor и BIM-технологий

VRConstructor	BIM-технологии
Взаимодействие клиента с виртуальной моделью сооружения в VR-пространстве	Взаимодействие через специальные программы на компьютере
Требуются компьютеры средней мощности + VR-система	Требуются мощные компьютеры
Обучение персонала проходит в более короткие сроки (240 часов)	Более длительное и сложное обучение персонала (около 300 часов)
Затраты на покупку оборудования и установку системы меньше	Большие затраты на покупку оборудования и установку системы
Большая доступность данной технологии для других фирм, в том числе небольших	Доступность только для крупных фирм

Анализ данной таблицы показывает, что BIM-технологии, по сравнению с технологией VRConstructor, являются более дорогостоящими и сложными в обучении и использовании.

Рассмотрим эффективность применения VRConstructor-технологий визуализации в строительстве на примере функционирования строительного портала YOHOR.ru. Компания YoHOR осуществляет поставку и продажу современных отделочных материалов для строительства, ремонта и отделки любых помещений – от жилых до производственных. Платформа YoHOR – это интернет-портал, предоставляющий полную базу специалистов в строительной сфере, сочетающий многогранную и обширную базу данных по оборудованию спецназначения с современной технологией VR-пространства. Цель компании заключается в продвижении стро-

ительного портала YOHOR.ru, в привлечении к проекту всё большего числа участников, специалистов, которые могли бы зарегистрироваться на портале, получать и выполнять заказы.

Основная задача компании – это помощь в выполнении отделочных работ на любых строящихся и реконструируемых объектах, существенное сокращение сроков и стоимости выполнения работ, кроме этого, деятельность компании направлена на то, чтобы удовлетворить заказчика полной комплектацией материалов, правильным использованием современных технологий в строительстве и отделке.

Наибольшую угрозу для деятельности компании представляют конкуренты: строительные гипермаркеты, строительные фирмы, оказывающие комплексные услуги строительства и ремонта. Для достижения цели

компания необходимо повысить привлекательность портала для клиентов, заполнить базу данных портала заманчивым контентом, оказывать дополнительные услуги клиентам по консультированию, дизайнерским советам, подбору необходимых строительных материалов.

В основе развития данной технологии лежит попытка визуализации составляющих проект операций в VR-пространстве и их связей, что позволит смоделировать процесс реализации проекта во времени и минимизировать все риски.

Этапы минимизации рисков проекта с использованием технологии VRConstructor [8]:

- 1) создание 3D-модели проекта;
- 2) выработка плановой модели проекта и синхронизация конструктивных элементов модели с календарным графиком;
- 3) формирование фактической модели проекта, в которую заносятся фиксируемые объёмы за определённые периоды времени;
- 4) слияние плановой и фактической модели в комплексную модель на конкретную дату;
- 5) систематизация данных и их анализ, визуализация и актуализация графика выполнения работ¹.

Внедрение новой технологии VRConstructor поможет перейти компании на новый уровень автоматизации работы. Фактически переход к технологии VRConstructor означает переход на новое программное обеспечение и переобучение персонала. В плане внедрения VRConstructor учитываются затраты на её ввод, на необходимые мероприятия по внедрению и обучению персонала. Для этого необходимо:

- 1) разработать план внедрения этой технологии, включающий все его этапы; провести анализ затрат на профильное ПО, по возможности сократить их; рассмотреть варианты лицензирования;
- 2) провести анализ работы существующих технологий для выявления всех возможностей повышения эффективности;
- 3) провести корректирующее обучение сотрудников работе с новой технологией;
- 4) разработать для неё VRConstructor-стандарт и закрепить правила работы для персонала.

¹ Зарецкий А.Д., Иванова Т.Е. Промышленные технологии и инновации: учебник для вузов. СПб.: Питер, 2014. 480 с.

Изучение влияния внедрения информационного моделирования в деятельность организации на все экономические показатели деятельности организации (финансы, производство, трудовые ресурсы) является целью исследования возможности оценки эффективности этого внедрения не только как инновационного, но и инвестиционного проекта.

VRConstructor представляет собой и инновационный, и инвестиционный проект, поэтому необходимо выделить особенности технологии, которые относят её к инвестиционным проектам:

- проект внедрения VRConstructor необходимо рассматривать на протяжении всего жизненного цикла, то есть оценивать и после того, как он принесёт прибыль;
- оценка эффективности внедрения VRConstructor должна производиться постоянно;
- необходимо учитывать интересы всех участников проекта внедрения VRConstructor, при этом понимать, что их интересы могут не совпадать;
- у реализации каждого проекта могут возникать различные последствия: внешние и внутренние эффекты;
- необходимо сравнивать работу компании с учётом реализации проекта и «без проекта», на этой основе должна строиться оценка реализации проекта;
- определение денежных потоков на реализацию проекта и после реализации проекта;
- определение денежных потоков, которые можно отнести непосредственно на пользу от внедрения VRConstructor;
- учёт инфляции (в данном случае неспецифический фактор, только обязательный);
- учёт дисконтирования (обязателен в оценке инвестиционных инновационных проектов);
- учёт возможных рисков предполагает, что и внедрение VRConstructor-технологий снижает их, учёт финансовых результатов должен производиться с учётом вероятности этого снижения.

С экономической точки зрения оценка эффективности внедрения инноваций выглядит достаточно обоснованной. Сложной задачей оценки эффективности инновационных проектов является учёт разных интересов разнообразных участников, чьи целевые установки могут отличаться друг от друга [9].

В случае внедрения VR-технологий интересы участников объединены не только увеличением прибыли, хотя это является главным мотивом, но и всеми преимуществами внедрения, описанными ранее: снижением рисков реализации проекта, устра-

нением коллизий в проектировании, снижением суммы сметной документации и пр. [10]. Потенциальные эффекты при внедрении инновационного проекта VR-технологии можно представить в виде таблицы 3.

Таблица 3. Эффект от внедрения VR-технологий

Вид	Эффект от внедрения VR-технологий
Экономический	Все виды результатов и затрат при внедрении VR-технологий, выраженные в стоимостном виде
Научно-технический	Прирост научной и технической информации; создание нового научно-технического продукта проектирования и реализации ИСП
Финансовый	Выраженная в финансовых показателях способность VR-технологий генерировать денежный поток в течение максимально длительного периода времени
Ресурсный	Экономия трудовых и материальных ресурсов, получающая стоимостную оценку
Социальный	Удовлетворение потребностей человека и общества, не получающих, как правило, стоимостной оценки

Оценка эффективности инвестиций в проект внедрения технологии визуализации в работу портала YOHO.RU осуществлялась по стандартной методике².

На первом этапе были структурированы и определены основные затраты на внедре-

ние технологии, затем были проведены расчёты по оценке эффективности понесённых затрат. В ходе исследования были получены следующие результаты, представленные в таблице 4.

Таблица 4. Экономическая эффективность внедрения VR-технологии

Показатель	Значение
Инвестиции, руб.	1 675 000
NPV, руб.	3 813 118
PI	2,27
PP	10 месяцев

Анализ таблицы показывает, что NPV является положительным, показатель рентабельности инвестиций превышает пороговое значение (1), отсюда следует, что инвестиции во внедрение технологии VRConstructor можно считать эффективными.

Вследствие внедрения данной технологии в деятельность строительного портала организации YoHoR качество услуг существенно возросло, товароборот компании вырос на 47 %. Также с внедрением новой

технологии появилась экономия затрат по подготовке, согласованию проекта, формированию сметы и подготовке пакета для продаж и маркетинга более чем на 12 %. Также прослеживается тенденция к сокращению сроков разработок и исполнения заказов (10 %), что повлияло на увеличение количества выполнения заказов и привело к увеличению прибыли.

Данные расчёты показывают высокую экономическую эффективность применения технологий визуализации, тем самым подтверждают необходимость и актуальность использования инновационных решений в строительной отрасли.

² Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: учебное пособие. М.: Дело, 2002. 888 с.

Библиографический список

1. Строительство в России. 2019: Стат. сб. // Росстат. М., 2019. 119 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/rusfig/rus19.pdf (20.12.2020).
2. Федеральная служба государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (20.12.2020).
3. Сегаев И.Н., Репников М.С., Смирнова Ю.О. Анализ современных технических и технологических решений в строительстве // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 12-2. С. 357–361. [Электронный ресурс]. URL: <http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37347> (20.12.2020).
4. Виньков А., Имамутдинов И., Медовников Д., Оганесян Т., Розмирович С., Хазбиев А. Инновации в строительном кластере: барьеры и перспективы: аналитический обзор // РАЭК Аналитика [Электронный ресурс]. URL: https://raex-a.ru/researches/city/inno_r_db (20.12.2020).
5. Белоглазова М.С. Анализ и проблемы строительной отрасли // Молодой учёный. 2018. № 4 (190). С. 104–107. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/190/48032> (20.12.2020).
6. Литвинцева Е. Битва за 3D: приживутся ли в России «напечатанные» дома // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2016. № 9-10 (212-213). С. 48–49.
7. Алсынбаев Р.Х. Использование BIM-технологий в строительстве // Инновационная наука. 2017. № 11. С. 13–15. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-bim-tehnologiy-v-stroitelstve/viewer> (20.12.2020).
8. Ошурков В.А., Макашова В.Н. Методы минимизации ресурсных рисков в проектах разработки программных продуктов // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 10-1. [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/10/37111> (20.12.2020).
9. Асаул А.Н., Горбунов А.А., Заварин Д.А. Особенности инвестиционного планирования инновационных инвестиционно-строительных проектов // Экономика строительства. 2016. № 1 (37). С. 32–43.
10. Куприянова Т.В., Суханова Н.Т. Использование технологий виртуальной реальности в строительстве // Системный администратор. 2019. № 5 (198). [Электронный ресурс]. URL: <http://samag.ru/archive/article/3883> (21.12.2020).

Сведения об авторах / Information about the Authors

Уразова Нина Геннадьевна,
кандидат экономических наук,
доцент кафедры автоматизации и управления,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Рос-
сийская Федерация,
e-mail: urazova_nina@mail.ru

Гуревская Анна Александровна,
студентка группы ИНБ-18-1,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Рос-
сийская Федерация,
e-mail: gurevskaaanna@gmail.com

Nina G. Urazova,
Cand. Sci. (Economics),
Associate Professor at Automation and Control
Department,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian
Federation,
e-mail: urazova_nina@mail.ru

Anna A. Gurevskaya,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian
Federation,
e-mail: gurevskaaanna@gmail.com