

*На правах рукописи*



**Голосова Татьяна Сергеевна**

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕХОДА НА  
ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АРХИТЕКТУРНО-  
ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Специальность: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством:  
экономика, организация и управление  
предприятиями, отраслями, комплексами  
(строительство)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата экономических наук

Москва 2018

Работа выполнена на кафедре «Управление проектами и программами» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Москва.

Научный консультант                    доктор экономических наук  
**Бачурина Светлана Самуиловна**

Официальные оппоненты:            **Серов Виктор Михайлович**  
доктор экономических наук, профессор,  
ФГБОУ ВО «Государственный университет  
управления», профессор кафедры экономики и  
управления в строительстве

**Земсков Павел Иванович**  
кандидат экономических наук,  
Группа компаний ПМСОФТ, руководитель  
сектора учетных систем департамента  
проектных решений и технологий

Ведущая организация                ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
университет архитектуры и строительства»

Защита состоится 21 июня 2018 г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.196.10 на базе ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36, корп. 3, ауд. 353.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в Научно-информационном библиотечном центре им. академика Л.И. Абалкина ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Зацепа, д. 43 и на сайте организации: <http://ords.rea.ru/>

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.196.10  
кандидат экономических наук



Каллаур Г.Ю.

## ***I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ***

**Актуальность темы исследования.** В настоящее время в соответствии со Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы технологии информационного моделирования зданий и сооружений являются ключевыми технологиями в общей структуре цифровой экономики, так как позволяют значительно повысить эффективность строительного комплекса.

Строительная отрасль направлена на создание, воспроизводство и приобретение основных фондов путем нового строительства, расширения, реконструкции, технического перевооружения капитальных объектов с целью дальнейшего их использования в народном хозяйстве.

План мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования (ИМ) на всех этапах «жизненного цикла» объекта капитального строительства, разработанный Министерством строительства России согласно поручению Президента Российской Федерации от 11 июня 2016 г. № Пр-1138ГС по итогам заседания Государственного Совета Российской Федерации и утверждённый 11 апреля 2017 года, в период с 2019 по 2020 годы предполагает переход на обязательное применение технологий ИМ при проектировании, строительстве и эксплуатации капитальных объектов, создаваемых за счет средств бюджетной системы Российской Федерации на всех уровнях.

Разработка сквозного и прозрачного процесса создания цифровой информационной модели здания или сооружения способствует повышению качества управления объектом на всех этапах жизненного цикла. Именно оценка и обоснование инвестиций с учетом жизненного цикла объекта капитального строительства, внедрения технологий ИМ на всех этапах создания и управления капитальным объектом является основой эффективного управления инновационной политикой в строительной отрасли.

Стандартизация процессов и применение технологий ИМ при проектировании объектов капитального строительства задает вектор ИМ на последующих стадиях жизненного цикла объекта недвижимости, эффективность инвестиционно-строительных проектов в целом. Из чего следует, что вопрос качества внедрения технологий ИМ в компаниях, осуществляющих деятельность по архитектурно-строительному проектированию объектов капитального строительства, становится определяющим в технологической цепочке «проектирование-строительство-эксплуатация».

На сегодняшний день механизмы перехода на технологии ИМ требуют значительного совершенствования как с организационно-экономической, так и с технической точки зрения. Так основными факторами, значительно осложняющими процесс перехода на технологии ИМ в российских проектных компаниях, являются:

1. Отсутствие четких стандартов, описывающих процессы разработки проектов и формирования информационной цифровой модели капитального объекта, критериев оценки результатов процессов на соответствие этим стандартам. Несогласованность нормативно-правовой и нормативно-технической базы ИМ в строительной отрасли в целом, начиная с прединвестиционной стадии сбора и обработки исходных данных в цифровом формате.

2. Отсутствие эффективных механизмов и методологии внедрения технологий ИМ.

В этой связи была определена актуальность темы исследования, связанная с разработкой организационно-экономических механизмов внедрения технологий ИМ в компаниях, основным видом деятельности которых является архитектурно-строительное проектирование объектов капитального строительства.

**Степень разработанности проблемы.** Исследования проблем развития технологий ИМ нашли отражение в работах отечественных и зарубежных ученых: Шубина В.В., Баронина С.А., Волкова А.А., Бойцова А.В., Игнатовой Е.В., Бачуриной С.С., Талапова В.В., Серова В.М., Силки Д.Н., Коланькова С.В., Король М.Г., Земскова П.И., Жука Ю.Н., Гинзбурга А.В., Морозовой А.Н., Ильиной О.Н., Яськовой Н.Ю., Позднякова В.В., Казанцева А.Б., Моисеева Ю.М., Калинина А.Н., Бурдачевой Н.А., Мовчан С.В., Азаровой А.В., Мариенкова Д.В., Роберта Эйша, Чака Истмана, Кэтлин Листон, Пола Теиколса, Цин Гэ, Дэй Мартина. Но при этом остаются недостаточно изученными вопросы внедрения технологий ИМ, определения оптимальных этапов перехода на ИМ в проектных компаниях.

**Цель диссертационного исследования** состоит в разработке организационно-экономических механизмов эффективного внедрения технологий ИМ на основе оценки экономико-технологического потенциала компаний, осуществляющих архитектурно-проектную деятельность.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Изучить существующие международные и отечественные практики использования ИМ в строительной отрасли, действующую нормативно-правовую, нормативно-техническую и методическую базы.

2. Исследовать текущие проблемы, сдерживающие внедрение технологий ИМ, включая вопросы стандартизации.

3. Предложить методическую базу для определения и оценки условий эффективного внедрения технологий ИМ в проектной компании.

4. Разработать экономико-математическую модель выбора стратегии внедрения технологий ИМ в проектной компании как участника инвестиционно-строительных проектов на основе анализа ее экономико-технологических показателей.

5. Предложить организационно-экономические механизмы эффективного внедрения технологий ИМ.

6. Выполнить апробацию полученных результатов исследования, подтверждающую эффективность разработанных предложений.

**Объектом исследования** являются проектные компании, основным видом деятельности которых является архитектурно-строительное проектирование объектов капитального строительства.

**Предметом исследования** являются экономические отношения и методы организационно-экономического регулирования процессов перехода на ИМ в проектных компаниях.

Тема диссертации соответствует требованиям **Паспорта научных специальностей ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации (экономические науки)** по специальности 08.00.05. – Экономика и управление народным хозяйством (Строительство): п.1.3.61. Развитие методологических подходов к экономике и управлению различными направлениями капитального

строительства, п.1.3.67. Теоретические и методические основы разработки и внедрения инноваций в основные, вспомогательные и обслуживающие производственные процессы по созданию, эксплуатации и обслуживанию объектов недвижимости, п.1.3.76. Развитие методологии управления и организации инвестиционного проектирования в строительстве.

**Методология и методика исследования.** Теоретической и методологической базой исследования являются международные и отечественные исследования в области технологий ИМ (или BIM - Building Information modeling), нормативно-правовые и нормативно-технические акты, необходимые для организации работ по реализации проектов с использованием ИМ и технологий их формирования, обмена данными между информационными моделями и системами при взаимодействии организаций – участников инвестиционно-строительных проектов, своды правил по внедрению и использованию технологий ИМ, а также по вопросам разработки информационной модели капитальных объектов и описания ее компонентов.

В процессе исследования использовались статистические и нормативные материалы Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Минэкономразвития России, доклады и отчеты научных организаций по развитию технологий ИМ в том числе Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ), Ассоциации организаций по развитию технологий ИМ в строительстве и ЖКХ (BIM-Ассоциации).

При решении поставленных задач применялся системный анализ, статистические методы, расчетно-аналитический метод, методы классификации, логического и сравнительного анализа, математического моделирования.

**Научная новизна исследования.** В диссертации разработаны теоретические подходы, методические и практические рекомендации по выбору экономически обоснованной стратегии внедрения технологий ИМ объектов капитального строительства в проектных компаниях, а также предложены пути формирования организационно-экономических механизмов, способствующих повышению эффективности реализации выбранных стратегий при осуществлении архитектурно-проектной деятельности.

**Конкретные результаты, полученные соискателем, имеющие научную новизну:**

1. Уточнен понятийный аппарат в области ИМ в части введения нового понятия «экономико-технологический шаг», под которым понимается прирост экономико-технологического потенциала компании, необходимый для перехода на последующий уровень зрелости BIM-процессов, с целью описания критерия оценки ее готовности к внедрению и дальнейшему развитию технологий ИМ.

2. Разработаны предложения по стандартизации процессов организации работ, формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла и обмена данными с целью построения и формализации системы взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов.

3. Разработаны методические рекомендации по оценке эффективности процессов перехода проектной компании на ИМ в зависимости от стадии ее развития, базирующиеся на модели экономико-технологического равновесия и позволяющие принимать решение о целесообразности внедрения технологий ИМ.

4. Предложена классификация стратегий внедрения технологий ИМ по критерию использования ресурсов в информационных и технологических процессах: стратегии последовательного и скачкообразного перехода, а также предложена экономико-математическая модель выбора стратегии, базирующаяся на оценке экономико-технологического шага, который позволяет осуществить переход компании на последующий уровень зрелости процессов ИМ в архитектурно-строительном проектировании.

5. Разработаны методические рекомендации по распределению основных видов ресурсов между проектами, реализуемыми по уже существующей и внедряемой технологиям, при организации технологических процессов архитектурно-строительного проектирования на переходном этапе в стратегии последовательного перехода с целью наращивания экономико-технологического потенциала компании.

6. Разработаны организационно-экономические механизмы эффективного перехода на ИМ в проектной компании, включающие реинжиниринг рабочих процессов и системы управления с, преобразование организационной структуры, формирование обеспечивающей инфраструктуры как организационные инструменты, и ценообразование, конкуренцию, самофинансирование и государственное управление как экономические регуляторы.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследования** заключается в добавленных знаниях в области экономики и управления строительством в условиях перехода на технологии ИМ в виде методических рекомендаций по организации процессов эффективного внедрения технологий ИМ в сферу архитектурно-строительного проектирования, предложений по доработке национальных стандартов в области технологий ИМ с целью повышения эффективности взаимодействия участников инвестиционно-строительной деятельности, а также организационно-экономических механизмов внедрения технологий ИМ объектов капитального строительства.

Практическая значимость результатов состоит в возможности их использования проектными компаниями в целях повышения эффективности процессов внедрения технологий ИМ путем совершенствования механизмов принятия управленческих решений, экономических и финансовых рычагов в целях повышения качества планирования, организации и стимуляции использования финансов а также в системе государственного управления для формирования единой интеллектуальной объектной базы, основанной на предлагаемой системе критериев и требований к пространственному моделированию объекта капитального строительства, для повышения качества управления заказом в государственных и муниципальных программах.

**Апробация научных результатов исследования.** Основные положения и выводы диссертационной работы изложены, обсуждены и получили одобрение на международных конференциях, в том числе 5-я международная научно-практическая конференция «Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании» (г. Москва, 2015 г.), VI Международная научно-практическая конференция кафедры Управление проектами и программами; РЭУ им Г.В. Плеханова (г. Москва, 2016 г.), Седьмая Ежегодная Международная научно-практическая конференция молодых ученых «Теория и практика управления: ответы на вызовы инновационного развития» (г. Москва, 2017 г.), VII Международная

научно-практическая конференция кафедры Управление проектами и программами, посвященная 110-летию РЭУ им. Г.В. Плеханова (г. Москва, 2017 г.).

По теме диссертационного исследования опубликовано 7 научных работ общим объёмом 5,7 печатных листа, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России для публикации материалов по докторским и кандидатским диссертациям.

Предложенные методические рекомендации были апробированы в ООО МК «СтройПроектТехнологии» при переходе компании на технологии ИМ, что подтверждено справкой о внедрении.

**Структура и состав диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы и степень ее научной разработанности, цели и задачи, предмет и объект исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

**В первой главе** диссертационной работы *«Теоретические основы информационного моделирования»* ИМ рассмотрено как средство управления жизненным циклом объекта капитального строительства, проведен анализ современной нормативно-правовой, нормативно-технической и методической базы организации бизнес-процессов проектной деятельности с применением цифровых моделей, изучены особенности использования технологий ИМ (BIM-процессов). В главе исследована проблема стандартизации BIM-технологий на основе международных и отечественных практик внедрения ИМ в строительной отрасли на этапе архитектурно-строительного проектирования.

**Во второй главе** диссертационной работы *«Исследование и обоснование выбора стратегии внедрения технологий информационного моделирования в проектной компании»* разработаны предложения по стандартизации в области ИМ, включая предложения по доработке системы ключевых понятий. Представлены методические рекомендации по оценке стадии развития проектной компании для эффективного внедрения технологий ИМ в архитектурно-строительной деятельности. Разработана экономико-математическая модель выбора стратегии внедрения технологий ИМ. Приведены методические рекомендации для эффективного распределения ресурсов в технологии процессов проектирования на переходном этапе, которая будет способствовать экономическому и технологическому росту проектной компании.

**В третьей главе** диссертационного исследования *«Организационно-экономические механизмы эффективного внедрения технологий информационного моделирования в проектной компании»* систематизированы основные организационные инструменты и экономические регуляторы процессов внедрения технологий ИМ, определены 3 направления необходимых преобразований при переходе проектной организации от САД-технологий к технологиям ИМ. Определены структура и особенности оценки затрат на внедрение технологий ИМ. Проведена апробация предложенных методик оценки и стратегий внедрения технологий ИМ на примере компании ООО МК «СтройПроектТехнологии».

В заключении изложены основные результаты исследования в соответствии с поставленной целью, сформулированы основные положения и выводы по теоретическим и практическим аспектам.

## **II. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

**Первое защищаемое положение. Уточнен понятийный аппарат в области ИМ в части введения нового понятия «экономико-технологический шаг», под которым понимается прирост экономико-технологического потенциала компании, необходимый для перехода на последующий уровень зрелости ВІМ-процессов, с целью описания критерия оценки ее готовности к внедрению и дальнейшему развитию технологий ИМ.**

На основе анализа и обобщения отечественных и зарубежных литературных источников, а также нормативных, правовых и технических документов выделены и систематизированы ключевые понятия, используемые в области ИМ. Исследование показало, они либо носят обобщенный характер, а чаще даются исходя из области приложения стандарта. В *Правилах организации работ производственно-техническими отделами в определении информационного моделирования* акцент делается на связывание элементов модели, получаемых из различных источников, их интеграции и обмене.

В *Правилах формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла* речь идет об информационной модели как основы принятия управленческих решений на всех этапах жизненного цикла объекта недвижимости.

В *Правилах обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах* в определении ИМ особое внимание уделяется форматам информации, способных обеспечить беспрепятственную интеграцию данных в единую информационную среду.

*Правила описания компонентов информационной модели концентрируются на исходных данных* как на элементах, составляющих информационную модель объекта недвижимости.

В диссертации выполнен анализ ключевых терминов, на основе которого дополнены следующие определения:

***Информационное моделирование*** – процесс генерации, интеграции и управления всеми типами данных о проектируемом или реальном объекте капитального строительства в течение его жизненного цикла.

***Информационная модель*** – совокупность всей имеющейся графической и иной информации, собираемая, систематизируемая и управляемая на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства.

***Управление информацией*** - процесс организации и контроля данных об объекте в целях осуществления хранения и обмена актуальной информацией в течение всего жизненного цикла объекта капитального строительства.

***Стадия развития компании*** – этап жизненного цикла компании, который характеризуется определенным набором параметров.

***Процессы информационного моделирования (ВІМ-процессы)*** - совокупность взаимосвязанных действий, направленных на формирование и применение информационной модели объекта капитального строительства.



**Уровни зрелости процессов информационного моделирования** - уровень технологических и организационных изменений в компании, характеризующий этап перехода и использования технологий информационного моделирования.

Также предлагается впервые ввести определения:

**Экономико-технологический шаг** – прирост финансового и технологического потенциала компании, необходимый для перехода на последующий уровень зрелости процессов ИМ, определяется объемом затрат на единицу объема производства.

**Экономико-технологический потенциал** – совокупность ресурсов компании, которые могут быть направлены на развитие процессов ИМ без снижения объемов производства.

**Второе защищаемое положение. Предложения по стандартизации процессов организации работ, формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла и обмена данными с целью построения и формализации системы взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов.**

Зарубежный опыт разработки нормативной базы технологий ИМ свидетельствует о том, что продвижением процессов по стандартизации занимаются не только отдельные заинтересованные компании, научные центры и профессиональные ассоциации, но и, прежде всего, государство. При этом государство выступает как в роли регулятора, так и в роли заказчика, определяющего применение технологий ИМ в качестве требований для получения государственного заказа в целях повышения эффективности расходования бюджетных средств на реализацию инвестиционно-строительных проектов.

Согласно плану мероприятий по внедрению информационных технологий в сфере строительства, разработанному Министерством строительства Российской Федерации были представлены первые редакции национальных стандартов по технологиям ИМ. Результаты анализа проектов нормативных документов, а также рекомендации по их совершенствованию приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Рекомендации по совершенствованию национальных стандартов в области технологий ИМ

Документ	Рекомендации
СП Информационное моделирование. Правила организации работ производственно-техническими отделами	Дополнить определения понятий: «нематериальные элементы проекта», «материальные элементы проекта», «финансовая информация», «техническая информация», «логистическая информация», «техническая (проектная) информация».
	Сформировать требования к кадровому составу компании перешедшей на технологии ИМ
	Сформировать требования к квалификации персонала с учетом специфики технологий ИМ
	Описать роли участников ИСП
	Привести требования к информационной модели
Добавить критерии детализации информационной модели.	

Продолжение таблицы 1

<i>СП Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели.</i>	Добавить определения терминов: «жизненный цикл здания», «атрибутивный состав», «компонент», «система», «сборка», «параметрические объекты», «имитационное моделирование».
	Устранить противоречие п. 10.4 СП «Информационное моделирование. Правила организации работ производственно-техническими отделами»
	Привести описание процесса ИМ
	Привести описание параметров, которыми должен располагать объект
<i>СП Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах.</i>	Добавить определения терминов: «классификационная группировка», «информационная компонента спецификации»
	Привести перечень бизнес-требования на каждом этапе жизненного цикла объекта
	Описать роль управляющего проектом.
	Описать процедуру принятия варианта схемы взаимодействия.
<i>СП Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла</i>	Описать роли технического заказчика и исполнителя.
	Добавить определения терминов: «система», «сборка», «имитационная модель».

**Третье защищаемое положение. Методические рекомендации по оценке эффективности процессов перехода проектной компании на ИМ в зависимости от стадии ее развития, базирующиеся на модели экономико-технологического равновесия и позволяющие принимать решение о целесообразности внедрения технологий ИМ.**

На каждой стадии развития компания характеризуется определенным набором параметров, а эффективность ее деятельности определяется способностью системы менеджмента оперировать ими. Согласно модели Адизеса, в процессе жизнедеятельности компании можно выделить девять закономерных последовательных этапов: «выхаживание», «младенчество», «детство», «юность», «расцвет», «стабилизация», «аристократизм», «ранняя бюрократизация», «бюрократизация и смерть».

Процесс перехода к технологиям ИМ предлагается характеризовать моделью технологического равновесия компании и представить формально следующим образом:

$$\int_0^{\tau} [c_{CAD}(t) - c_{BIM}(t)]x(t)dt = I_{BIM}, \quad (1)$$

где  $x(t)$  — общий объем производства компании (руб.);  $c_{CAD}(t)$  — удельные текущие производственные издержки при применении CAD-технологий (руб.);  $c_{BIM}(t)$  — удельные текущие производственные издержки при применении BIM-технологий

(руб.);  $I_{BIM}$  —издержки, осуществляемые на внедрение новой технологии (руб.);  $t$  — время (лет);  $\tau$  — период времени (горизонт планирования), в течение которого компания предполагает окупить произведенные капитальные издержки (лет).

Принимая решение о целесообразности перехода на технологии ИМ на каждом из этапов развития компании, необходимо сравнивать экономию на текущих производственных издержках со стоимостью внедрения новых технологий. При этом удельные текущие производственные издержки при применении той или иной технологии определяются путем экспертной оценки.

Если левая часть уравнения (1) больше правой части, то и инвестиции в обновление производственных технологий являются оправданными и возможен переход к новому технологическому укладу:

$$\int_0^{\tau} [c_{CAD}(t) - c_{BIM}(t)]x(t)dt > I_{BIM}. \quad (2)$$

В случае, если издержки на внедрение технологий ИМ превышают экономию на издержках (3), на рассматриваемом этапе развития компания отказывается от перехода на технологии ИМ:

$$\int_0^{\tau} [c_{CAD}(t) - c_{BIM}(t)]x(t)dt < I_{BIM}. \quad (3)$$

Если выгода равна издержкам, то имеет место экономико-технологическое равновесие, при этом ни одной из технологий нельзя отдать явного предпочтения, а значит необходимо искать дополнительные стимулы для принятия инвестиционного решения.

Анализ стадий развития компании на базе описанной модели принятия инвестиционного решения (2) следует начинать со стадии «юности», так как на стадии «детство» только начинается формирование организационной структуры и административно-производственных процессов. При этом начиная со стадии «аристократизма» снижается ожидание роста, интерес к завоеванию новых рынков, освоению новых технологий.

Таким образом, предложенная модель доказывает обоснованность рассмотрения трех этапов развития компании, на которых процесс внедрения технологий ИМ эффективен: «юность», «расцвет», «стабилизация». Именно на этих этапах может быть достигнут наибольший эффект от инвестиций в проект внедрения технологий ИМ, пошагово повышая уровень зрелости BIM-процессов.

**Четвертое защищаемое положение. Классификация стратегий внедрения технологий ИМ по критерию использования ресурсов в информационных и технологических процессах: стратегии последовательного и скачкообразного перехода, предложена экономико-математическая модель выбора стратегии, базирующаяся на оценке экономико-технологического шага, который позволяет осуществить переход компании на последующий уровень зрелости процессов ИМ в архитектурно-строительном проектировании.**

Каждый последующий уровень зрелости BIM-процессов представляет собой потенциальные цели компании (рисунок 1). При этом CAD-технологии занимают уровень  $i$  ( $i \in [A; B]$ ), стремление к совершенствованию и развитию позволяет последовательно перейти на новый уровень:  $i < l < r < n$ . Переход от одного технологического уровня к другому возможен за счет накопленного потенциала, прирост которого представляет собой экономико-технологический шаг –  $m$ .

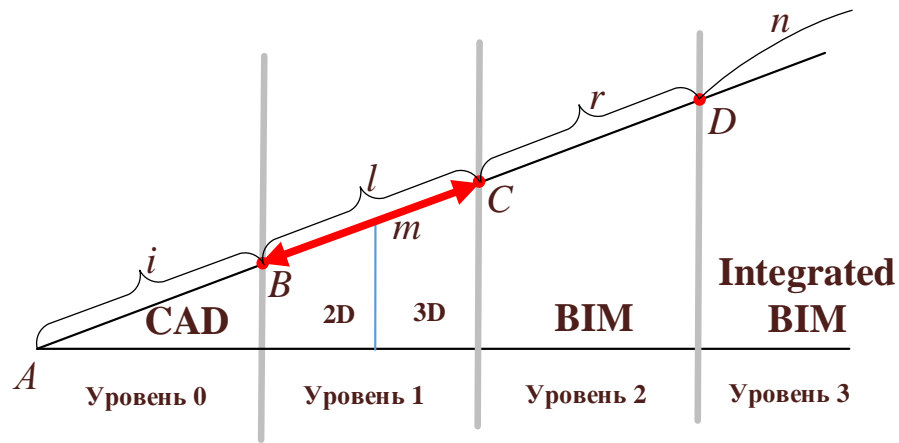


Рисунок 1 — Модель перехода на последующие уровни зрелости BIM-процессов

Логическое условие перехода от одного уровня зрелости BIM-процессов к последующему можно выразить следующим неравенством:

$$kmQ_1 > I_1 + g(i + m), \quad (4)$$

где  $kmQ_1$  - потенциал развития BIM-процессов (руб.);  $I_1 + g(i + m)$  - издержки на переход от одного уровня зрелости BIM-процессов к последующему (руб.);  $k$  - коэффициент понижения издержек на каждом последующем уровне развития технологий ИМ ( $k > 0$ );  $Q_1$  - объем производства (руб.);  $I_1$  - издержки перехода на уровень 1 зрелости процессов ИМ (руб.);  $m$  - экономико-технологический шаг (руб.);  $g$  - коэффициент удорожания ( $g > 0$ ).

В точке, где  $m=0$  левая часть неравенства всегда меньше правой, достигая критической точки  $m'$  становится больше, а значит, условие перехода к следующему уровню зрелости BIM-процессов выполняется, и такой переход возможен (рисунок 2).

Существует две стратегии экономико-технологических преобразований:

- последовательный переход;
- скачкообразный переход.

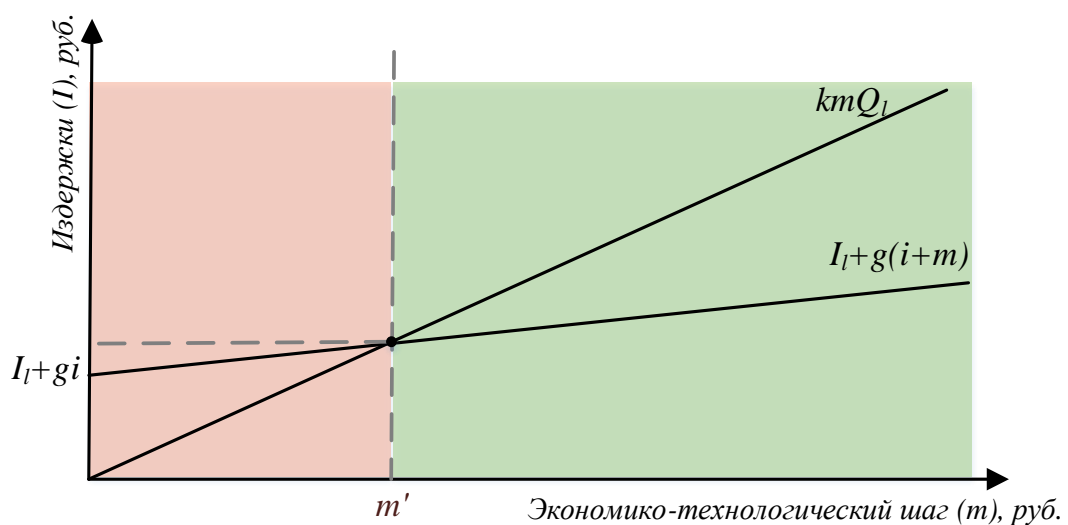


Рисунок 2 — Графики потенциала развития технологий ИМ и издержек при переходе от одного уровня зрелости BIM-процессов к последующему

Из рисунка 2 можно сделать вывод о том, что чем ниже исходный технологический уровень, тем меньше экономико-технологический шаг для

оправданных инноваций. При этом оптимальным будет являться экономико-технологический шаг  $m < 1$  рубля на рубль затрат. Таким образом, на начальных этапах переход к технологиям ИМ может представлять собой последовательность малых экономико-технологических шагов, так как при низком исходном технологическом уровне компании легче отказаться от менее эффективных фондов, чем, когда она обладает высокопроизводительным оборудованием.

Возможны ситуации, когда компания выбирает вторую стратегию технологических преобразований – скачкообразный путь. В этом случае из уравнения (5) следует, что издержки в той или иной степени превышают текущий технологический потенциал компании, а экономико-технологический шаг должен быть достаточно велик  $m \geq 1$ , и таким образом преобразуется в технологический скачок, а значит, вероятность безболезненного перехода компании к новому технологическому укладу значительно снижается.

Предложенная модель выбора стратегии перехода к технологиям ИМ и последующего технологического развития является доказательной базой для выбора предпочтительной стратегии технологических преобразований в компании на основе анализа планируемых издержек, объемов производства при внедрении инноваций и формирования технологического потенциала развития компании. Данная модель дает возможность оценки минимального экономико-технологического шага, который должна выдержать компания для перехода на последующий уровень зрелости ВМ-процессов.

**Пятое защищаемое положение. Разработаны методические рекомендации по распределению основных видов ресурсов между проектами, реализуемыми по уже существующей и внедряемой технологиям, при организации технологических процессов архитектурно-строительного проектирования на переходном этапе в стратегии последовательного перехода с целью наращивания экономико-технологического потенциала компании.**

CAD-технология и технология ИМ считаются альтернативными, и компании необходимо выбрать одну из них. Результатом такого выбора будет «чистая» экономико-технологическая стратегия. Однако на практике на начальных этапах внедрения технологий ИМ возникает более сложная ситуация, когда компания работает в рамках обоих технологических укладов одновременно. Таким образом, возникает ситуация, когда проектная компания, принявшая решение о внедрении технологий ИМ продолжает реализовывать часть проектов в рамках CAD-концепции.

В этом случае важно определить пропорции в распределении проектов между старым и новым технологическими укладами и выбрать стратегию, которая не будет мешать экономическому и технологическому росту компании.

Объем текущих производственных издержек выражается формулой:

$$C_0 = c_{CAD}x_{CAD} + c_{BIM}x_{BIM}, \quad (6)$$

где  $x_{CAD}$  — объем продукции при применении CAD-технологий (руб.);  $x_{BIM}$  — объем продукции при применении технологий ИМ (руб.);

$$C_0 = c_0x_0, \quad (7)$$

$$C_0 = [(1 - \zeta)c_{BIM} + \zeta c_{CAD}]x_0, \quad (8)$$

где  $\zeta$  – доля проектов, реализуемых с помощью САД:  $\zeta = \frac{x_{CAD}}{x_0}$ ;  $x_0$  —совокупный объем продукции (руб.);  $s_0$  —совокупные текущие производственные издержки (руб.).

Условие равновесия выражается формулой:

$$\left(\frac{dc_{BIM}}{dx_{BIM}} + \frac{dc_{CAD}}{dx_{CAD}}\right) \frac{x_{BIM}}{x_0} - \frac{dc_{CAD}}{dx_{CAD}} = \frac{c_{CAD} - c_{BIM}}{x_0}. \quad (9)$$

Если левая часть соотношения (9) оказывается меньше правой, то технологии ИМ имеют тенденцию к доминированию, т.е. увеличение производства в рамках технологий ИМ выгоднее, чем в рамках сохранения САД-технологий, что и вызывает незначительное смещение исходной пропорции в его пользу.

При выполнении условия равновесия (9) компания будет наращивать производство только при выполнении следующего условия:

$$\frac{d\pi}{dx_0} > 0, \quad (10)$$

где  $\pi$  - прибыль компании (руб.);  $\pi = p - c - c_0$ , где  $p$  – цена выпускаемой фирмой продукции;  $c$  – удельные непроизводственные (транзакционные) издержки фирмы (руб.);  $c_0$  – удельные производственные текущие издержки (руб.).

Таким образом, условие наращивания экономико-технологического потенциала выражается неравенством:

$$x_0 \left(\frac{dc}{dx_0} + \frac{dc_0}{dx_0}\right) < p - c - \zeta c_{CAD} - (1 - \zeta)c_{BIM}, \quad (11)$$

где:

$$\frac{dc}{dx_0} = \zeta^2 \frac{dc_{CAD}}{dx_{CAD}} + (1 - \zeta)^2 \frac{dc_{BIM}}{dx_{BIM}}. \quad (12)$$

Соотношение (11) в совокупности с уравнением (12) представляет собой следующее неравенство относительно  $\zeta$ :

$$A\zeta^2 + B\zeta + R < 0, \quad (13)$$

где:

$$A = x_0 \left(\frac{dc_{CAD}}{dx_{CAD}} + \frac{dc_{BIM}}{dx_{BIM}}\right), \quad (14)$$

$$B = c_{CAD} - c_{BIM} - 2x_0 \left(\frac{dc_{BIM}}{dx_{BIM}}\right), \quad (15)$$

$$R = \left(\frac{dc}{dx_0} + \frac{dc_{BIM}}{dx_{BIM}}\right) x_0 + c_{BIM} + c - p, \quad (16)$$

Решения квадратного уравнения (13):

$$\zeta_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AR}}{2A}. \quad (17)$$

В общем случае неравенство (13) выполняется при  $\zeta$ , принадлежащем двум интервалам:  $[0; \zeta_1]$  и  $[\zeta_2; 1]$ .

Экономический рост возможен лишь тогда, когда доля производства с помощью САД-технологий либо очень мала, либо очень велика. То есть компания, принявшая решение о внедрении технологий ИМ, должна минимизировать количество проектов, реализуемых посредством САД-технологий.

**Шестое защищаемое положение. Организационно-экономические механизмы эффективного перехода на ИМ в проектной компании, включающие реинжиниринг рабочих процессов и системы управления бизнес-процессами, преобразование организационной структуры, формирование обеспечивающей инфраструктуры как организационные инструменты, и ценообразование, конкуренцию, самофинансирование и государственное управление как экономические регуляторы.**

Организационно-экономические механизмы перехода на технологии ИМ представляют собой разноуровневую иерархическую систему основных взаимосвязанных между собой элементов и путей их взаимодействия, в результате которых формируются отношения государства, собственников, персонала, и потребителей.

Организационно-экономические механизмы внедрения ИМ в проектных компаниях формируются под влиянием деятельности самой компании, а также, в значительной степени, под влиянием деятельности государства. Рекомендуемая структура организационно-экономических механизмов внедрения ИМ приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Рекомендуемая структура организационно-экономических механизмов внедрения технологий ИМ

Вид организационно-экономических механизмов	Ключевые инструменты/регуляторы
Организационные механизмы внедрения ИМ	1. Структурные механизмы: <ul style="list-style-type: none"> <li>– моделирования структуры компании,</li> <li>– формирование организационной структуры компании.</li> </ul> 2. Организация планирования и управления: <ul style="list-style-type: none"> <li>– стратегическое и оперативное планирование,</li> <li>– формирование стратегий и стратегических программ внедрения технологий ИМ,</li> <li>– разработка бизнес-планов внедрения технологий ИМ,</li> <li>– бюджетирование проектов внедрения технологий ИМ.</li> </ul> 3. Механизм контроля. 4. Организация технико-технологического управления.
Экономические механизмы внедрения ИМ	1. Механизм конкуренции. 2. Механизм ценообразования. 3. Механизм самофинансирования инвестиций в проект внедрения технологий ИМ: <ul style="list-style-type: none"> <li>– реинвестирование нераспределенной прибыли,</li> <li>– накопление амортизации,</li> <li>– использование взносов учредителей.</li> </ul> 4. Механизм государственного регулирования процессов перехода на ИМ. 5. Механизм заемных средств для перехода на ИМ: <ul style="list-style-type: none"> <li>– использование кредитов и иностранных инвестиций,</li> <li>– лизинг,</li> <li>– венчурное финансирование,</li> <li>– инвестирование средств, получаемых от размещения эмитируемых предприятиями акций.</li> </ul>

Основные пути государственного управления процессами перехода на ИМ приведены на рисунке 3.

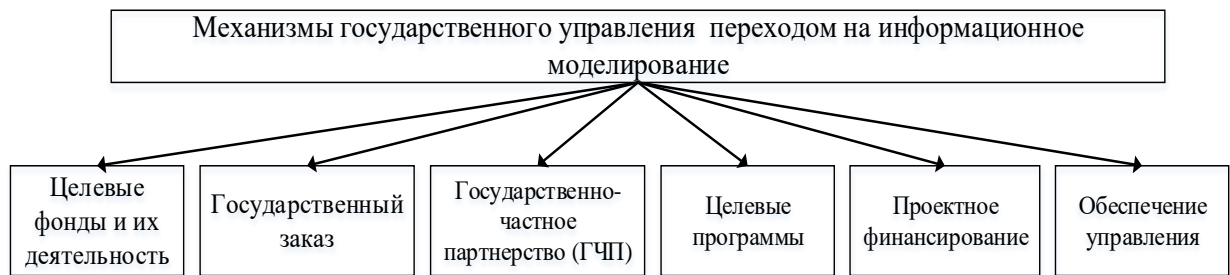


Рисунок 3 – Рекомендуемые механизмы государственного управления переходом на информационное моделирование

Основываясь на критериях эффективного внедрения технологий ИМ, можно выделить три организационных инструмента перехода на ИМ:

- реинжиниринг рабочих процессов компании и системы управления бизнес-процессами;
- преобразование организационной структуры (с точки зрения состава и квалификации персонала);
- формирование обеспечивающей инфраструктуры.

Ключевым этапом, задающим вектор всех последующих изменений, является преобразование процессов организации. Именно на данном этапе формируются основные требования как к материально-технической базе организации, так и к составу и квалификации персонала. В связи с этим на первых этапах внедрения ИМ основные затраты приходятся именно на реинжиниринг процессов (рисунок 4).

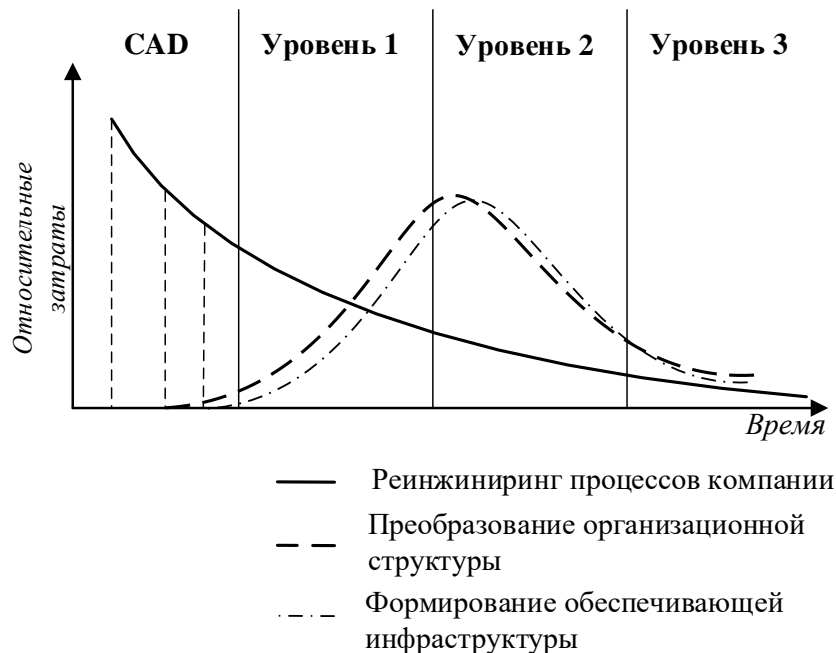


Рисунок 4 — Относительные затраты на различных уровнях зрелости BIM-процессов

Преобразование бизнес-процессов влечет за собой пересмотр организационной структуры компании с точки зрения, как состава, так и квалификации персонала.

В целях повышения эффективности использования потенциала технологии ИМ в структуру организации рекомендуется включить трех специалистов нового типа: BIM-менеджер, BIM-мастер, BIM-координатор.



При этом каждый из этих специалистов должен появляться в организационной структуре компании на определенном уровне зрелости BIM-процессов (рисунок 5).

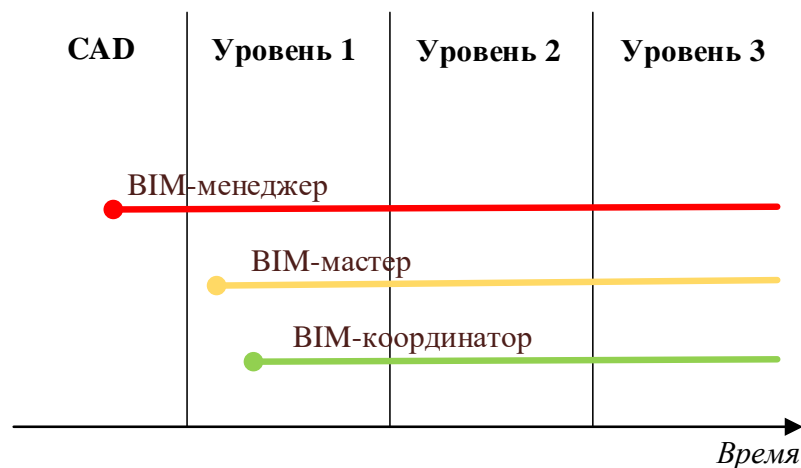


Рисунок 5 — Этапы привлечения BIM-специалистов

Полный эффект от внедрения ИМ достигается только в случае, если все специалисты организации переходят на новую технологию. Речь идет уже не о модернизации или усовершенствовании существующего программного инструментария, а о смене парадигмы организации проектного процесса, профессиональной подготовке к нему специалистов. При этом вполне естественно снижение производительности труда на первых этапах, которое при рациональном подходе сменится ее значительным ростом. А это означает, что выбор оптимальных обучающих технологий является одним из определяющих факторов повышения эффективности производства при переходе к технологиям ИМ.

Для эффективного внедрения технологий ИМ в производственные процессы необходимо пройти все основные этапы и правильным образом сформировать и удовлетворить ожидания участников проекта. К ним можно отнести покупку офисной техники, программного обеспечения и другие расходы, связанные с поддержанием и развитием производственных процессов в условиях перехода на технологии ИМ.

Для определения перечня необходимых материально-технических средств для компании, принявшей решение о внедрении технологий ИМ, необходимо сформировать технологическое решение, способное обеспечить поддержку структуры бизнес-процессов, разработанной компанией в соответствии с ее концепцией перехода на технологии ИМ. При этом каждой группе бизнес-процессов будет соответствовать уникальный программно-аппаратный комплекс, использующий:

- компьютерное оборудование;
- среда коммуникаций;
- специальное программное и информационное обеспечение.

Существующие программные BIM-решения на 2 типа:

- истинные BIM-решения – решения, которые включают инструменты обязательного универсального трехмерного параметрического моделирования, в том числе обладающие качественными средствами импорта-экспорта с сохранением результатов в централизованную базу данных;

- BIM-решения с допущениями – решения, которые не обладают полным набором инструментов, но решают отдельные задачи.

Сегодня не существует программного продукта, полностью удовлетворяющего всем потребностям участников производственных процессов на определенной стадии проекта, и тем не менее, среди них можно выделить BIM-решения, которые наиболее полно соответствуют поставленным задачам (рисунок 6).

Выбранное программное обеспечение во многом определяет направление дальнейших процессов внедрения технологий ИМ. Прежде всего это касается оборудования, способного обеспечить работоспособность всего программного комплекса BIM-решений.

Технологическая ресурсоемкость программных решений технологий ИМ варьируется в зависимости от роли пользователя и поставленных перед ним задач, однако в целом данные программные продукты требуют ПК высокой производительности.

Существует два пути формирования информационной среды, обеспечивающей поддержку BIM-процессов:

- создание корпоративного дата-центра, предназначенного для обслуживания деятельности конкретной компании;
- аренда дата-центра облачного провайдера (коммерческий), предоставляющего услуги компаниям на условиях аутсорсинга.

Выбор в пользу аренды облачного пространства позволяет экономить, прежде всего, на начальных этапах проекта внедрения технологий ИМ и не превышать практические расходы на протяжении всего срока эксплуатации оборудования.

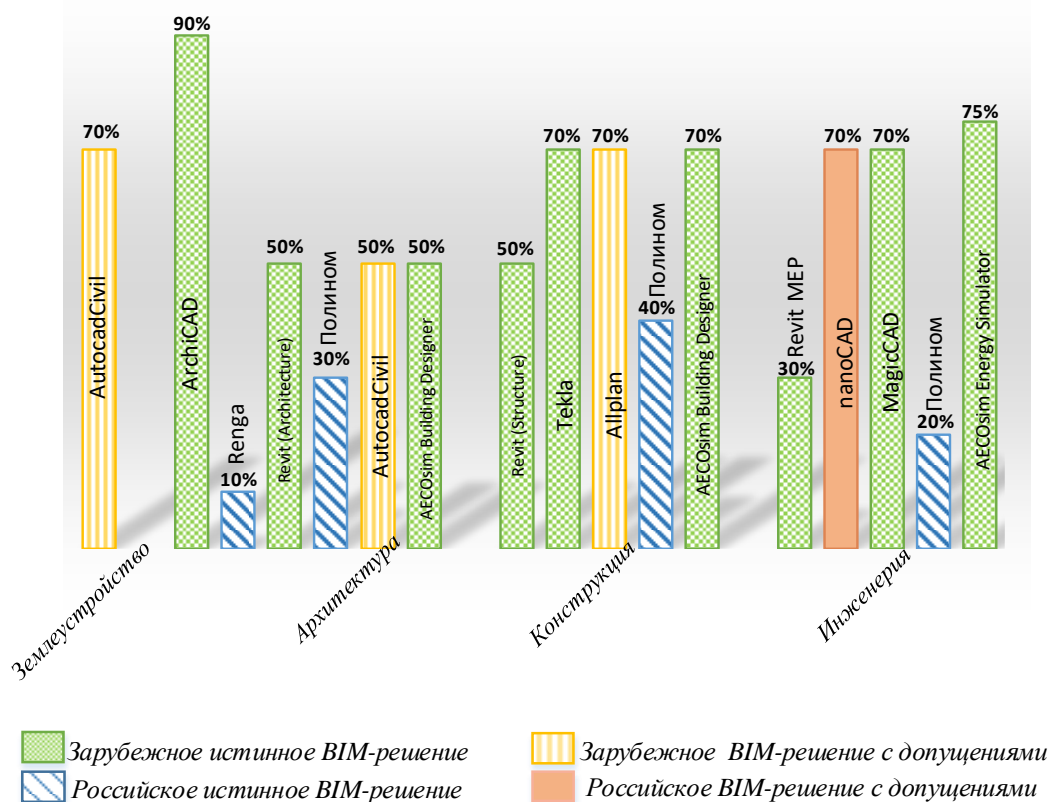


Рисунок 6 — Существующие BIM-решения и полнота решаемых ими задач

Фактическая экономия при аренде дата-центра облачного провайдера на длительный период составляет более 25%. Выбор облачного пространства не только

экономит собственные компьютерные ресурсы, но и обеспечивает определенный сервис в поиске и работе с информацией. Кроме этого, применение централизованных хранилищ или сайтов производителей изделий и материалов гарантирует актуальность информации, а также решает множество инженерных и организационных задач, избавляя пользователей сервисов от значительных капитальных и операционных расходов, а также обеспечивает оптимальные условия для эффективной реализации BIM-процессов.

Апробация предложенных методик и механизмов осуществлялась на примере компании ООО МК «СтройПроектТехнологии», успешно осуществившей переход на технологии ИМ и эффективно применяющей технологии ИМ в производственной деятельности. ООО МК «СтройПроектТехнологии», г.Киров осуществляет работы по разработке проектной и рабочей документации.

Процессы внедрения технологий информационного моделирования в производственную деятельность компании планировалось осуществить в течение 1 года в период с мая 2014 г. по май 2015 г.

При анализе этапов внедрения технологий ИМ согласно предложенному механизму рассматривались процессы разработки проектов типовых промышленных зданий площадью ~ 10000 м<sup>2</sup>.

### 1.1. Оценка готовности компании к переходу на технологии ИМ

Согласно предложенной схеме внедрения технологий ИМ компании, в первую очередь, необходимо принять решение о целесообразности перехода к технологиям ИМ. Для этого была проведена оценка эффективности внедрения технологий ИМ объектов капитального строительства на рассматриваемом этапе развития компании (таблица 3).

Таблица 3 — Оценка эффективности внедрения технологий ИМ в ООО МК «СтройПроектТехнологии»

Показатель	Значение
Время (рассматриваемый период) (t), лет	2
Период времени (горизонт планирования), в течение которого компания предполагает окупить произведенные капитальные издержки (τ), лет	1
Удельные текущие производственные издержки при применении САД (за рассматриваемый период) (с <sub>САД</sub> (t)), руб.	6 867 237,03
Удельные текущие производственные издержки при применении ИМ (за рассматриваемый период) (с <sub>ИМ</sub> (t)), руб.	3 127 932,07
Издержки на внедрение технологий ИМ (I <sub>ИМ</sub> ), руб.	1 991 996,63
Экономия на удельных текущих производственных издержках при применении технологий ИМ (за рассматриваемый период) $(\int_0^{\tau} [c_{САД}(t) - c_{ИМ}(t)]x(t)dt)$ , руб.	3 739 305,96

Условие перехода к новому технологическому укладу (2) выполняется, а значит решение ООО МК «СтройПроектТехнологии» о переходе на технологии ИМ является оправданным в условиях смещения экономико-технологического равновесия.

### 1.2. Выбор стратегии внедрения технологий ИМ в ООО МК «СтройПроектТехнологии»

При переходе на технологии ИМ ООО МК «СтройПроектТехнологии» последовательно проходило три уровня зрелости BIM-процессов (рисунок 2). При выборе стратегии внедрения технологий ИМ был проведен анализ ключевых показателей, базирующихся на Годовом бюджете доходов и расходов ООО МК «СтройПроектТехнологии» в период с мая 2014 г. по май 2015 г. Рассматриваемые показатели приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Показатели деятельности компании, значимые при выборе стратегии внедрения технологий ИМ в ООО МК «СтройПроектТехнологии»

Показатель	Значение
Издержки на внедрение технологий при переходе от 2D к 3D (стоимость оборудования и программного обеспечения) ( $I_l$ ), руб.	848 701,09
Издержки на внедрение технологий при переходе от CAD к ИМ (стоимость оборудования и программного обеспечения) ( $I_r$ ), руб.	954 539,95
Издержки на развитие ИМ (стоимость оборудования и программного обеспечения) ( $I_n$ ), руб.	1 473 268,29
Производственные издержки при использовании CAD, на 1 проект ( $c_i$ ), руб.	1 698 089,26
Производственные издержки при переходе от 2D к 3D на 1 проект ( $c_l$ ), руб.	874 044,63
Производственные издержки при переходе от CAD к ИМ на 1 проект ( $c_r$ ), руб.	221 579,89
Производственные издержки при применении ИМ на 1 проект ( $c_n$ ), руб.	89 503,72
Объем производства при применении CAD ( $Q_i$ ), руб.	40 076 300,00
Объем производства при переходе от 2D к 3D ( $Q_l$ ), руб.	61 080 005,00
Объем производства при переходе от CAD к ИМ ( $Q_r$ ), руб.	84 020 046,00
Объем производства при применении ИМ ( $Q_n$ ), руб.	156 384 050,00
Чистая продукция на рубль затрат при применении CAD ( $i$ ), руб.	0,27
Чистая продукция на рубль затрат при переходе от 2D к 3D ( $l$ ), руб.	0,52
Чистая продукция на рубль затрат при переходе от CAD к ИМ ( $r$ ), руб.	2,06
Чистая продукция на рубль затрат при применении ИМ ( $n$ ), руб.	5,10
Экономико-технологический шаг при переходе на уровень 1 зрелости технологий ИМ ( $m_l$ ), руб.	0,25
Экономико-технологический шаг при переходе на уровень 2 зрелости технологий ИМ ( $m_r$ ), руб.	1,54
Экономико-технологический шаг при переходе на уровень 3 зрелости технологий ИМ ( $m_n$ ), руб.	3,04
Коэффициент удорожания оборудования и программного обеспечения ( $g$ )	1,12
Коэффициент понижения производственных издержек при переходе от 2D к 3D ( $k_l$ )	0,25
Коэффициент понижения производственных издержек при переходе от CAD к ИМ ( $k_r$ )	0,40
Коэффициент понижения производственных издержек при применении ИМ ( $k_n$ )	0,51

На каждом уровне зрелости процессов ИМ в ООО МК «СтройПроектТехнологии» экономико-технологический шаг определялся

как наращивание эффективности реализации технологий при переходе от одного уровня зрелости BIM-процессов к последующему, т.е. увеличение «чистой» продукция на рубль затрат (стоимость продукции без учета материальных затрат). При переходе от 2D к 3D технологический шаг  $m$  не превышал единицу, а значит оптимальной стратегией перехода на уровень 1 являлся последовательный переход. При переходе на уровни 2 и 3 экономико-технологический шаг превосходит единицу, а значит компании следует выполнить экономико-технологический скачок.

Условием возможности перехода на новый уровень зрелости технологий ИМ на каждом этапе последовательного перехода от уровня чистой продукции от  $i$  к  $n$  является выполнение условия (4).

Проверка выполнимости данных условий приведена в таблице 5.

Таким образом, очевидно, что условие перехода от одного уровня зрелости BIM-процессов к последующему (4) выполняется, а значит выбранный экономико-технологический шаг на каждом уровне зрелости BIM-процессов экономически оправдан. При этом ООО МК «СтройПроектТехнологии» при переходе на 1 уровень зрелости технологий ИМ следует придерживаться стратегии последовательного перехода. При переходе на уровни 2 и 3 экономико-технологический шаг превосходит единицу, а значит для компании целесообразно применение стратегии скачкообразного перехода.

Таблица 5 — Анализ выполнения условия перехода к последующим уровням зрелости BIM-процессов ООО МК «СтройПроектТехнологии»

Уровень зрелости BIM-процессов	Потенциал развития компании, руб.	Издержки на переход к последующему уровню зрелости BIM-процессов, руб.
Уровень 0	4 610 400,61	124518,3
Уровень 1	7 820 125,12	498 073,29
Уровень 2	32 719 138,58	2 209 712,94
Уровень 3	191 390 831,35	8 443 312,37

### 1.3. Распределение ресурсов ООО МК «СтройПроектТехнологии» на переходном этапе

При переходе от CAD-технологий к BIM в деятельности ООО МК «СтройПроектТехнологии» можно отметить переходный период перехода, в течении которого только часть проектов реализовывалось согласно новому технологическому укладу. В таблице 6 приведены расчеты анализа соотношения проектов ООО МК «СтройПроектТехнологии», реализуемых с помощью смешанных экономико-технологических режимов.

Таблица 6 — Распределение ресурсов ООО МК «СтройПроектТехнологии» на переходном этапе

Показатель	Значение
Объем продукции при применении CAD-технологий ( $x_{CAD}$ ), кол-во проектов	17
Объем продукции при применении BIM-технологий ( $x_{BIM}$ ), кол-во проектов	28
Совокупный объем производства ( $x_0$ ), кол-во проектов	45

Продолжение таблицы 6

Текущие производственные издержки при применении САД-технологии ( $C_{CAD}$ ), руб. (на 7 проектов)	6 867 237,02
Текущие производственные издержки при применении ВМ-технологий ( $C_{ВМ}$ ), руб. (на 28 проектов)	3 127 932,07
Непроизводственные издержки ( $C$ ), руб.	1 340 003,00
Прибыль компании ( $\Pi$ ), руб.	6 800 000,00
Цена продукции выпускаемой с помощью САД-технологий ( $p_{CAD}$ ), руб	10 019 075,00
Цена продукции выпускаемой с помощью ВМ-технологий ( $p_{ВМ}$ ), руб	5 585 144,64
A	-100 452 594,27
B	87 882 779,90
R	-10 538 543,69
$\zeta_1$	0,14
$\zeta_2$	0,73

Таким образом, значение доли проектов, разрабатываемых помощью технологий ИМ на переходном этапе:  $\zeta$  принадлежит отрезкам  $[0;0,14]$  и  $[0,73;1]$ , а значит при выборе стратегии последовательного перехода на 1 уровень зрелости ВМ-процессов компании следует минимизировать количество проектов, реализуемых с помощью технологий ИМ.

### III. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В результате выполненного исследования можно сформулировать следующие **выводы и предложения**:

1. В результате анализа действующей нормативно-правовой, нормативно-технической и методической базы сформированы предложения по уточнению понятийного аппарата в области ИМ моделирования в части введения нового понятия «экономико-технологический шаг», под которым понимается прирост экономико-технологического потенциала компании, необходимый для перехода на последующий уровень зрелости ВМ-процессов, с целью описания критерия оценки ее готовности к внедрению и дальнейшему развитию технологий ИМ.

2. Исследована проблема стандартизации технологий ИМ на основе международных и отечественных практик использования ИМ в строительной отрасли, в результате чего сделаны выводы о необходимости доработки подготовленных к утверждению национальных стандартов ИМ, разработаны предложения по стандартизации процессов организации работ, формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла и обмена данными между моделями с целью построения и формализации системы взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов

3. Предложенные методические рекомендации по оценке эффективности процессов перехода проектной компании на ИМ в зависимости от стадии ее развития, базирующиеся на модели экономико-технологического равновесия, позволяют провести оценку целесообразности внедрения технологий ИМ моделирования переходного процесса внедрения технологий ИМ в условиях обеспечения экономико-технологического равновесия компании в зависимости от текущих производственных издержек и стоимости внедрения новых технологий.

4. Предложенная модель выбора стратегии перехода на технологии ИМ, базирующаяся на оценке экономически обоснованного технологического шага, является доказательной базой для выбора предпочтительной стратегии технологических преобразований в компании на основе анализа планируемых издержек, объемов производства при внедрении инновационных и формирования технологического потенциала развития компании.

5. Предложены методические рекомендации по распределению основных видов ресурсов между проектами, реализуемыми по уже существующей и внедряемой технологиям, при организации технологических процессов архитектурно-строительного проектирования на переходном этапе в стратегии последовательного перехода с целью наращивания экономико-технологического потенциала компании.

6. Разработанные организационно-экономические механизмы эффективного внедрения технологий ИМ включают реинжиниринг рабочих процессов и системы управления ими, преобразование организационной структуры, формирование обеспечивающей инфраструктуры как организационные инструменты, и ценообразование, конкуренцию, самофинансирование и государственное управление как экономические регуляторы.

7. Апробация разработанных предложений подтверждает их эффективность, а рассмотренные примеры результатов процессов внедрения технологий ИМ и финансовые показатели компании свидетельствуют об эффективности данного технологического уклада при осуществлении архитектурно-проектной деятельности, лежащей в основе технологической цепочки «проектирование-строительство-эксплуатация».

**Основные публикации по теме диссертационного исследования в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ:**

1. Голосова Т.С. Модель выбора стратегии перехода к BIM-технологиям/ Голосова Т.С. //Градостроительство, 2016. - №5 (45). - С. 25 - 27. - 0,2 п.л.
2. Голосова Т.С. Проблемы импортозамещения в BIM/ Голосова Т.С. //ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика, 2017. - №2. - С. 127 - 133. - 0,5 п.л.
3. Бачурина С.С, Голосова Т.С. Инвестиционная составляющая в проектах внедрения BIM-технологий/ Бачурина С.С., Голосова Т.С. //Вестник МГСУ, 2016. - №2. – С. 126-134. - 0,6 п.л.(авт. 0,3 п.л.).

**В других научных изданиях:**

4. Бачурина С.С, Голосова Т.С. Облачное пространство как информационная среда реализации BIM-процессов/ Бачурина С.С, Голосова Т.С.// Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: сборник трудов VII-й международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию РЭУ им. Г.В. Плеханова, 14 апреля 2017 г. Под ред. В.И.Ресина. – М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2017. – С. 321-325. – 0,4 п.л. (авт. 0,2 п.л.).
5. Бачурина С.С, Голосова Т.С. Инвестиционная составляющая в проектах внедрения BIM-технологий/ Бачурина С.С., Голосова Т.С. // Научное электронное издание «Перспективы развития градостроительства в России: территориальное

планирование, информационное моделирование и эффективная экономика» Материалы научно-практической конференции (12-13 ноября 2015 г.), 2015. - 0,6 п.л. (авт. 0,3 п.л.).

6. Бачурина С.С, Голосова Т.С. Этапы эффективного внедрения ВІМ в проектной компании / Бачурина С.С, Голосова Т.С.// Современные проблемы управления проектами в инвестиционно- строительной сфере и природопользовании: материалы VI-ой международной научно- практической конференции, 15 апреля 2016 г. под ред. В.И.Ресина. – М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2016. – С. 110-114. – 0,4 п.л. (авт. 0,2 п.л.).

7. Бачурина С.С, Голосова Т.С. Сквозное ВІМ-проектирование – основа возврата инвестиций/ Бачурина С.С, Голосова Т.С.// Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: материалы 5-й международной научно-практической конференции – М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2015. – С. 13-18. – 0,4 п.л. (авт. 0,2 п.л.).