

ПРИМЕНЕНИЕ СЕМЕЙСТВА МЕТОДОЛОГИЙ IDEF ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Дорофеев Эдуард Викторович¹

Российская Федерация, г. Екатеринбург, Уральский
федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина.

Аннотация: В статье рассматривается комплексный подход к моделированию строительных процессов с использованием семейства методологий IDEF. На основе литературного обзора описываются теоретические основы трех основных подходов: функционального (IDEF0), процессного (IDEF3) и информационного (IDEF1X) моделирования. Раскрыта суть каждого метода: от ответа на вопрос «Что делает система?» до описания временных последовательностей и структуры данных. Анализ существующих исследований показал, что методологии IDEF преимущественно применяются изолированно, однако их интеграция для обеспечения целостности данных при разработке проектной документации освещена недостаточно. Особое внимание уделено месту этих моделей в общей структуре проектной документации и их взаимной интеграции для обеспечения целостности данных при переходе от технологических схем к сетевым графикам и базам данных управления проектами. Рекомендуется рассмотрение семейства IDEF как методологической основы для разработки ПОС в проектных организациях.

Ключевые слова: IDEF0, IDEF3, IDEF1X, функциональное моделирование, процессное моделирование, информационное моделирование, управление строительными проектами, проект организации строительства.

¹Магистр 2 курса Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Научный руководитель: Сироткин В.А., кандидат экономических наук, доцент кафедры «Ценообразование в строительстве и промышленности» Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Sirotkin V.A., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Pricing in Construction and Industry at the Institute of Construction and Architecture of the Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin).

APPLICATION OF IDEF FAMILY METHODOLOGIES FOR COMPREHENSIVE MODELING OF CONSTRUCTION ORGANIZATION PROJECT

Dorofeev E.V.

Russian Federation, Yekaterinburg, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin.

Abstract: The article examines a comprehensive approach to modeling construction processes using the IDEF family of methodologies. Based on a literature review, the theoretical foundations of three main approaches are described: functional (IDEF0), process (IDEF3), and information (IDEF1X) modeling. The essence of each method is revealed: from answering the question «What does the system do?» to describing time sequences and data structure. Analysis of existing studies showed that IDEF methodologies are mainly used in isolation, however, their integration to ensure data integrity in the development of design documentation is insufficiently covered. Special attention is paid to the place of these models in the general structure of design documentation and their mutual integration to ensure data integrity when transitioning from technological schemes to network schedules and project management databases. It is recommended to consider the IDEF family as a methodological basis for the development of Construction Organization Project (COP) in design organizations.

Key words: IDEF0, IDEF3, IDEF1X, functional modeling, process modeling, information modeling, construction project management, construction organization project.

Введение

Проект организации строительства (ПОС) представляет собой сложный объект моделирования, требующий одновременного учета технологических, временных, ресурсных и информационных аспектов [1]. Требования к составу и содержанию проектной документации жестко регламентированы действующим законодательством [2]. Традиционные методы разработки проектной документации часто предполагают разрозненное описание этих составляющих, что приводит к несогласованности данных и ошибкам на этапе реализации [3]. Часто возникают замечания, связанные с тем, что между технологическими операциями нет видимой связи, не учтены все ресурсы или пропускаются ссылки на необходимые ГОСТы и СП [4].

В условиях цифровизации строительной отрасли актуальным становится вопрос применения системных методов моделирования для обеспечения целостности проекта [5]. Семейство методологий IDEF (ICAM Definition) предлагает комплексный инструментарий для

описания различных аспектов сложных систем [6]. Однако анализ практики показывает, что в строительстве эти методы часто применяются изолированно, без обеспечения связи между функциональной, процессной и информационной моделями [7].

В данной работе на основе литературного обзора предлагается рассмотреть возможность интегрированного применения методологий IDEF0, IDEF3 и IDEF1X для разработки проектной документации [8]. Цель статьи - обосновать целесообразность такой интеграции и выявить преимущества комплексного подхода для повышения качества ПОС [9].

Ход исследования

Анализ существующих подходов к моделированию строительных процессов

Вопросы моделирования в строительстве исследуются в работах многих отечественных авторов. Традиционные подходы основываются на использовании сетевых графиков, календарных планов и текстовых пояснительных записок [10]. Однако данные методы не обеспечивают единой информационной среды для всех участников проекта [11].

В последние годы значительное внимание уделяется внедрению BIM-технологий, которые позволяют создавать информационные модели зданий [12]. Ряд авторов исследуют применение BIM для координации разделов проекта [13]. Однако BIM-технологии требуют значительных затрат на внедрение и обучение персонала [14]. Кроме того, BIM ориентировано преимущественно на геометрическое моделирование, тогда как логические и процессные связи часто остаются за рамками модели [15].

Методологии IDEF представляют собой альтернативный или дополняющий инструмент для описания логики процессов [16]. В российской научной школе методология IDEF0 получила широкое распространение благодаря работам таких авторов, как В.В. Бахтизин, О.А. Цуканова, В.П. Остромухов [17]. Однако применение процессной (IDEF3) и информационной (IDEF1X) нотаций в строительстве освещено в литературе недостаточно [18].

Анализ публикаций выявил следующие пробелы в исследованиях (Таблица 1).

Таким образом, комплексное применение семейства IDEF для проекта организации строительства до настоящего времени не рассматривалось в достаточной мере [19]. Большинство исследований либо фокусируются на одной нотации, либо применяют методы к другим отраслям [20].

Таблица 1 - Сравнительный анализ существующих исследований

Автор/Исследование	Объект изучения	Что не рассмотрено
Грабовый Г.И. [7]	Управление проектами в строительстве	Интеграция IDEF0, IDEF3, IDEF1X не рассматривается
Теличенко В.И. [18]	Технология строительного производства	Акцент на технологии, не на моделировании процессов
Сироткин В.А. [16]	ВІМ-технологии в управлении проектами	IDEF не анализируется как основа для ВІМ
Цуканова О.А. [20]	Моделирование бизнес-процессов	Строительная специфика не учтена
Остромухов В.П. [13]	Нотация IDEF0	IDEF3 и IDEF1X освещены поверхностно

Теоретические основы методологий моделирования.

Для полноценного описания строительных процессов используется три основных подхода, составляющих семейство IDEF [21].

IDEF0 (Функциональная модель). Отвечает на вопрос «Что делает система?». Основной элемент - функциональный блок. У него есть входы (слева), управление (сверху), механизмы (снизу) и выходы (справа) [22]. Это позволяет разбивать сложный процесс на понятные части (декомпозицию). Суть метода в том, чтобы показать, как каждая функция преобразует входные данные и ресурсы в результат под воздействием управляющих сигналов (инструкций, ГОСТов) [1]. IDEF0 является статичной моделью, отображающей структуру системы.

IDEF3 (Процессная модель). Отвечает на вопрос «Как и в каком порядке выполняются действия?». Она показывает время, последовательность и логические развилки (например, условия «ИЛИ», «И») [4]. Если IDEF0 статична, то IDEF3 динамична и описывает сценарий работ во времени. Этот подход необходим для формирования

сетевых графиков и календарных планов строительства, связывая функции в единую временную цепочку [10].

IDEF1X (Информационная модель). Отвечает на вопрос «Какие данные нужны?». Она помогает спроектировать базу данных, связывая сущности между собой [6]. Это необходимо для того, чтобы все цифры, которые используются в смете и графике, были консистентны и не терялись при передаче из одной программы в другую. IDEF1X обеспечивает унификацию данных об объектах, материалах и ресурсах [5].

Интеграция моделей в общей структуре проекта.

Эффективность моделирования достигается не изолированным применением каждого метода, а их интеграцией в единый цикл разработки проектной документации [8].

Связь IDEF0 и IDEF3. После построения структуры «Что делаем?» в нотации IDEF0, функции переносятся в IDEF3 для определения «В какой последовательности?» [9]. Каждая функция из IDEF0 становится задачей (Activity) в IDEF3. Это позволяет создать корректный сетевой график строительства (Gantt-диаграмму), в котором каждой задаче соответствуют уже проверенные на наличие ресурсов и управлений функции из функциональной модели [10].

Связь с IDEF1X. Все данные, которые используются в блоках IDEF0 и IDEF3 (названия материалов, коды ГОСТов, шифры механизмов), должны храниться в единой базе данных [11]. Применение IDEF1X помогает избежать путаницы с идентификаторами ресурсов (например, когда в одной программе называется «Кран КБ-403», а в другой - «Кран №1») [12]. Единая информационная модель обеспечивает целостность данных на всех этапах управления проектом [15].

Полученные результаты и выводы (Заключение)

Интеграция трех нотаций позволяет решить следующие задачи [14]:

1. Устранение логических разрывов. IDEF0 выявляет недостающие ресурсы, IDEF3 - нарушения последовательности, IDEF1X - несогласованность данных [17].

2. Автоматизация планирования. Данные из информационных моделей могут автоматически переноситься в календарные планы [19].

3. Снижение ошибок. Единая база данных минимизирует риск использования устаревшей информации [14].

4. Поддержка BIM. Модели IDEF могут служить логической основой для информационной модели здания [16].

5. Прозрачность процессов. Все участники проекта видят единую картину работ [21].

Таблица 2 - Сравнение характеристик моделей семейства IDEF

Модель	Вопрос	Тип	Применение в ПОС
IDEF0	Что делает система?	Статическая	Проверка ресурсного обеспечения
IDEF3	В каком порядке?	Динамическая	Сетевые графики, календарное планирование
IDEF1X	Какие данные?	Информационная	Базы данных, унификация ресурсов

Использование комплекса методологий IDEF0, IDEF3 и IDEF1X позволяет создать многослойную модель проекта организации строительства [19]. Функциональная модель обеспечивает логическую полноту и проверку ресурсного обеспечения [7]. Процессная модель трансформирует структуру во временные графики [10]. Информационная модель гарантирует достоверность и унификацию данных [6].

Такая интеграция является шагом к полноценному внедрению BIM-технологий и управлению строительными проектами на основе достоверной цифровой информации [16]. Рекомендуется рассмотрение семейства IDEF как методологической основы для разработки ПОС в проектных организациях [8]. Ожидаемым результатом является повышение согласованности разделов проектной документации и снижение количества ошибок на этапе строительства [20]. Перспективой дальнейших исследований является разработка программного модуля для автоматической конвертации моделей IDEF в форматы BIM [21].

Список использованных источников

- 1) Багметов А.А. Совершенствование управления строительными организациями на основе процессного подхода: дис. канд. экон. наук. Новосибирск, 2023. 178 с.
- 2) Бахтизин В.В., Глухова Л.А. Методология функционального проектирования IDEF0: учеб. пособие. Минск: БГУИР, 2003. 142 с.
- 3) Бродетский Г.Л. Управление проектами: Моделирование процессов: монография. М.: Эксмо, 2019. 180 с.
- 4) Букалова А.Ю., Авдеева К.В. Постановка задачи разработки методических основ информационного моделирования // Вестник

ПГУПС. Сер. «Компьютерные науки. Компьютерные технологии». 2021. № 4. С. 45-56.

5) Воропаев В.И. Управление проектами в строительстве: учебник. М.: Изд-во АСВ, 2017. 300 с.

6) Гинзбург А.В. Организация строительного производства: учебник. М.: Изд-во АСВ, 2020. 320 с.

7) Грабовый Г.И. Управление проектами в строительстве: монография. М.: АСВ, 2020. 350 с.

8) Давлетшин Р.И. Формирование системы управления предприятия транспортного строительства на базе процессного подхода: дис. канд. экон. наук. М., 2017. 194 с.

9) Кисель Т.Н. BIM-технологии в российском строительстве: проблемы внедрения // Строительство и архитектура. 2023. № 8. С. 12-19.

10) Копылов В.В. Качество в строительстве: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2019. 150 с.

11) Цифровизация строительной отрасли в 2024 году // Строительство. 2024. № 1-2.

12) Мальцев А.Б. Контроль качества проектной документации коммерческих организаций // Вестник МГСУ. 2024. № 3. С. 45-52.

13) Остромухов В.П. Моделирование бизнес-процессов в нотации IDEF0: монография. М.: Горячая линия - Телеком, 2018. 220 с.

14) Организация строительного производства: учеб. пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2022.

15) Придвижкин С.В. и др. Основы технологий информационного моделирования зданий, сооружений и территорий: учеб. пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2021.

16) Сироткин В.А. Управление строительными проектами с использованием BIM-технологий: монография. Екатеринбург: УрФУ, 2024. 156 с.

17) Снежкин Ю.Ф. Контроль качества строительного-монтажных работ: учебник. М.: Изд-во АСВ, 2018. 280 с.

18) Теличенко В.И., Меркин О.М. Технология строительного производства: учебник. М.: Изд-во АСВ, 2019. 480 с.

19) Шапиро В.И. Организация строительства: учеб. пособие. М.: Изд-во АСВ, 2018. 250 с.

20) Цуканова О.А. Методология и инструментарий моделирования бизнес-процессов: учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 98 с.

21) Экономико-математические модели и методы в управлении проектами: учеб. пособие. Калининград: КЛГТУ, 2020.