

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ.

УДК 69:004

DOI: 10.22227/2305-5502.2020.3.1

Создание сетевой модели на основе универсальной последовательности строительных работ

И.В. Каракозова^{1,2}, А.С. Павлов³

¹ Государственное автономное учреждение города Москвы

«Научно-исследовательский аналитический центр» (ГАОУ НИИЦ); г. Москва, Россия;

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ); г. Москва, Россия;

³ Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций
(ВНИИАЭС); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Информационное моделирование зданий — главное направление развития автоматизированных систем проектирования и управления. Важной составной частью информационного моделирования является передача данных в системы управления строительством. Наиболее сложный вопрос — проблема создания правильной топологии графика, соответствующей технологической последовательности и опыту управления строительными работами. Рассмотрена разработка автоматизированной системы составления графика выполнения работ, которая основана на использовании универсальной последовательности, разработанной ранее.

Материалы и методы. В результате анализа процесса составления графика работ алгоритм создания топологии разделен на несколько этапов. На первом этапе выдается текстовое описание информационной модели, которая затем преобразуется в перечень элементов здания, сооружения. Перечень элементов должен быть преобразован в перечень работ, который затем дополняется работами, не отраженными в перечне элементов. Это — отдельная сложная задача, которая в настоящем исследовании не рассматривается и является направлением дальнейших исследований авторов. На следующем этапе работам перечня присваиваются коды, которые характеризуют размещение фронта работ во времени и в пространстве.

Результаты. Разработан алгоритм превращения перечня работ в связный график выполнения работ, топология которого учитывает пространственное расположение места производства работ и последовательность взаимосвязанных процессов по времени. Последовательность работ определяется по разработанному предварительно универсальному перечню. Разработан перечень требований, предъявляемых к информации, вырабатываемой BIM-моделями. Разделение алгоритма на этапы позволяет при необходимости вносить ручную корректировки в перечень работ и их свойства.

Выводы. Разработанная методика позволяет автоматизировать процессы создания календарных планов на основе перечня элементов здания и универсальной последовательности проведения работ. На любом этапе реализации могут быть интерактивно внесены изменения и дополнения в перечень работ. В дальнейшем необходимо сформировать набор параметров конструктивных элементов, которые дадут возможность автоматизировать выбор технологических процессов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информационное моделирование зданий, элементы здания, строительные конструкции, строительно-монтажные работы, календарный план, сетевой график, топология

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Каракозова И.В., Павлов А.С. Создание сетевой модели на основе универсальной последовательности строительных работ // Строительство: наука и образование. 2020. Т. 10. Вып. 3. Ст. 1. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2020.3.1

Creation of a network model on the basis of a universal sequence of construction works

Irina V. Karakozova^{1,2}, Alexander S. Pavlov³

¹ Moscow State Autonomous Institution Research analytical center (NIAZ); Moscow, Russian Federation;

² Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation;

³ All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation (VNIIAES); Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Building information modeling is the main direction of development of automated design and control systems. An important component of information modeling is the transfer of data into construction management systems. The most complicated issue is the problem of creating the correct graph topology relevant to the process sequence and construction management experience. The development of automated progress schedule compilation system based on the use of a universal sequence developed earlier is examined.

Materials and methods. As a result of the analysis of the progress schedule compilation process, the topology creation algorithm is divided into several stages. At the first stage, a text description of the information model is given, which is then converted into a list of building or structure elements. The list of elements should be transformed into the work item list and then supplemented with work items not reflected in the list of elements. This is a separate complex task, which is not examined in this study, and is the direction of further research by the authors. At the next stage, the work items in the list are assigned codes that define the location of the scope of works in time and space.

Results. An algorithm for converting the work item list into a coherent work schedule, the topology of which takes into account the spatial location of the work area and the sequence of interrelated processes over time, has been developed. The sequence of works is determined by a preliminarily designed universal list. The list of requirements for the information produced by BIM models is developed. Splitting the algorithm into stages allows for manual correction of the work item list and the properties of work items, if necessary.

Conclusions. The developed method allows for automation of the processes of creating construction plans based on the list of building elements and universal work sequence. At any implementation stage, the work item list may be interactively changed and supplemented. In the future, it is necessary to form a set of parameters for structural elements that will allow automating the choice of technological processes.

KEYWORDS: building information modeling, building elements, building structures, building and construction works, schedule plan, project network, topology

FOR CITATION: Karakozova I.V., Pavlov A.S. Creation of a network model on the basis of a universal sequence of construction works. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2020; 10(3):1. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2020.3.1 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Информационное моделирование зданий является главным направлением развития автоматизированных систем проектирования и управления [1]. Важная составная часть информационного моделирования — передача данных системам управления строительством на жизненном цикле строительного объекта [2, 3]. Устойчивое развитие строительных процессов, улучшение организации работ уже невозможно без совершенствования информационных технологий [4–6]. Широкое применение находят также элементы искусственного интеллекта [7, 8], генетических алгоритмов [9], других программных средств.

Как неоднократно указывалось, наибольшие проблемы интероперабельности возникают на стыках различных областей проектирования и производства, в частности, при передаче данных из архитектурно-строительных чертежей, полученных автоматизированным путем [10–12]. Ключевое звено в создании информационной технологии для строительства — автоматизированное построение графика работ, а именно сетевой модели на основе перечня работ, получаемого в результате работы систем автоматизированного проектирования [13, 14].

Сведения архитектурно-строительного чертежа можно представить в виде таблицы записей, каждая из которых представляет собой некоторый элемент строительного объекта. В такой записи могут присутствовать данные, позволяющие распознать свойства каждого элемента, заложенные проектировщиком (архитектором, конструктором,

специалистом по различным разделам проектирования) [15, 16]. В то же время не всегда эта информация достаточна для построения графика работ и создания соответствующих разделов технической документации (ПОС, ППР, производственных планов), необходимых для заключения договоров и планирования работ [17]. Поэтому методы автоматизированного построения календарных графиков рассматриваются редко и мало связаны с технологией BIM-проектирования [18, 19].

Обратим внимание, что проблемы часто возникают на заключительных этапах первой стадии проектирования, когда необходимо определиться с договорными условиями подряда, а рабочих чертежей еще нет. При этом на составление графика работ отводится небольшое время, так как оно выполняется, как правило, в конце первой стадии проектирования, сроки которой ограничены договорными и нормативными условиями. Такой график, определяющий общую продолжительность строительства, необходим как заказчику, так и подрядчику.

Сформулируем основные проблемы, возникающие на этом этапе:

- отсутствует методика (алгоритм) автоматизированного составления сетевой модели и графика производства работ на основе перечня архитектурно-строительных элементов;
- по результатам автоматизированного проектирования, как правило, невозможно понять результаты технологических процессов, не выражающиеся в физических элементах готового здания или сооружения: котлованы, траншеи, леса, технологические приспособления, временные здания и соору-

жения и т.п. Эта проблема отмечается и в зарубежных исследованиях [2];

- на чертежах первой стадии проектирования, соответствующей примерно LOD 300 [20], в ряде случаев отсутствуют детали представления строительных конструкций, необходимые для полного описания процессов производства работ. Архитектор часто не заинтересован в разработке технологических подробностей или не имеет такой возможности [15];

- сметная документация, как правило, в этот период только разрабатывается и не всегда может служить основой для составления графиков производства работ;

- в случае бюджетного финансирования стройки потенциальный подрядчик не известен государственному (муниципальному) заказчику, так как конкурс еще не проводится. Поэтому точные данные по применяемой технологии и организации работ проектировщику недоступны.

В связи с этим возникает необходимость разработки методики автоматизированного построения сетевого графика на основе BIM-технологий, применяемой, в том числе, на ранних стадиях проектирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассмотрим возможность создания методики (алгоритма) автоматизированного составления сетевой модели. В результате анализа процесса составления графика предлагается разделить алгоритм на несколько этапов трансформации, которые последовательно передают информацию на следующий этап. Впервые поэтапная схема передачи и распознавания данных в системах автоматизированного проектирования была предложена в труде [21]. В настоящее время такими этапами могут быть (рис. 1):

- выдача упорядоченных данных по архитектурно-конструктивным элементам средствами автоматизированного проектирования;
- дополнение данных технологическими процессами, не отраженными в архитектурно-строительных элементах;
- подбор данных по трудозатратам и затратам машинного времени;
- определение последовательности работ, составление топологической сетевой модели и расчет календарного графика работ.

Первый этап указанной последовательности, как правило, обеспечивается программой автоматизированного проектирования на основе информационных технологий [22]. В качестве примеров можно привести такие комплексы, как ArchiCAD, Nemetschek, Revit и др. Для выдачи информации часто используется текстовый IFC-формат¹ и COBie [23] в виде таблиц Excel.

В качестве формата промежуточной передачи данных предлагаются файлы электронной таблицы Excel, позволяющие не только считывать и записывать данные, но и просматривать, а также корректировать их специалистом. Могут быть использованы и другие форматы, в частности, текстовые файлы и форматы баз данных. При этом этапы автоматизированной обработки информации чередуются с этапами контроля данных пользователем (см. рис. 1).

Для автоматизированного выбора технологий, подбора норм, учета вспомогательных затрат и условий производства работ необходимо создавать «словари», в которых определяется соответ-

¹ ГОСТ Р 10.0.02-2019 / ИСО 16739-1:2018. Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Отраслевые базовые классы (IFC) для обмена и управления данными об объектах строительства. Часть 1. Схема данных. М. : Стандартинформ, 2019. 28 с.

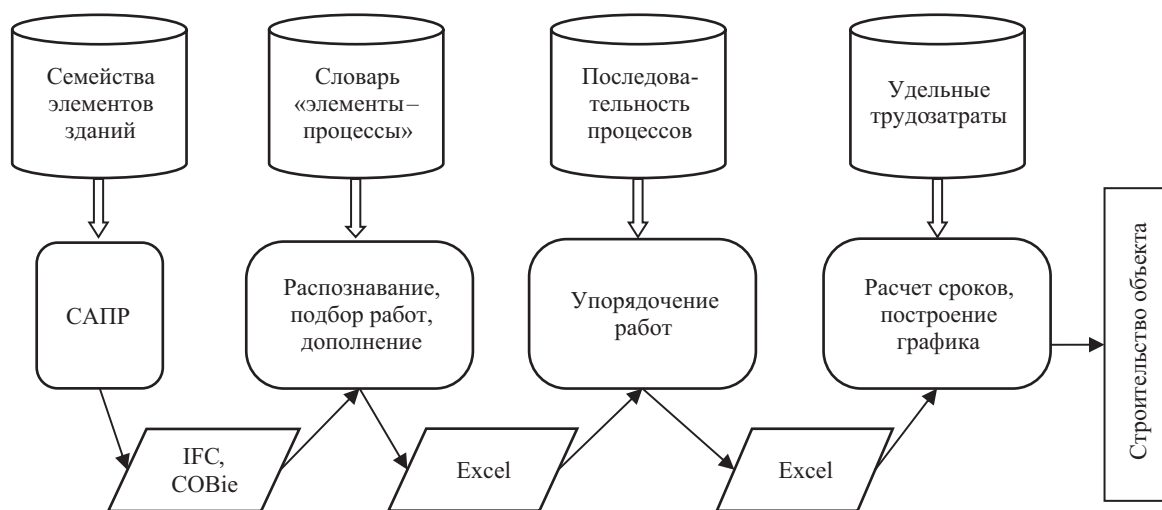


Рис. 1. Схема этапов автоматизированной разработки графика производства работ