

А.И. Менейлюк, А.Л. Никифоров, И.А. Менейлюк

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ 4D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Показаны возможные варианты программного обеспечения для 4D-моделирования и визуализации проектов строительства и реконструкции высотных инженерных сооружений. Обоснован выбор программы, оптимальной для визуализации технологических альтернатив проекта реконструкции радиобашни им. Шухова. Разработан алгоритм, позволяющий построить 4D-модели строительного производства. На основании алгоритма построены и проанализированы различные технологические альтернативы проекта реконструкции инженерного сооружения. Рис. 3, табл. 1, ист. 10.

Ключевые слова: визуализация строительства, информационное моделирование зданий, оптимизация производственных процессов, реконструкция высотных инженерных сооружений.

JEL Z00

Постановка проблемы и ее связь с научной задачей. В настоящее время в Украине и за её пределами имеется большое количество высотных инженерных сооружений. Часть из них требуют реконструкции или восстановления, некоторые – противоаварийных работ. Реализация таких проектов зачастую происходит в сложных архитектурно-строительных, информационных условиях, а также при организационных, технологических и финансовых ограничениях. Ввиду уникальности каждого высотного инженерного сооружения, а также ввиду того, что многие из таких объектов являются памятниками архитектуры, разработать универсальные рекомендации по реализации проектов их восстановления не представляется возможным. В этой связи необходимо иметь надёжный инструмент управления содержанием, сроками, качеством проекта. Использование 4D-моделирования позволит разработать и внедрить комплексную методологию управления содержанием проекта реконструкции высотного инженерного сооружения на фазах планирования, исполнения, мониторинга и анализа. Кроме того, применение BIM-технологий позволит на качественно новом уровне управлять ресурсами, архитектурно-строительной интеграцией, временем, содержанием проекта реконструкции высотного инженерного сооружения, используя имитационное моделирование с помощью 4D-модели. Таким образом, задача разработки алгоритма визуализации строительных проектов с помощью 4D-моделирования является актуальной.

Цель и задачи статьи. Разработать алгоритм визуализации строительных проектов на примере технологических альтернатив реконструкции радиобашни им. Шухова. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ программного обеспечения для 4D-моделирования и визуализации проектов строительства и реконструкции.
2. Разработать алгоритм визуализации технологических альтернатив для различных проектов реконструкции инженерных сооружений.
3. Разработать 4D-модели технологических альтернатив реконструкции радиобашни им. Шухова.

Изложение основного материала исследования. Реализация современных индустриальных проектов невозможна без адекватного

планирования, эффективного контроля и управления. Для этих целей обычно применяют информационные средства управления проектами, в основе которых лежат известные математические методы расчета критических работ, оценки освоенного объема и анализа программных рисков. Несмотря на популярность, подобные средства не учитывают конструктивные особенности реализуемых проектов, что неизбежно приводит к ошибкам планирования и дополнительным затратам на их устранение в ходе реализации. Воплощение масштабных высокотехнологичных проектов, таких как возведение небоскреба, комплексная застройка нового района, реконструкция памятника культурного наследия, требует комплексного подхода, сочетающего традиционные методы управления с многофакторным анализом календарно-сетевых графиков (1D), конструкторской (3D) и сметной (1D) документации. Таким образом реализуется концепция 4D-моделирования (или BIM – информационного моделирование зданий): управление проектом строительства или реконструкции с помощью имитационного моделирования объекта производства работ. Информационная модель содержит всю возможную информацию о проекте, включая чертежи, получаемые из 3D-модели объекта, сметную документацию, календарный график строительства, договора, переписку и многое другое. Исходя из указанного выше, 4D-моделирование обладает следующими преимуществами с точки зрения управления проектами:

- Использование единой 3D-модели, содержащей самый актуальный вариант конструкторской документации, спецификаций, смет, позволяет наладить управление изменениями и обменом информацией. Данные процессы напрямую повлияют на удобство управления качеством проекта.

- Использование графика производства работ с привязкой к конструктивам даёт возможность наладить управление закупками и управление сроками, ресурсами проекта.

- Комплексная информационная модель проекта позволяет системно рассмотреть всю имеющуюся по проекту информацию, что, в свою очередь, даёт возможность разработать и внедрить комплексную методологию управления содержанием проекта строительства или реконструкции. 4D-модель, единая на всех фазах жизненного цикла проекта, позволяет эффективно управлять проектом при осуществлении планирования, исполнения, мониторинга и анализа.

- Использование BIM-технологий позволяет управлять целями и задачами проекта, требованиями заинтересованных сторон, интеграцией проекта. Для проектов реконструкции высотных инженерных сооружений это особенно важно ввиду их специфики, а также необходимости управлять архитектурно-строительной интеграцией проекта [1-3].

В табл. 1 показаны характеристики наиболее известного программного обеспечения для построения 4D-моделей и управления проектами. Сравнение и оценки по различным критериям производились экспертным методом по результатам анализа литературных и интернет-источников [4-10].

Анализ табл. 1 позволяет заключить, что лучшим выбором для 4D-моделирования проектов строительства и реконструкции высотных инженерных сооружений является программное обеспечение компании Syncro Software. Рассмотрим алгоритм создания 4D-модели проекта строительства или реконструкции с помощью данного программного обеспечения. Он показан на рис. 1.

Рассмотрим различные 4D-модели проекта реконструкции высотного инженерного сооружения. В качестве объекта визуализации была выбрана радиобашня им. Шухова.

Таблица 1

Сравнительная характеристика программ для 4D-моделирования

Наименование критерия \ Наименование ПО	Synchro Software	Navisworks от Autodesk	ArchiCAD от Graphisoft	Bentley Systems
Степень развития средств для 3D-моделирования объекта	10	10	10	10
Развитие модулей для визуализации строительных процессов во времени	10	8	6	10
Развитие средств для управления документами, коммуникациями и осуществления анализа	8	4	6	10
Развитие средств интеграции с другими программами	10	8	6	4
Наличие модулей для показа инженерных коммуникаций	есть	есть	есть	есть
Удобство для начинающих пользователей	6	8	6	4
Удобство для коммерческого использования	8	6	8	10
Наличие единой платформы/множества отдельных модулей	единая пл-рма	отдельные модули	единая пл-рма	отдельные модули



Рис. 1. Алгоритм построения 4D-модели средствами Synchro

Разработанный алгоритм (рис. 1) позволил выполнить визуализацию двух технологических альтернатив реконструкции радиобашни им. Шухова:

- реконструкция с использованием мостовых инвентарных конструкций МИК-С и принципа «матрешки» - выбран для визуализации, так как метод, близкий к рассматриваемому, использовался самим Шуховым В.Г. при возведении башни (рис. 2);
- реконструкция с использованием временной несущей конструкции и метода поярусного поддомкрачивания – выбран по причине утверждения данной технологии как первого этапа реконструкции в качестве противоаварийных мероприятий (рис. 3).

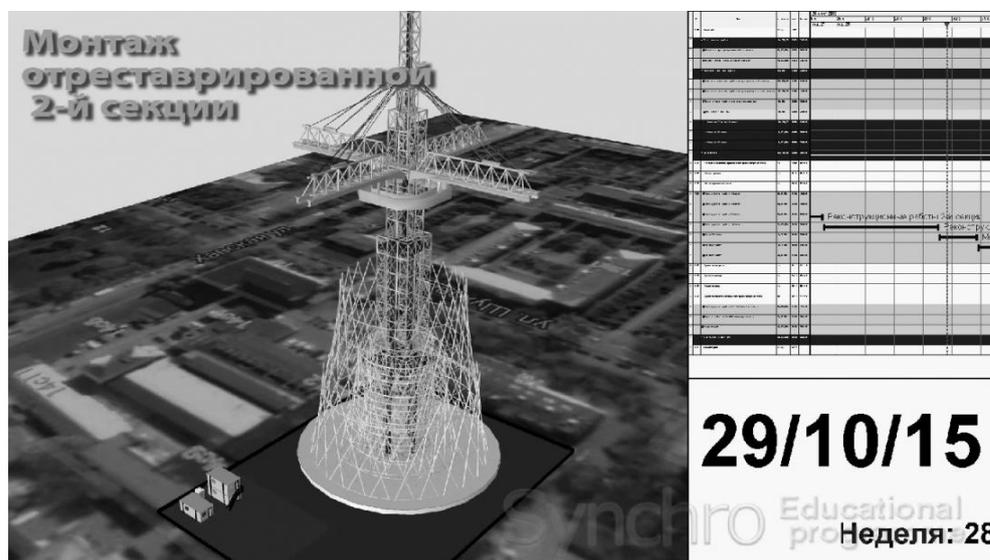


Рис. 2. Реконструкция с использованием мостовых инвентарных конструкций МИК-С и принципа «матрешки»

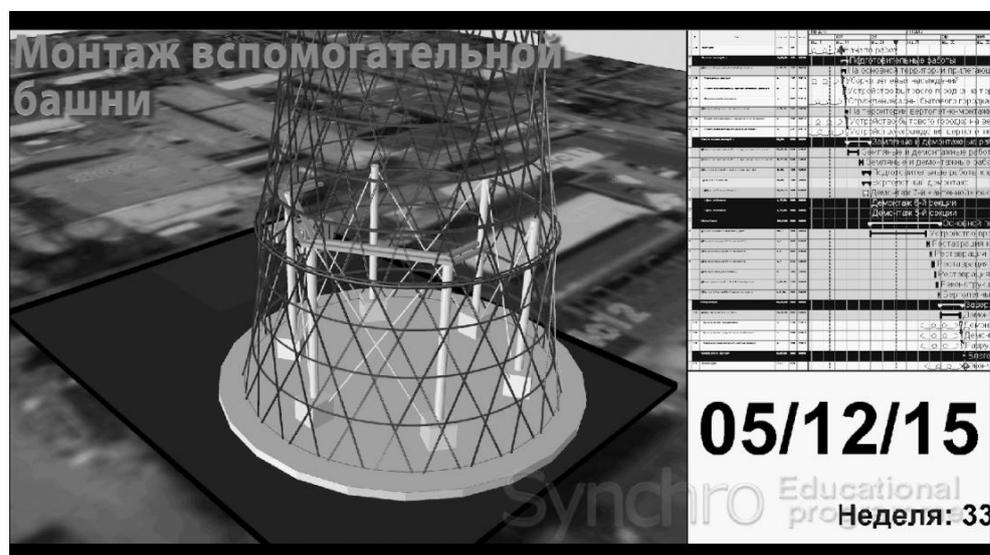


Рис. 3 Реконструкция с использованием временной несущей конструкции и метода поярусного поддомкрачивания

Выводы.

1. Проведенный анализ программного обеспечения для 4D-моделирования в строительстве позволил выявить положительные, отрицательные стороны, рациональные области применения программ и концепции технологии 4D-моделирования, а также позволил сделать обоснованный выбор программного обеспечения для построения 4D-моделей проектов строительства и реконструкции.

2. Разработанный алгоритм позволяет визуализировать технологические альтернативы для различных проектов реконструкции высотных инженерных сооружений.

3. Разработка 4D-моделей реконструкции башни Шухова позволила увидеть анимацию строительных процессов, увязанных во времени, для варианта реконструкции с использованием лесов и метода поярусного поддомкрачивания; с использованием мостовых инвентарных конструкций МИК-С и принципа «матрешки».

ЛИТЕРАТУРА

1. Дункан, В. Основы управления проектами / В. Дункан, М. Грашина - Санкт-Петербург: «Питер», 2006. - 208 с.
2. Менее оптимистичный взгляд на BIM [Электронный ресурс] / А. Бауск. - Режим доступа: <http://dwg.ru/pub/46>. - Название с экрана.
3. Автоматизация управления строительными проектами [Электронный ресурс] / А. Зотов. - Режим доступа: <http://www.slideshare.net/AlexeyZotov/01-bim-4-d-synchro>. - Название с экрана.
4. ARCHICAD 19 - высокопроизводительный BIM [Электронный ресурс] / М. Дэй. - Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18018. - Название с экрана.
5. Сметы из BIM-модели Autodesk Revit [Электронный ресурс] / В.А. Изатов, И.А. Воронин. - Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18367. - Название с экрана.
6. Почему компания Sylla перешла на ArchiCAD [Электронный ресурс] / А. Немых, А. Осьмяков. - Режим доступа: <http://openbim.ru/events/news/20140721-1451.html>. - Название с экрана.
7. Официальный сайт компании Bentley Systems [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.bentley.com/en>. - Название с экрана.
8. Официальный сайт компании Autodesk [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.autodesk.com/>. - Название с экрана.
9. Официальный сайт компании Graphisoft в России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.graphisoft.ru/>. - Название с экрана.
10. Официальный сайт компании Synchro Software [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://synchrold.com/>. - Название с экрана.

Рецензент статті
к.т.н., проф. Тесля Ю.М.

Стаття рекомендована до
публікації 03.03.2016 р.