

## КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ДЕТАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОПАЛУБКИ

ХОТЬКО А.А.<sup>1</sup>, КУРГАНОВ Е.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>к.т.н, доцент кафедры «Строительные конструкции имени доктора технических наук,  
профессора Т.М. Пецольда»

<sup>2</sup>студент 4 курса специальности 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

*Неточности в конструкции опалубки создают проблемы на строительной площадке, в большинстве своем связанные с безопасным и точным ее размещением, что часто требует различных уточнений и переделок. Также, использование устаревших методов проектирования, таких как 2D-моделирование, создают дополнительные трудности, не позволяя выявить существующие недостатки опалубки еще на этапе проектирования. Однако с развитием современных цифровых технологий в проектировании отдельных конструкций, моделирование опалубки на основе BIM позволяет строительным подрядчикам заблаговременно решать проблемы с размером и формой опалубки. Такой подход приводит к качественному выполнению работ и минимальному количеству отходов.*

Ключевые слова: BIM, моделирование опалубки, цифровые технологии, 3D-моделирование, IFC.

## THE CONCEPT OF USING BIM FOR DETAILED MODELING OF FORMWORK

KHOTSKO A.A.<sup>1</sup>, KURHANAU Y.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhD in Technology, Associate Professor

<sup>2</sup>student of the specialty «Real Estate Appraisal and Management»  
Belarus National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

*Inaccuracies in the formwork design create problems on the construction site, mostly related to its safe and accurate placement, which often requires various refinements and alterations. Also, the use of outdated design methods, such as 2D-modeling, creates additional difficulties, not allowing to identify the existing disadvantages of the formwork at the design stage. However, with the development of inaccuracies in the formwork design create problems on the construction site, mostly related to its safe and accurate placement, which often requires various refinements and alterations. Also, the use of outdated design methods, such as 2D modeling, creates additional difficulties, not allowing to identify the existing disadvantages. This approach leads to high-quality work and a minimum amount of waste.*

Keywords: BIM, formwork modeling, digital technologies, 3D-modeling, IFC.

## ВВЕДЕНИЕ

Опалубка – это совокупность элементов и деталей, предназначенных для образования формы монолитных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений, возводимых на строительной площадке [1].

В настоящее время, спрос на усовершенствованное моделирование бетонной опалубки и ее детализацию резко возрос в связи с агрессивной урбанизацией, требующей сложных и быстро развивающихся строительных проектов. Но без точных объемов данных подрядчики-строители часто сталкиваются с несоответствиями в размещении опалубки на строительной площадке. В целях устранения данного недостатка, авторы предлагают использование технологии BIM-моделирования, которая поможет подрядчикам преодолеть его с улучшенной точностью детализации опалубки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

BIM-модели предлагают 3D-визуализацию конструкции опалубки, улучшая видимость элементов проекта. Подрядчики могут увидеть элементы опалубки по отношению к другим строительным элементам и их взаимосвязь между собой в 360-градусном ракурсе. Они также могут спланировать выполнение установки опалубки в соответствии с ограничениями по размерам и форме, положениями о безопасности и требованиями к строительным лесам для заливки бетона на месте. BIM-технологии позволяют подрядчикам планировать процесс строительства с разумным использованием модулей опалубки. Это приводит к минимальным потерям материала, лучшей отделке и экономии времени и затрат.

Значительное число строительных подрядчиков и компаний по производству опалубки по-прежнему используют методы, основанные на 2D CAD, для планирования, изготовления и установки опалубки, в результате чего авторы выделяют такие минусы как:

1. Отсутствие визуализации деталей проекта при традиционном проектировании опалубки приводит к большим переделкам, затратам времени и материалов;
2. Неэффективное планирование и размещение опалубки или наличие протечек приводит к неудачной заливке бетона, увеличению рисков на месте установки, угрозе безопасности и разрушению конструкции;
3. Отсутствие сотрудничества между многочисленными заинтересованными сторонами на этапе подготовки к строительству снижает качество опалубки для строительства.

Детализация опалубки на базе BIM-технологии обеспечивает решения данных недостатков. Авторы выделяют такие преимущества как:

### *Точное и безопасное планирование размещения опалубки*

Для строительных подрядчиков работа с точной и богатой данными конструктивной 3D-моделью обеспечивает ясность в планировании и размещении опалубки. Углубленная визуализация с использованием эффективных инструментов обеспечивает создание правильной геометрии опалубки и ее компонентов. Геометрия заливки бетона, смоделированная в 3D, может помочь точно определить правильные углы и местоположение для ускорения монтажа конструкции.

Строительные подрядчики смогут работать с обновляющейся информацией, хранящейся в 3D-моделях, а также с извлеченными из модели рабочими чертежами и документацией. BIM-моделирование сокращает разрозненные рабочие процессы и поддерживает подрядчиков в рабочих процессах моделирования опалубки для быстрого и безопасного строительства.

### *Легкий доступ к спецификациям проекта из BIM-модели*

3D-модели опалубки, созданные на основе 2D-чертежей или данных в формате pdf с помощью Revit, содержат планируемые планировки этажей, а также листы необходимых элементов системы. Горизонтальные панели используются для полов, плит, балок, а вертикальные панели - для колонн, стен и т.д. Эти панели должны выдерживать усилия заливаемого бетона, сохраняя при этом требуемую форму бетонного элемента. Таким образом, крайне важно иметь точно спроектированные панели опалубки в требуемом месте.

Рабочие чертежи, созданные с использованием BIM-модели, позволяют получить точное количество деталей, спецификаций, размеров и ссылок на местоположение для беспроблемной документации, изготовления и монтажа. 3D-визуализация опалубки и отображение ее компонентов помогают строительным подрядчикам выявлять труднодоступные места и снижать риски при непосредственном монтаже.

#### *Предотвращение неточностей при стыковке компонентов на этапе моделирования*

Вместо того, чтобы выявлять и устранять недостатки опалубки в условиях стройплощадки, BIM-моделирование использует предупреждающий подход. Моделирование временной опалубки и постоянных бетонных конструкций в единой 3D-геометрии позволяет упростить точечную стыковку компонентов по сравнению с 2D-чертежами.

Улучшенная координация между различными дисциплинами обеспечивает большую видимость для подрядчиков в плане обнаружения и устранения дорогостоящих помех. Координация и разрешение конфликтов с использованием BIM на стадии подготовки к строительству сокращает количество переделок и материальных отходов, а также экономит время.

#### *Улучшенные результаты проекта с точки зрения потраченного времени и затрат*

Моделирование с помощью BIM-технологий помогает подрядчикам анализировать конструкцию с точки зрения несущей способности. Любое отклонение в размерах элементов изменяет параметры бетонной конструкции. Модели опалубки на основе BIM-моделирования позволяют подрядчикам собирать арматурный каркас в 3D и размещать арматуру нужных размеров в арматурной бетонной опалубке.

Использование данных из точной и насыщенной информацией 3D-модели ускоряет моделирование и стандартизацию. Для создания модели используются файлы IFC (International Foundation Class) – это файлы информационного моделирования зданий (BIM), которые импортированные в инструменты BIM, такие как Revit, поддерживают создание полнофункционального результата BIM [2]. Семейства опалубок в Revit обеспечивают большую кастомизацию для улучшения процесса изготовления и монтажа. Создание чертежей и 3D-моделей на единой платформе, такой как BIM 360, облегчает быстрое производство и реализацию проекта.

#### *Улучшенные циклы заливки бетона без рисков сбоев*

Детализация опалубки в 3D способствует точному и высококачественному планированию, производству и монтажу опалубки. Для достижения успешной заливки бетона требуется точный подсчет количества заливки и точное количество материала. Для обеспечения бесперебойности циклов заливки требуется точное планирование логистики, точная компоновка строительных лесов, расчеты нагрузки, а также последовательность использования опалубки.

Получение точных и надежных оценок расхода бетона в рамках BIM-моделирования снижает риск сбоев при общем планировании и монтаже. Внесение гибких изменений в данные цикла заливки в режиме реального времени позволяет нескольким бригадам быть в курсе точных расчетов количества применяемых материалов.

Детальное моделирование опалубки, в основном, применяется на рынке Европы. Например, такой подход был применен при строительстве опалубки для Коммерческого офиса в Нидерландах. [3] K Hitech CADD Services обратилась компания по производству опалубки из Нидерландов. Их бизнес-потребности включали согласованную 3D-модель Revit с чертежами магазина. Проект 22-этажного коммерческого здания требовал 3D-визуализации, чтобы понять общую композицию и структуру коммерческого здания. Команда использовала инструменты BIM, такие как Revit, Dynamo и BIM 360, для преобразования 2D-чертежей в скоординированную и свободную от неточностей 3D-модель. Использование BIM-моделирования в опалубке дало значительный эффект для клиента, а именно:

1. Сокращение времени производства на 20%;

2. Точное и бесппроблемное создание рабочих чертежей;
3. 100% качество продукции.

## ВЫВОДЫ

В рамках исследования, авторы считают важность преодоления разрыв между планированием, изготовлением и монтажом опалубки. Большой акцент на коммуникации между строительными подрядчиками и координации строительного процесса через призму BIM-моделирования делает крайне важным детализировать временную опалубку на стадии подготовки к строительству. Это позволяет избежать дорогостоящих изменений на более позднем этапе.

Способность BIM-технологий создавать точные 3D-визуализации и улучшенное сотрудничество между подрядчиками позволяет поддерживать опалубку с современными тенденциями строительства. Однако стоит учитывать, что технологии BIM-моделирования находятся в начале своей интеграции в процессы строительной отрасли. Основными недостатками, которые мешают начать повсеместное распространение, являются дорогостоящее программное обеспечение, нехватка квалифицированного персонала, а также недоверие некоторых партнеров к применению данной технологии [4].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Политехнический словарь. Гл. ред. И.И. Артоболевский. М.: Советская Энциклопедия. 1977. - 608с.
2. International Foundation Class. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.spatial.com/resources/glossary/what-is-ifc> – Дата доступа: 30.11.2022.
3. Formwork Construction on BIM 360 for Commercial Office, Netherlands. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hitechcaddservices.com/case-studies/formwork-construction-on-bim-360-for-commercial-office-netherland/> – Дата доступа: 01.12.2022.
4. 5 Advantages and Disadvantages of using BIM modeling. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.urcadservices.com/post/5-advantages-and-disadvantages-of-using-bim-modeling> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 05.12.2022.
5. How BIM modeling helps structural contractors improve formwork detailing. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hitechcaddservices.com/news/bim-based-formwork-modeling-for-structural-contractors/> – Режим доступа: 10.12.2022.

## REFERENCES

1. Polytechnic Dictionary. Gl. ed. by I.I. Artobolevsky. M.: Soviet Encyclopedia. 1977. - 608s.
2. International Foundation Class. [Electronic resource]. – Access Mode: <https://www.spatial.com/resources/glossary/what-is-ifc> – Access Date: 30.11.2022.
3. Formwork Construction on BIM 360 for Commercial Office, Netherlands. [Electronic resource]. – Access Mode: <https://www.hitechcaddservices.com/case-studies/formwork-construction-on-bim-360-for-commercial-office-netherland/> – Access Date: 01.12.2022.
4. 5 Advantages and Disadvantages of using BIM modeling. [Electronic resource]. – Access Mode: <https://www.urcadservices.com/post/5-advantages-and-disadvantages-of-using-bim-modeling> [Electronic resource]. – Access Date: 05.12.2022.
5. How BIM modeling helps structural contractors improve formwork detailing. [Electronic resource]. – Access Mode: <https://www.hitechcaddservices.com/news/bim-based-formwork-modeling-for-structural-contractors/> – Access Date: 10.12.2022.