

Таким образом, использование механических соединений арматуры гарантирует повышение конструктивной целостности и улучшение технологичности. Технологии механического соединения арматуры по сравнению с соединением внахлестку – это упрощение бетонирования, улучшение соотношения сталь – бетон, отсутствие соединений внахлестку в зонах высоких напряжений, уменьшение размеров колонн и, равно, увеличение полезной площади возводимого помещения, отсутствие перерасхода арматуры, компактные соединения с полной прочностью и без сдвига, любые длины арматурных стержней.

При строительстве сложных инженерных сооружений с повышенной нагрузкой технология равнопрочного соединения позволяет уменьшить нагрузку на фундамент, обеспечив большие сроки эксплуатации объектов. Помимо этого, применение механического способа соединения арматуры может существенно снизить сроки возведения, а главное сократить расход арматуры. Экономические расчеты подтверждают преимущество механического способа над более распространенными: сваркой и соединением внахлест.

#### **Список цитированных источников**

1. Пецольд, Т. М. Механический способ соединения арматуры с помощью обжимных муфт / Т. М. Пецольд, В. Н. Козловский, А. И. Венжик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://proekt.by/stroitelnie\\_resheniya-b27.0/](http://proekt.by/stroitelnie_resheniya-b27.0/). – Дата доступа 14.05.2020.

2. Пецольд, Т. М. Практика применения механических соединений арматуры при строительстве Гостинично-делового комплекса с теннисным центром в городе Минске / Т. М. Пецольд, В. В. Латыш // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Ф. Прикладные науки. – 2018. – №16. – С. 51–54.

3. Дьячков, В. В. Прочность и деформативность резьбовых механических соединений арматуры / В. В. Дьячков // Бетон и железобетон. – 2006. – № 1. – С.11–14.

4. Мадатян, С. А. Сжатые железобетонные элементы с механическими соединениями рабочей арматуры / С. А. Мадатян // Бетон и железобетон. – 2007. – № 4. – С.16–20.

5. Дьячков, В. В. Прочность и деформативность резьбовых механических соединений арматуры / В. В. Дьячков Молодые ученые в транспортной науке. Научные труды ОАО ЦНИИС. Вып. 228. – М.: ОАО ЦНИИС. – 2005. – С. 78-86.

УДК 693

*Касперович Д. А.*

*Научный руководитель: к. т. н., Акулова О. А.*

## **УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ЗДАНИЯ**

Изменение государственного строя привело к потере преэминентности в разных сферах деятельности. Строительство не стало исключением.

В случае, если владелец не может обеспечить безопасность функционирования здания или комплекса объектов, оценить состояние строительного объекта на данном этапе и спрогнозировать дальнейшие ресурсные затраты, нет возможности принять решение о дальнейшей эксплуатации здания.

Необходимо формирование инфографической модели здания, которая позволяет: передавать текущее состояние строительного объекта, хранить инфор-

мацию об истории здания или комплекса сооружений, прогнозировать состояние объекта в краткосрочной и долгосрочной перспективе [1].

В настоящее время, если команда разработчиков использует информационное моделирование зданий (BIM), руководители объектов могут и обязаны принять в этом участие на этапе проектирования, чтобы полностью использовать преимущества, предоставляемые BIM [2].

Процесс информационного моделирования на любом этапе работы с объектом подчиняется общим принципам:

- принципу единой модели, означающему согласованность информации при работе;

- принципу прагматизма, согласно которому каждый раз моделируется ровно столько, сколько требуется для решения поставленной задачи;

- принципу согласованного моделирования, означающему необходимость единого подхода к работе над всем проектом.

Особенности моделирования зависят от специфики решаемых задач и фактически определяют, какую информацию необходимо иметь «на входе» и какую – «на выходе» для каждого этапа работы.

Основные принципы моделирования требуют детального осмысления и подробной проработки всех стадий жизненного цикла здания [3].

Таким образом, серьезный BIM на уровне отрасли должен начинаться с подробного описания стадий жизненного цикла объекта строительства.

Жизненный цикл здания или сооружения – период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения [3].

Однако более правильно будет использовать для зданий, особенно в целях информационного моделирования, более универсальное определение: жизненный цикл системы – совокупность стадий, охватывающих различные состояния системы, начиная с момента возникновения необходимости в такой системе и заканчивая полным завершением работы с ней.

Жизненный цикл здания включает в себя три этапа:

1. Этап возведения – принятие решения и организация возведения здания.

Данный этап включает в себя циклы:

- инженерно-геологических изысканий;

- проектирования;

- возведения здания или сооружения.

2. Этап эксплуатации – поддержание работоспособного состояния строения его владельцем или эксплуатантом (управляющей компанией) с целью обеспечения комфортности жизнедеятельности и/или производительной деятельности функционирующего в строении человека или коллектива людей.

Данный этап включает в себя циклы [1]:

- диагностики и мониторинга технического состояния здания и/или комплекса зданий с целью определения текущего состояния объекта по одному или нескольким параметрам;



Уровень проработки (графическое отображение) показывает основополагающие геометрические параметры элемента модели (внешний вид, цвет, форма и др.), пространственные, количественные, а еще и любые атрибутивные данные, требуемые для решения задач информационного моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта.

Существуют пять базовых уровней проработки: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500 (рисунок 2).



*Рисунок 2 – Различные уровни проработки информационной модели [5]*

Рассмотрим, каким этапам жизненного цикла объекта соответствуют уровни проработки.

1. Обоснование инвестиций:

– LOD 100 – концептуальная модель. Элемент ЦИМ представлен как объемные формообразующие элементы с примерными размерами, формой, пространственным положением и ориентацией или в виде двухмерного объекта, имеет необходимую атрибутивную информацию;

– LOD 200 – модель без высокой детализации, но имеет необходимые габариты. Элемент ЦИМ представлен в виде трехмерного объекта или сборки с предварительными изменяемыми размерами, формой, пространственным положением ориентацией и требуемой атрибутивной информацией.

2. Проектно-изыскательные работы:

– LOD 300 – модель уже соответствует реальности. Элемент ЦИМ изображен в виде объекта или сборки, с точными пространственными размерами, формой, точным пространственным положением, ориентацией и необходимой атрибутивной информацией;

– LOD 400 – предполагает наличие всей необходимой информации для изготовления элемента. Элемент ЦИМ представлен в виде конкретной сборки с точными фиксированными размерами, включая размеры элементов узловых соединений, формой, пространственным положением, ориентацией, данными по изготовлению и монтажу и прочей требуемой атрибутивной информацией.

3. Строительство и эксплуатация:

– LOD 500 – передача модели в эксплуатацию. Элемент ЦИМ имеет вид конкретной сборки с фактическими размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и атрибутивной информацией, которой вполне достаточно для передачи модели в эксплуатацию, с наличием исполнительной документации.

Можно сделать вывод, что уровень проработки является важной составляющей для BIM-моделирования. Он является общим языком между заказчиком и исполнителем, благодаря которому модель будет качественной [5].

Внедрение BIM упрощает управление строительством на протяжении всего цикла, начиная с первоначального этапа до завершения (включая его замораживание или реструктуризацию).

BIM предоставит новые возможности для достижения новых уровней и стандартов в строительстве и управлении.

С помощью BIM можно будет контролировать весь процесс строительства, от проектирования до завершения и даже дальнейшей эксплуатации, так как его гибкие подходы позволяют вносить коррективы и дополнения на любом этапе строительства, а особенно на этапах реализации и управления. Система BIM может эффективно управлять любыми изменениями проекта, определяя все возможные ошибки [6].

#### **Список цитированных источников**

1. Коротков, Д. Ю. Жизненный цикл строительного объекта [Электронный ресурс] / Д. Ю. Коротков, В. О. Чулков. – Мир науки. – Выпуск 1. – 2013. – Режим доступа: <https://mir-nauki.com>. – Дата доступа: 24.04.2023.

2. Intelvision [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.intelvision.ru>. – Date of access: 24.04.2023.

3. Талапов, В. В. Жизненный цикл здания и его связь с внедрением технологии BIM / В. В. Талапов // САПР и графика. – 2017. – № 2 (244). – С. 8–12.

4. inLab school [Electronic resource]. – Mode of access: <https://inlab-school.com>. – Date of access: 24.04.2023.

5. BIMLIB [Electronic resource]. – Mode of access: <https://bimlib.pro>. – Mode of access: 24.04.2023.

6. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы III Международной научно-практической конференции; СПбГАСУ. – Санкт-Петербург, 2020. – 446 с.

УДК 347.787

*Карнович А. С.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Ипатова О. В.*

## **ЗАЩИТА ПРАВ АВТОРОВ ПРОИЗВЕДЕНИЙ АРХИТЕКТУРНОГО ДИЗАЙНА С ПОМОЩЬЮ NFT**

Изменению авторского права способствуют не только дигитализация, интернет, социальные сети, но и такие современные информационные технологии, как блокчейн и NFT. Блокчейн как технология и токены являются одновременно и новым объектом гражданских правоотношений, и техническими (криптографическими) средствами защиты информации и интеллектуальной собственности. А некоторые протоколы NFT представляют собой новую форму или новый вид произведения наподобие компьютерной программы, код которой считается произведением литературы.

Эти информационные технологии в силу уникальности криптографического кода, технологии записи и хранения информации о произведении