



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

## ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА

**Белоусов А.В.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет» (679016, г. Биробиджан, Еврейская автономная область, пер. Театральный, 4), e-mail: Belous4555@yandex.ru*

Строительство современных промышленных объектов сопряжено с рядом трудностей, в преодолении которых, важное место занимает внедрение технологии информационного моделирования. Данные технологии обеспечивают необходимый уровень качества в контроле за строительством крупных промышленных объектов, а также в управлении строительными объектами. Применение информационного моделирования зданий (BIM) в строительной отрасли применяется уже много лет назад. Это потому, что BIM может обеспечить лучшее преимущество в строительной отрасли с точки зрения контроля и управления строительными проектами в течение их жизненного цикла. Преимущества, которые может предоставить BIM, сосредоточены на задачах внутреннего планирования строительства крупного промышленного объекта.

Ключевые слова: информационное моделирование, строительные проекты, промышленные объекты, автоматизация строительства, качество строительства.

## TECHNOLOGIES OF INFORMATION MODELING IN THE CONSTRUCTION OF A LARGE INDUSTRIAL FACILITY

**Belousov A.V.**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Far Eastern State Agrarian University", Russia (679016, Birobidzhan, Jewish Autonomous Region, Teatralny per., 4), e-mail: Belous4555@yandex.ru*

The construction of modern industrial facilities is associated with a number of difficulties, in overcoming which, the introduction of information modeling technology plays an important role. These technologies provide the necessary level of quality in the control over the construction of large industrial facilities, as well as in the management of construction sites. The application of Building Information Modeling (BIM) in the construction industry has been around for many years. This is because BIM can provide the best advantage in the construction industry in terms of monitoring and managing construction projects throughout their lifecycle. The benefits that BIM can provide are focused on the tasks of internal planning for the construction of a large industrial facility.

Keywords: information modeling, construction projects, industrial facilities, construction automation, construction quality.

Для охвата наружного планирования в строительном проекте необходимо применять географическую информационную систему (ГИС). ГИС может решить эту проблему, потому

что ГИС в основном предназначены для наружного планирования, используя их пространственный анализ. ГИС может предложить высокую степень геопространственной информации и может предоставить подробную геометрическую и семантическую информацию о здании, чтобы помочь улучшить автоматизацию.

Для улучшения подготовки в строительном проекте необходимо интегрировать BIM и ГИС. Чтобы интегрировать оба домена, необходимо изучить совместимость данных между ними, поскольку они используют разные стандарты данных. Это исследование сосредоточено на решении проблемы взаимодействия данных посредством интеграции данных между BIM и ГИС для решения проблемы несоответствия данных и отсутствия данных в процессе преобразования данных. [6, с. 158]

В качестве стандарта данных для интеграции данных между BIM и ГИС использовались отраслевые базовые классы (IFC). Результаты этого исследования показывают, что при обеспечении взаимодействия данных между BIM и ГИС вышеуказанная проблема может быть решена, а размерность данных и их система координат также могут контролироваться.

Моделирование пространственных объектов в трехмерной (3D) среде стало обычным явлением. С появлением технологии сбора 3D-данных, которую можно использовать на уровне конечного пользователя (например, LiDAR), 3D-данные стали доступными и упрощают процесс моделирования 3D-объектов. В настоящее время использование трехмерных пространственных объектов используется в различных приложениях, таких как моделирование окружающей среды, информационное моделирование зданий на основе ГИС и трехмерное моделирование городов. Несмотря на это, все еще существуют различные проблемы, поскольку трехмерная интеграция объектов между различными полями иногда требует дополнительных оценок.

Информационная модель здания (BIM) - это платформа, которая используется для управления данными, содержащими пространственные характеристики и атрибуты здания. С 2000-х годов BIM применяется на протяжении всего цикла строительного проекта для поддержки данных сотрудничества и интеграции проекта, а также для помощи в разработке.

Географическая информационная система (ГИС) - это один из методов, которые можно использовать для получения и обработки пространственных данных, касающихся топографии и текущей ситуации на местности строительной площадки. Это усилие можно найти во многих исследованиях. Таким образом, информация о месте и высоте может интегрироваться с местоположением здания на участке. ГИС также использовалась для решения трудностей планирования планировки территории, например, для размещения временных объектов. [2, с. 8]

Чтобы контролировать процедуру разработки на этапе подготовки к строительству, можно использовать интеграцию BIM и ГИС, чтобы рекомендовать значительные преимущества. Это связано с тем, что BIM может предложить геометрию, пространственные отношения и возможности строительных элементов, в то время как ГИС может обеспечить пространственный анализ на начальном этапе процедуры закупки, а BIM можно использовать для отображения результатов анализа ГИС в виртуальном трехмерном мире.

Несмотря на то, что ГИС может применяться для управления рельефом строительной площадки и точного определения временных объектов, для обмена информацией между наборами данных BIM и ГИС требуется более высокий уровень интеграции.

В 2006 г. Открытый геопространственный консорциум (OGC) разработал программу для подключения модели данных архитектуры, проектирования и строительства (AEC) (например, САД и BIM) к рабочим процессам ГИС. Основная проблема при слиянии данных BIM и ГИС заключается в несовместимости обоих знаний, например, системы моделирования и привязки, поскольку данные ГИС постоянно имеют географическую привязку и имеют два или два с половиной измерения, тогда как объекты BIM имеют свои собственные локальные системы координат и используют третье измерение.

Различия между обеими областями либо с точки зрения структуры данных, либо форматов данных затрудняют применение обоих приложений. Из-за этих трудностей компания buildingSMART установила и стандартизировала модель данных Industry Foundation Classes (IFC) в рамках существенной попытки обеспечить совместимость информации в строительной отрасли. IFC представляет собой унифицированную модельную схему, объясняющую данные построения. Он использует объектно-ориентированный подход для интеграции данных, необходимых заинтересованным сторонам. [4, с. 162]

Но есть разумные проблемы в решении проблем интеграции, таких как потеря некоторых данных или изменение информации и обмен данными между гетерогенными системами или программным обеспечением для промышленного моделирования с использованием IFC. Кроме того, опубликованное исследование выявило несколько проблем, связанных с интеграцией BIM и ГИС.

Несколько лет назад на основе BIM и ГИС было разработано множество приложений, раскрывающих преимущества технологий BIM и ГИС. Была разработана интегрированная модель GIS-BIM, которая наглядно демонстрирует движение материалов, доступность поставок и карту цепочки поставок. Предлагаемый метод страдает от отсутствия семантической совместимости в областях ГИС и BIM, и ему необходимо, чтобы клиент имел представление об этих технологиях и их функциях.

Например, пользователям необходимо понимать, как данные BIM характеризуются в модели ГИС после того, как происходит процесс импорта данных. Для интерпретации семантических данных между BIM и ГИС применялась база данных Microsoft Access, но этот метод весьма неэффективен, а также ему не хватает семантической совместимости. Аналогичный пример был рассмотрен, чтобы доказать преимущества, которые могут быть получены после использования семантической интероперабельности.

После нескольких лет изучения стандартов BIM и GIS были созданы различные форматы обмена данными для обеспечения совместимости данных. Например, для интеграции модели BIM с доменом ГИС были созданы отраслевые базовые классы (IFC) для модели данных ГИС (IFG) и словарь данных BuildingSMART (IFD). Хотя целью IFG является выполнение обмена данными при импорте или экспорте данных определенного типа, существует несколько разнородных классов для демонстрации строительных и геопространственных данных. [1, с. 65]

Таким образом, целесообразно использовать различные интероперабельные форматы для создания классов и классов ГИС. Текущий метод представления объектов и их взаимосвязей, предоставляемых словарем данных IFD, заключается в маркировке всех данных из формата IFC глобальным уникальным идентификатором (GUID).

Международный альянс за интероперабельность (IAI) разработал IFC как объектно-ориентированный формат файлов с моделью данных, чтобы способствовать интероперабельности в архитектуре, проектировании и строительстве (AEC).

В данном исследовании используются следующие классы IFC: IfcWall, IfcWindow, IfcDoor, IfcCovering, IfcBeam, IfcColumn, IfcStorey, IfcRoof, IfcRailing, IfcRamp, IfcStair, IfcStairflight и другие. Все эти классы IFC были включены в модель данных, разработанную для обеспечения взаимодействия данных между BIM и платформой ГИС. Эта часть модели данных не будет обсуждаться в этой статье.

После разработки модели BIM в Autodesk Revit (геометрические и семантические данные) все данные будут переведены на платформу ГИС с использованием платформы FME. FME относится к механизму манипулирования функциями, который предпринимает попытку ETL (извлечение, преобразование, загрузка) для интеграции данных. Во время преобразования BIM в IFC структура данных для каждой геометрической и семантической структуры данных была проверена, чтобы убедиться, что все данные были перенесены в формат IFC без проблем с отсутствующими данными и несоответствием данных, поскольку обычно это основная проблема, возникающая в процессе интеграции. [7, с. 128]

Эти проблемы возникают из-за того, что ГИС и BIM используют разные типы данных и форматы файлов. ГИС не поддерживает данные примитива BIM, которые создают трудности, приводящие к потере данных геометрии в процессе экспорта. BIM не устанавливает семантическую информацию, и это превращается в кризис после потери семантической информации при экспорте данных.

Следующим шагом после того, как мы убедимся в отсутствии проблем, связанных с отсутствием данных и несоответствием данных, можно выполнить процесс перевода IFC в ГИС. Этот процесс также использовал FME в качестве среды для перевода данных. На протяжении всего этого процесса проблемы с отсутствующими и несоответствующими данными также необходимо проверять, чтобы собрать все геометрические и семантические данные на одной платформе, которой является ArcGIS. В платформе ArcGIS все данные должны быть связаны друг с другом на основе разработки модели данных. [5, с. 735]

После процесса анализируется модель данных ГИС на основе характеристик данных, которая фокусируется на измерении данных (масштабировании) и данных системы координат. Кроме того, с помощью этой ГИС-модели также можно выполнять некоторые функции запроса, например, местоположения каждого элемента здания, включая их семантические данные.

Эта статья направлена на описание взаимодействия данных при преобразовании данных между BIM и ГИС без изменения размерности данных с точки зрения масштабирования и системы координат. Результаты этого документа показывают важность взаимодействия данных на протяжении всего процесса для переноса всех данных модели BIM в среду ГИС. В будущем эти данные будут расширены функциями сопоставления данных для представления данных, связывающих между собой данные, включая данные BIM и данные ГИС. [3, с. 43]

Это исследование может быть полезным для строительной отрасли, поскольку с его помощью можно эффективно управлять предварительным планированием строительства с помощью ГИС.

ГИС может предоставить функцию пространственного анализа, которую можно использовать для целей планирования, управления планом строительства в течение жизненного цикла и управления данными для целей технического обслуживания.

Пример анализа, который ГИС может использоваться для помощи строительному проекту, касается выбора площадки, планировки площадки, планирования маршрута и т. д. Будущую интеграцию можно расширить за счет более продвинутого пространственного подхода, такого как встраивание топологической информации в модель и внедрение сложных структур данных в модели.

### Список литературы

1. Андреева, А. Б. Актуальность использования технологий информационного моделирования на всех этапах "жизненного цикла" объекта капитального строительства / А. Б. Андреева // Уральский научный вестник. – 2019. – Т. 3. – № 2. – С. 63-66.
2. Аникеев, С. В. Применение информационных технологий при проектировании и строительстве промышленного объекта / С. В. Аникеев // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2019. – № 3(90). – С. 5-12.
3. Веккер, А. И. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства / А. И. Веккер // Шаг в науку. – 2021. – № 4. – С. 40-45.
4. Гусев, Е. В. Управление строительством объекта на основе моделирования технологии строительства объекта / Е. В. Гусев, А. В. Голлай // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 156-166.
5. Никифорова, М. Е. Строительство крупных объектов промышленного комплекса в аспекте социально-экономического развития территорий / М. Е. Никифорова, С. О. Яценко // Финансовая экономика. – 2018. – № 6. – С. 734-737.
6. Ожгибесова, К. Е. Технологии информационного моделирования (ТИМ) в строительстве РФ: особенности применения на различных стадиях жизненного цикла объекта / К. Е. Ожгибесова, Р. Р. Мингареева, С. Р. Сондуева // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2021. – № 11-1. – С. 157-159.
7. Трунин, Г. А. Потенциал технологий информационного моделирования объектов капитального строительства / Г. А. Трунин // Наука Красноярья. – 2021. – Т. 10. – № 4-2. – С. 125-129.

### References

1. Andreeva, A. B. The relevance of using information modeling technologies at all stages of the "life cycle" of a capital construction object / A. B. Andreeva // Ural Scientific Bulletin. - 2019. - Т. 3. - No. 2. - pp. 63-66.
2. Anikeev, S. V. Application of information technologies in the design and construction of an industrial facility / S. V. Anikeev // Economics and management of innovative technologies. - 2019. - No. 3 (90). - pp. 5-12.
3. Vekker, A. I. Information modeling of objects of industrial and civil construction / A. I. Vekker // Step into science. - 2021. - No. 4. - pp. 40-45.

4. Gusev, E. V. Gollai, A. V. Management of the construction of an object based on the modeling of the construction technology of the object. Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, radio electronics. - 2021. - Т. 21. - No. 4. - pp. 156-166.
  5. Nikiforova, M. E. Construction of large objects of the industrial complex in the aspect of socio-economic development of territories / M. E. Nikiforova, S. O. Yashchenko // Finansovaya ekonomika. - 2018. - No. 6. - pp. 734-737.
  6. Ozhgibesova, K. E., Mingareeva R. R., Sondueva S. R. Information modeling technologies (IMT) in the construction of the Russian Federation: application features at various stages of the object life cycle // Humanitarian, social and economic and social sciences. - 2021. - No. 11-1. – S. 157-159.
  7. Trunin, G. A. The potential of technologies for information modeling of capital construction objects / G. A. Trunin // Science of Krasnoyarsk. - 2021. - Т. 10. - No. 4-2. - pp. 125-129.
-