

элементами сплавах магния / А.В. Поспелов и др. // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2024. – Т. 26, № 3. – С. 504-517.

УДК 69.004.2:658.512

А. Ю. Эйтерник, Н. А. Малев

Казанский государственный энергетический университет
г. Казань, Россия

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИМ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ
РАЗДЕЛА «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»**

A. Y. Eyternik, N. A. Malev

Kazan State Power Engineering University
Kazan, Russia

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы применения технологий информационного моделирования (BIM) при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств. Проанализированы ключевые проблемы традиционного подхода, такие как слабая координация между смежными разделами проекта, ошибки в трассировке кабельных сетей и размещении оборудования. Подробно описаны преимущества BIM-технологий, включая создание единой информационной среды, возможность трехмерного координирования, автоматизацию выпуска документации и использование данных модели на всех этапах жизненного цикла объекта. Особое внимание уделено структуре информационной модели раздела автоматизации, включающей геометрическую, спецификационную и аналитическую части. Приведены практические аспекты работы в BIM-среде: создание библиотеки интеллектуальных семейств, организация совместной работы.

**THE USE OF BIM TECHNOLOGIES IN THE DESIGN OF
THE SECTION "AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL
PROCESSES AND PRODUCTION"**

Abstract. The article discusses topical issues of the use of information modeling (BIM) technologies in the design of automation systems for technological processes and production facilities. The key problems of the traditional approach are analyzed, such as poor coordination between adjacent sections of the project, errors in tracing cable networks and equipment placement. The advantages of BIM technologies are described in detail, including the creation of a unified information environment, the possibility of three-dimensional coordination, automation of documentation production and the use of model data at all stages of the object's life cycle. Special attention is paid to the structure of the information model of the automation section, which includes geometric, specification and analytical parts. Practical aspects of working in a BIM environment are presented: creating a library of intelligent families, organizing collaboration.

Современное проектирование промышленных объектов характеризуется возрастающей сложностью инженерных систем, ужесточением требований к энергоэффективности, надежности и безопасности. Особую роль в обеспечении этих параметров играют автоматизированные системы управления технологических процессов и производств (АСУ ТП). Традиционное двумерное проектирование раздела «Автоматизация» (шифр «АПВ» по ГОСТ 21.1101-2013) зачастую сталкивается с рядом системных проблем: отсутствие наглядной визуализации, сложности в координации с архитектурно-строительными и технологическими решениями, рутинный характер оформления документации, что в конечном итоге приводит к коллизиям и ошибкам на стадии строительно-монтажных работ.

Выходом из этой ситуации является переход на технологии информационного моделирования (BIM – Building Information Modeling). BIM – это не просто трехмерное моделирование, это принципиально новый подход к созданию, управлению и использованию информации об объекте на всем его жизненном цикле [1].

Целью данной статьи является анализ возможностей, преимуществ и практических аспектов применения BIM-технологий при проектировании раздела «Автоматизация технологических процессов и производств».

Классическая методика проектирования на основе комплекта чертежей в формате 2D имеет ряд существенных недостатков, которые особенно критичны для сложных промышленных объектов:

1. Слабая междисциплинарная координация. Проектировщики автоматизации работают изолированно от специалистов по технологическому оборудованию, архитекторов, электриков и сантехников. Это приводит к пространственным коллизиям, когда кабельные лотки пересекаются с воздуховодами, а шкафы управления устанавливаются в местах прохождения технологических трубопроводов.

2. Отсутствие наглядности. Двумерные схемы и планы не дают полного представления о пространственном расположении оборудования, датчиков, исполнительных механизмов и трасс кабельных сетей. Это затрудняет проверку проекта и принятие решений.

3. Высокая трудоемкость и вероятность ошибок. Внесение изменений в один из смежных разделов требует ручного переноса этих изменений в раздел АПВ, что отнимает значительное время и чревато «человеческим фактором».

4. Разрозненность информации. Данные содержатся в различных документах (спецификации, схемы, планы), их согласование требует дополнительных усилий. Отсутствует единый источник достоверной информации.

Эти проблемы влекут за собой финансовые потери из-за переделок, задержки в сроках сдачи объекта и снижение общего качества проекта.

BIM-модель объекта – это не просто геометрическая 3D-модель, а структурированный цифровой прототип, содержащий всю необходимую информацию о его элементах. Применительно к разделу автоматизации информационная модель включает в себя:

1. Геометрическая часть: Трехмерные объекты (шкафы управления, контроллеры, датчики, исполнительные механизмы, кабельные лотки, короба, трубы КИПиВ).

2. Спецификационная часть: Атрибутивные данные, привязанные к каждому объекту: артикул, производитель, модель, технические характеристики (диапазон измерения, точность, тип выходного сигнала для датчика; тип управления, крутящий момент для исполнительного механизма и т.д.).

3. Аналитическая часть: Данные для проведения расчетов (например, длины кабелей), формирования спецификаций, организации эксплуатации.

В данном случае преимуществами применения BIM-технологий будут выступать следующие ключевые моменты:

1. BIM-системы позволяют проводить автоматизированную проверку (коллизий) между различными разделами проекта. Проектировщик может заранее увидеть конфликт кабельного лотка с балкой или трубопроводом и устраниТЬ его на этапе проектирования, а не на стройплощадке [2].

2. Автоматизация проектных работ и выпуска документации. Все чертежи (планы расположения, схемы), ведомости и спецификации формируются из модели автоматически. При изменении модели документация обновляется синхронно. Это исключает несоответствия между разными документами.

3. Единая информационная среда. Все участники проекта работают с единой моделью, размещенной на центральном сервере. Это обеспечивает актуальность данных и регламентирует процесс согласования изменений.

4. Сквозная работа с данными на всем жизненном цикле объекта. Информационная модель, созданная на этапе проектирования, не исчезает после сдачи объекта. Она передается заказчику и может быть

использована в системе управления эксплуатацией (CAFM), интегрирована с АСУ ТП и стать основой для создания «Цифрового двойника» (Digital Twin) технологического процесса [3].

5. Повышение качества принятия решений. 3D-визуализация позволяет заказчику, технологам и монтажникам наглядно оценить проект, внести предложения на ранних стадиях, что снижает количество ошибок при монтаже и пуско-наладке.

Основой для эффективного проектирования является стандартизированная библиотека BIM-объектов (в терминологии Autodesk Revit – «семейства»), которая включает шкафы управления, датчики, приборы, элементы кабеленесущих систем. Каждое семейство наделяется необходимыми атрибутами (например, для датчика давления: тип, диапазон измерения, тип выходного сигнала, присоединительный размер, потребляемая мощность).

Данные из BIM-модели могут быть экспортированы для проведения специализированных расчетов, например, для анализа надежности системы в специализированных САЕ-пакетах или для создания имитационной модели технологического процесса [5].

Таким образом, BIM становится фундаментом для построения интеллектуальных производств в рамках парадигмы «Индустриной 4.0». Применение BIM-технологий в проектировании раздела «Автоматизация технологических процессов и производств» является объективной необходимостью, продиктованной сложностью современных промышленных объектов. Переход от изолированного 2D-проектирования к интегрированному информационному моделированию позволяет кардинально решить проблемы междисциплинарной координации, повысить качество и скорость выпуска проектной документации, минимизировать риски строительно-монтажных работ.

Созданная на этапе проектирования информационная модель становится ценным активом, который используется на последующих этапах жизненного цикла, являясь основой для систем эксплуатации, управления и, в перспективе, создания Цифрового двойника всего производства. Дальнейшее развитие методологии BIM будет неразрывно связано с интеграцией с системами IoT, облачными вычислениями и технологиями искусственного интеллекта, открывая новые горизонты для оптимизации технологических процессов.

Список использованных источников

1. Общие сведения о применении визуального проектирования при BIM проектировании / А. В. Еремин, А. В. Седова, Ф. М. Абрамов, Е. В. Корнилов // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2024. – № 1. – С. 12-14. – EDN XCEJYG.
2. Лопухина, В. П. Концепция BIM-технологии при проектировании, или технологии в BIM-проектировании / В. П. Лопухина, Е. А. Михалева // XVI Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых : Материалы Всероссийской научной конференции. В 3-х томах, Вологда, 29 ноября 2022 года / Главный редактор М.М. Караганова. Том 1. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2023. – С. 189-191. – EDN IZJDCK.
3. Мирошниченко, А. Н. Внедрение бережливого проектирования посредством применения BIM-проектирования / А. Н. Мирошниченко, Л. В. Хайбуллина // Актуальные проблемы науки и техники – 2022 : Материалы XV Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Уфа, 28 марта – 01 2022 года. Том 2. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2022. – С. 108-110. – EDN KHQDZO.
4. Черосова, Е. М. Проектирование и разработка алгоритмов проектирования освещения на основе информационной модели (BIM-технологий) объекта / Е. М. Черосова // Аммосов-2021 : Сборник материалов научно-практической конференции студентов СВФУ, Якутск, 12 апреля 2021 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2021. – С. 806-809. – EDN LDSBPU.
5. Кацеф, В. И. Особенности применения российских программных комплексов в ТИМ-проектировании (BIM-проектировании) / В. И. Кацеф // "Школа молодых ученых" по проблемам технических наук : материалы областного профильного семинара, Липецк, 16 ноября 2023 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2023. – С. 201-203. – EDN MIVGDI.