

МЕТОДОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ: ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕ- СКИЕ АСПЕКТЫ

¹Шкиндир Е. В., ²Старжинский В. П.

*¹РУП «Стройтехнорм», Минск, Беларусь,
yatsukovich.evgeniya@gmail.com*

*²Белорусский национальный технический университет, Минск,
Беларусь, vstarzhinskij@yandex.by*

Введение. Перед созданием чего-либо, человек формирует в своем воображении авторскую модель предмета, и дальнейшая его деятельность направлена на ее реализацию. Эти два этапа процесса создания называются проектированием и исполнением.

Методология проектирования включает в себя два понятия: «методология» и «проектирование», где первое – это учение о способах и подходах решения проблемы, структуре, логической организации, методах и средствах деятельности, а под вторым понимается процесс составления описания, регламентирующее создание еще не существующего объекта.

Таким образом, методология проектирования – это наиболее общие стратегические подходы к проектированию объекта – парадигма проектирования, исходя из требуемых свойств, а также необходимых и возможных ресурсов. Она включает в себя методы и средства поиска ресурсов, выбора и принятия решений, для составления оптимального проекта, как способа создания проектируемого объекта, наилучшим образом удовлетворяющего определенные потребности, как потребителя, так и проектировщика. Структура и организация методологической работы в области проектной деятельности может быть представлена в виде следующей последовательности:

- методологическая рефлексия,
- общая методология проектирования,
- частная методология проектирования,
- практика проектирования.

Рефлексия – форма теоретической деятельности человека, направленная на осмысление его собственных действий и деятельности в целом, которая позволяет создать «карту» деятельности. При проекти-

ровании объекта строительства проект здания/сооружения или инженерной инфраструктуры представляет собой сложный и динамичный процесс, который претерпевает в процессе реализации постоянные изменения и ограничения в течение жизненного цикла проекта по заказу заказчика, архитектора и/или других специалистов. В компаниях структурного инжиниринга взаимодействие как между специалистами внутри организации, так и за ее пределами, как правило, приводит к ситуациям, снижающим производительность, проблемам взаимодействия между различными профессионалами, неэффективной доставке информации, периодическим изменениям проектов.

Основная часть. В настоящее время проектные организации имеют ряд недостатков, которые снижают их производительность, т. к. взаимодействие между различными специалистами на разных этапах проектирования является плохо систематизированным и неоптимизированным процессом, что создает профессиональные сбои в работе и приводит к разъединению из-за нехватки информации ее труднодоступности и низкой оперативности. Эти ситуации влекут за собой ряд проблем взаимодействия как внутри компании, так и с внешними специалистами, что приводит к снижению производительности и взаимопонимания. Одним из таких недостатков является отсутствие совместных и взаимосвязанных процессов при проектировании и не включение таких методов работ, как информационное моделирование зданий (Building Information Modeling).

Информационное моделирование зданий (далее – BIM) – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания, который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании. Особенность такого подхода заключается в его целостности – строительный объект проектируется фактически как единое целое и представлен в целостном виде в форме виртуальной реальности. И изменение какого-либо одного из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение остальных, связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного плана. Методология BIM направлена на интеграцию процессов специалистов, занимающихся инженерными задачами, и цифровых моделей в проектах строительства и инфраструктуры, тем самым обеспечивая гибкость в передаче информации и коммуникации. BIM также имеет большой потенциал для компаний по структурному проектированию и решает их наиболее важные проблемы. Таким образом, с помощью

цифрового графического представления физических характеристик и функциональных возможностей проекта управление этапами проектирования, строительства и администрирования возможно на протяжении всего жизненного цикла, учитывая релевантность информации, связанной с графическим представлением.



Рисунок 1 – BIM-моделирование

BIM-технологии обеспечивают эффективное управление указанными данными, что в результате может вдвое сократить срок реализации проекта, значительно упростить обслуживание готового объекта или продлить сроки его службы.

Первым и основным аргументом в пользу BIM-технологий выступает 3D-визуализация проекта, являющаяся самым распространенным способом их применения и позволяющая управлять процессами строительства объекта на всех его стадиях. Разработка здания в качестве 3D модели предоставляет возможность сопоставить и выбрать оптимальные проектные решения и наилучшим образом преподать проект заказчику или различным согласующим органам. Еще одним не менее главным преимуществом является централизованное хранение данных в модели, обеспечивающее эффективное и простое управление вносимыми изменениями. Примечательно, что внесение определенных корректив в проект сопровождается моментальным отображением данных действий во всех представлениях: на планах этажей, фасадах или разрезах. Это также многократно увеличивает скорость создания проектной документации и в разы снижает вероятность возникновения ошибок.

Потребность в BIM на ранних стадиях проекта очень актуальна. Кривая распределения времени и усилий Макклими на Рисунке 2 показывает, как способность влиять на стоимость и изменения в проекте больше на стадии проектирования и значительно снижается, когда проект входит в стадию эксплуатации (кривая 1).

В то же время стоимость внесения изменений очень низкая на этапе проектирования и довольно высока на этапе эксплуатации. Кривая 3 показывает поведение традиционного дизайна, а кривая 4 показывает, как производительность смещается влево при использовании технологий BIM, что дает больше возможностей вносить изменения с меньшими затратами. Следует отметить, что смещение кривой обязательно предполагает взаимодействие между всеми фазами проекта, вот где моделирование BIM имеет большой потенциал для интеграции.

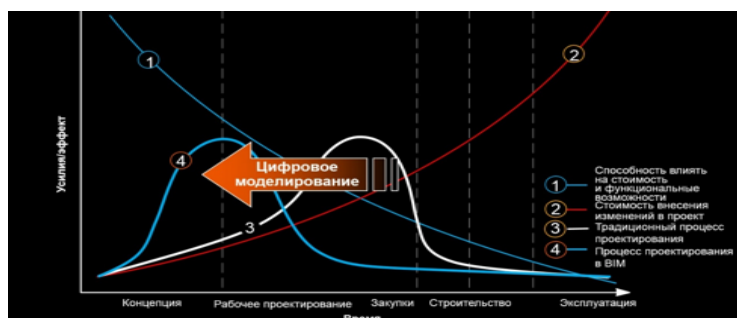


Рисунок 2 – Кривые распределения усилий Макклими в строительстве

Информационное моделирование зданий (BIM) является одним из наиболее важных и перспективных изменений в области архитектуры, машиностроения и строительства, поскольку оно представляет собой изменение парадигмы в концепции и создании проектов, позволяющее разрабатывать подробную виртуальную модель для различных фаз жизненного цикла проекта. В настоящее время в сложных и крупных инженерных проектах эти методологии и технологии позволяют управлять и обрабатывать сгенерированные данные.

Структурное проектирование представляет собой одну из самых сложных и динамичных задач в жизненном цикле проекта, учитывая, что структурное поведение должно быть тщательно проанализировано в соответствии с рядом нормативных положений, не говоря уже

о профессиональной практике. Это делает этап структурного проектирования важным компонентом создания модели BIM. Кроме того, современные архитектурные проекты все чаще включают сложные геометрические конфигурации зданий, что усложняет структурный анализ проекта. Внедрение BIM в проектирование и расчет строительных конструкций – нетривиальная задача, поскольку она представляет собой полную эволюцию способа развития рабочего процесса.

В частности, BIM обеспечивает передачу информации между специалистами из разных областей в процессе проектирования и расчета конструкций, обеспечивая большую доступность и постоянное обновление информации даже в режиме реального времени. BIM улучшает управление обменом информацией, сокращая время и стоимость решения проблем, связанных с конструктивностью и управлением проектами. Кроме того, оно позволяет архитекторам и инженерам-строителям визуализировать модификации и конфликты и помогает незамедлительно принимать решения, значительно сокращая переделки и оптимизируя время и стоимость проекта, заблаговременно обнаруживая ошибки и автоматизируя переменные, которые традиционно использовались в «ручных» процессах, BIM также улучшает автоматизацию процессов детального проектирования и документирования, сокращая время работы и повышая качество проекта. Возможность интеграции структурных и неструктурных элементов в модель контролирует работу в целом. Правильный обмен, качественное извлечение и хранение информации, а также, что имеет важное значение, – универсальные архивы, такие как формат IFC. BIM-технологии также используют для создания энергоэффективного будущего. При проектировании элементов систем теплоснабжения и теплоэнергетических установок промышленных предприятий все больше внимания уделяется вопросам энергосбережения.

Энергетическая эффективность зданий – это свойства зданий и их инженерных систем потреблять лимитированный уровень тепловой энергии, обеспечивая оптимальный внутренний микроклимат помещений.

Внедрение энергосберегающих технологий и материалов, а также повышение энергоэффективности объектов строительной индустрии можно считать одним из приоритетных направлений современного развития мировой экономики. Вероятность возможного дефицита энергетических ресурсов приводит к значительному увеличению их стоимости при существующих объемах и темпах роста потребления,

учитывая ограниченность действующих и слабого прогресса развивающихся энергоисточников. Необходимость уменьшения потребления энергоресурсов в условиях нашей страны при проектировании и эксплуатации объектов строительства, определяется, прежде всего, их завышенной энерго-ресурсоемкостью, по сравнению с мировыми показателями. Таким образом, в сфере проектирования, создания, модернизации и эксплуатации строительной продукции доминирующим фактором становится обеспечение минимальных теплопотерь в зданиях за счет разработки и использования энергоэкономичных объемно-планировочных и конструктивных решений, новых с высоким коэффициентом сопротивления теплопередаче строительных материалов и изделий, энергоэффективного оборудования и регулируемых, в том числе нетрадиционных, систем энергообеспечения. Программные обеспечения, работающие по принципу BIM, помогают определить степень энергоэффективности здания, а также выбрать наиболее экономичные и рациональные решения для сокращения расходов в процессе эксплуатации. BIM-моделирование является самым точным инженерным инструментом, позволяющим выделить наиболее эффективные с энергетической точки зрения процессы.

Основной целью проектирования и строительства энергоэффективных зданий сегодня является более эффективное использование энергоресурсов, затрачиваемых на энергопотребление здания. Методология проектирования энергоэффективного здания должна основываться на системном анализе здания как единой энергетической системы.

К основным задачам, которые решаются с помощью BIM-моделирования относятся:

- выбор и разработка мероприятий по улучшению энергоэффективности здания,
- оценка степени эффективности проектных решений на предпроектной стадии,
- расчет коэффициента окупаемости энергосберегающих мероприятий, расчет стоимости энергоресурсов.

Самым мощным инструментом по решению проблемы энергоэффективности является программа IES VE PRO, позволяющая провести полный анализ солнечного проникновения, визуализировать интенсивность солнца и т. д. Также для решения данных задач необходимо использовать Autodesk Green Building Studio, eQuest, Ecotect Analytics, TAS, IDA ICE, Energy Plus.

Современный специалист помимо базовых знаний в области инженерии должен также ориентироваться в современных энергоэффективных технологиях, уметь правильно анализировать результаты моделирования, обоснованно выбирать решения и выявлять возможности экономии при проектировании зданий.

Заключение. Информационное моделирование здания – это значительно большее, нежели просто новый способ в проектировании. В науке разработано понятие парадигма, которое означает принципиально новый способ решения проблемы. Революция в науке и трактуется Т. Куном как смена парадигм. Эта смена парадигмы в проектировании и означает принципиально другой подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонтным работам сооружения, к управлению жизненным циклом объекта. Наконец, это новый взгляд на окружающий мир и переосмысление методов влияния человека на данный мир. Подход к проектированию зданий через их информационное моделирование подразумевает в первую очередь получение и комплексную обработку в ходе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и другой информации о здании со всеми её связями и зависимостями, когда здание и все, то что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект. Иными словами, BIM – это вся имеющая числовое описание и нужным образом сформированная информация об объекте, применяемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и в том числе сноса.

Методология информационного моделирования зданий (BIM) в настоящее время широко используется в большом количестве секторов, связанных со строительной отраслью. Такой подход позволяет повысить эффективность управления работой по разработке дизайна и улучшает качество проектной информации. Существующие исследования показывают значительное сокращение временных затрат за счет использования BIM. Методология позволяет создать цифровую модель, в которой вся информация, связанная со строительством, доступна для всех заинтересованных сторон. Наличие этой открытой цифровой модели значительно улучшает обнаружение и решение ошибок или конфликтов и, следовательно, снижает затраты, связанные с различными этапами жизненного цикла здания.

Важно понять, что внедрение BIM не изменяет критерии или стандарты проектирования, а, скорее, реструктурирует способ, с помощью которого специалисты развиваются и взаимодействуют друг с другом. Таким образом, каждый член команды осознает важность и

цели процесса, имеет четко определенные роли и обязанности и приобретает знания о требованиях к навыкам, компетенциям, процессам и взаимодействиям, необходимым для реализации проекта.

Исходя из вышеизложенного, можно с уверенностью предположить, что усовершенствование конструктивных систем, строительных материалов, изделий и оборудования на данном этапе будет происходить по установившимся высокотехнологичным направлениям, которые будут удовлетворять требованиям энергосбережения, экологической безопасности, технологичности, экономичности, малой трудоемкости возведения, адаптивности к условиям реконструкции и модернизации жилых и производственных зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Australia: University of Newcastle & RMIT University.

2. Bergin, M. (2012). Short History of BIM. Berkeley: University of California.

3. Aouad G., P. Brandon, F. Brown, T. G. Cooper, S. Ford, J. Kirkham, R. Oxman, and B. Young. (1995). The Conceptual modelling of construction management information. Automation in Construction.

4. K. Smith, Dana, Tardif, M. (2009). Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers. United States of America.

5. Migilinskas, D., Popov, V., Joecevicius, V., Ustinovichius, L. (2013). The Benefits, Obstacles and Problems of Practical BIM Implementation. Vilnius, Lithuania: Vilnius Gediminas Technical University.

6. Bew, M., Underwood, J., Wix, J., & Storer, G. (2008, September). Going BIM in a commercial world. In Editors, Zarli, A. and Scherer, R., eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction, ECP-PM 7th European Conference on Product and Process Modelling, CRC Press, Taylor and Francis Group, Sophia Antipolis, France (pp. 139–150).

7. Kalay, Y. E., & Marx, J. (2005). Architecture and the Internet: Designing places.

8. F. Muñoz, «Methodology for the implementation of BIM (building information modeling) in the development of structural projects» Civil Engineering, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile, 2017, Thesis.

9. ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of the assets.

10. ISO 6707-1:2017 Buildings and civil engineering works – Vocabulary – Part 1: General terms.