

УДК 69.05:004

З. Е. МУХАМБЕТЖАН, аспирант кафедры автомобильных дорог, мостов и транспортных сооружений; **З. Р. МУХАМЕТЗЯНОВ**, д-р техн. наук, проф. кафедры автомобильных дорог, мостов и транспортных сооружений

ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
Россия, 450064, г. Уфа, Республика Башкортостан, ул. Космонавтов, д. 1.
Тел.: +7 777 -528-1551; эл. почта: zerek-wkau@yandex.ru

Ключевые слова: моделирование свойств и состояний, строительная продукция, среда информационного моделирования, информационные технологии.

Предложен механизм формирования среды информационного моделирования для достижения функционального качества объектов промышленного назначения на различных этапах их жизненного цикла.

Проектирование, конструирование, эксплуатация и даже утилизация современных объектов промышленного назначения достигли настолько высокого уровня сложности и ответственности, который потребовал применения синтеза эффективных методов и подходов к формированию и организации соответствующих процедур инвестиционно-строительной (архитектурно-строительной) деятельности, включая прогрессивные достижения научных и прикладных дисциплин смежных областей знаний.

Возрастающая роль информации в обществе становится постоянно актуальным предметом научного осмысления и развития ряда инновационных технологических направлений. Уровень состояния и перспективы развития информационного общества характеризуется объемом доступных информационных ресурсов, а также интенсивностью преобразования информационных ресурсов в информационные технологии, продукты и услуги [1].

Информация становится одним из наиболее важнейших стратегических, управленческих, творческих ресурсов и становится в один ряд значимости с ресурсами: человеческими, природными, технико-технологическими, финансовыми. Трансформация и переход информации (информационных потоков данных) в категорию ресурса, предназначенного для формирования функционального качества промышленных объектов, становятся характерными и одновременно перспективными направлениями современной архитектурно-строительной (инвестиционно-строительной) деятельности.

Процедуры формирования необходимого функционального качества объекта проектирования трансформируются в технологии информационного моделирования – современные цифровые платформы, ориентированные на системный сбор, анализ и применение актуальной и достоверной информации об особенностях свойств и состояний промышленного объекта в течение основных периодов жизненного цикла (рис. 1).

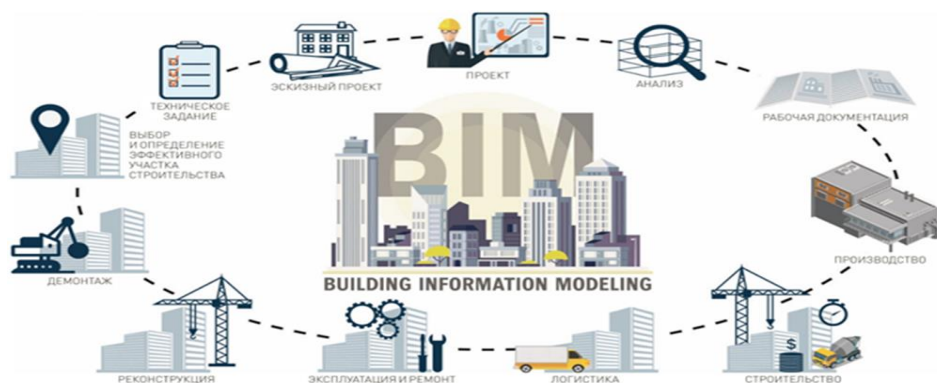


Рис. 1. Особенности информационной платформы свойств и состояний промышленных объектов в течение жизненного цикла

Информационное моделирование предметно-пространственных и функционально-технологических особенностей промышленных объектов с использованием платформы BIM-моделирования состоит в объектно-ориентированном, параметрическом, пространственном и иных представлениях (D -измерениях) проектных (композиционных, конструктивных, организационно-технологических и функционально-технологических) решений с привлечением цифровых (электронных) средств автоматизации проектных процедур [2].

Стратегия последовательного, но повсеместного и общепринятого (точнее, для всех этапов жизненного цикла) внедрения принципов информационного моделирования формирует такие условия, при которых применение информационных технологий BIM-моделирования представляется базовым уровнем к формированию, обеспечению и повышению функционального качества и конкурентной способности строительной продукции (включая объекты промышленного назначения).

Одновременно с этим разработка и практическая реализация рассматриваемой стратегии нуждается в научно-методическом обосновании, с учетом особенностей условий формирования и функционирования соответствующей информационной среды.

Исследование особенностей и возможностей современных информационных технологий (BIM-моделирования) для моделирования свойств промышленных объектов

Моделирование свойств является одним из наиболее эффективных и развивающихся методов анализа свойств и состояний реально существующего или проектируемого объекта промышленного назначения [3].

Моделирование фактических или планируемых (проектируемых) свойств строительных объектов при анализе процессов и явлений, осуществляемых при формировании функционального качества строительной продукции, осуществляется с применением физических и нефизических (математических) моделей [4].

Математическое моделирование представляет собой идеализированную научно-знаковую, формализованную интерпретацию поведения и свойств объекта исследований, осуществляемую языком математических символов. Исследование объекта-модели осуществляется посредством совокупности математических выражений, отражающих связь между параметрами описания и поведения



объекта, а также методов их преобразования, позволяющих определять неизвестные значения показателей процессов, явлений, состояний.

Математическое моделирование представляется значительно более универсальным (по сравнению с физическим моделированием) способом для характеристики явлений и процессов и предполагает формирование графического, аналитического, логического или иного описания, соответствующего по ключевым параметрам реального процесса или материального предмета. Возможности и результаты применения приемов математического моделирования характеризуется следующими преимуществами, по сравнению с физическим моделированием [3]:

- экономичностью (в частности, минимизацией материальных ресурсов) формирования реального объекта исследований;
- возможностью анализа гипотетических (инновационных, еще не реализованных на практике) архитектурно-строительных образований, строительных конструкций и материалов, способов взаимодействия структурных элементов системы архитектурно-строительного производства;
- возможностью исследований групп, сочетаний и отдельных проявлений трудновоспроизводимых нагрузок и воздействий, опасных технологических процессов, частичную или полную потерю функционального качества объекта исследований;
- доступностью изменения масштабов времени; сравнительная простота формирования многофакторного анализа сложных процессов и явлений строительного производства;
- высоким уровнем достоверности и способности к верификации результатов исследований вследствие наличия процедур выявления закономерностей;
- доступностью и возможностью развития и совершенствования технических и интеллектуальных ресурсов моделирования (алгоритмов, вычислительных устройств, системы программирования и прикладных программ).

Достаточно часто именно методы математического моделирования являются единственно возможными способами решения теоретических и прикладных задач в отношении формирования функционального качества строительной продукции, включая и объекты промышленного назначения.

Большинство примеров применения информационных технологий (в концепции платформы BIM-моделирования) можно отнести к решению задач проектирования функционально-технологического качества промышленных объектов (рис. 1). Данные задачи были успешно реализованы посредством индивидуальных усилий отдельных участников инвестиционно-строительной деятельности на методической и системотехнической базе соответствующих систем автоматизированного проектирования (рис. 2).

Современное состояние и темпы развития строительной отрасли не требует немедленного, безальтернативного и интенсивного внедрения инновационных технологий BIM-моделирования в практическую деятельность. Но в ряде случаев именно инновационные приемы и технологии, включая приемы информационного моделирования, становятся наиболее рациональным и практичным методом формирования функционального качества промышленных объектов.

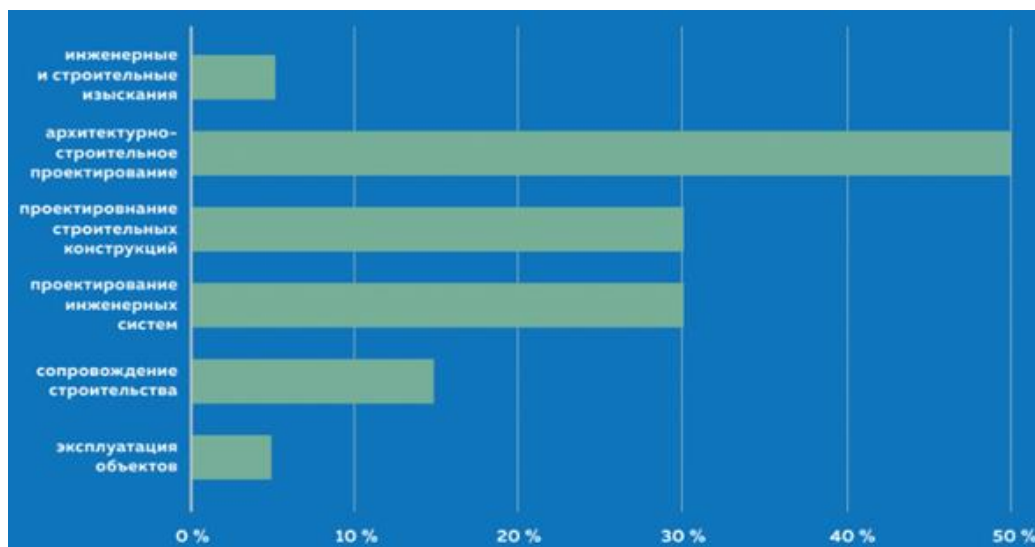


Рис. 2. Схема распределения объемов применения технологий BIM-моделирования по этапам жизненного цикла формирования строительной продукции

Данное обстоятельство представляется наиболее очевидным для решения производственных задач и ситуаций, связанных с разработкой организационно-технологических решений при наличии особых природно-климатических и градостроительных условий, уникальных или технологически сложных зданий и сооружений производственного назначения [5, 6].

Наиболее заметным результатом процесса развития технологий информационного моделирования в процедуры разработки и реализации функционального качества строительной продукции является утверждение соответствующей нормативно-правовой, нормативно-технической и методической основы в формате нормативного документа категории СП (Свод правил): «СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». Действующая редакция нормативного документа СП 333.1325800.2020 включает требования по количественному и качественному составу данных, которые должны отображать параметры информационной модели с учетом установленных правил формирования модели строительного объекта для различных этапов жизненного цикла.

Методические основы организации среды информационного моделирования промышленных объектов

Организация среды информационного моделирования характеризуется осмысленным переходом к применению прогрессивных технологий для работы со значительным количеством информации (информационных потоков данных). Наличие информационной среды, поддерживающей формирование и актуализацию информационных потоков данных, организованных с использованием информационной технологии является признаком ответственного и эффективного похода к достижению показателей функционального качества строительных объектов промышленного назначения.

Особенности формирования информационных потоков получают сопровождение и отображение в соответствующих информационных моделях и технологиях с целью:

- сбора, приема, накопления, обработки информации: в процессах, ориентированных на взаимодействие с внешней по отношению к проекту средой;
- передачи и/или перераспределения информации между структурными элементами системы строительного производства или внутренней среды проекта;
- анализа, отбора, верификации, актуализации информации, формирования новых, актуальных информационных потоков данных, предназначенных для структурных элементов внешней и внутренней среды проекта;
- использования актуальной и верифицированной информации для принятия проектных, организационно-технологических и управленческих решений, направленных на достижение целей проекта и показателей функционального качества строительной продукции (объектов производственного назначения).

Информационные потоки данных об особенностях свойств объекта производственного назначения формируются на самых ранних этапах его жизненного цикла в формате его некоторого условного представления или информационной (цифровой, виртуальной, математической) модели (рис. 1). По мере прохождения соответствующих периодов (этапов) жизненного цикла происходит актуализация свойств и показателей как самого объекта, так и его информационной модели [7, 8].

Основной задачей формирования, развития и актуализации BIM-модели промышленного объекта является обеспечение всех заинтересованных категорий участников инвестиционно-строительной деятельности к необходимому им составу информационных данных в произвольный момент времени (рис. 3).

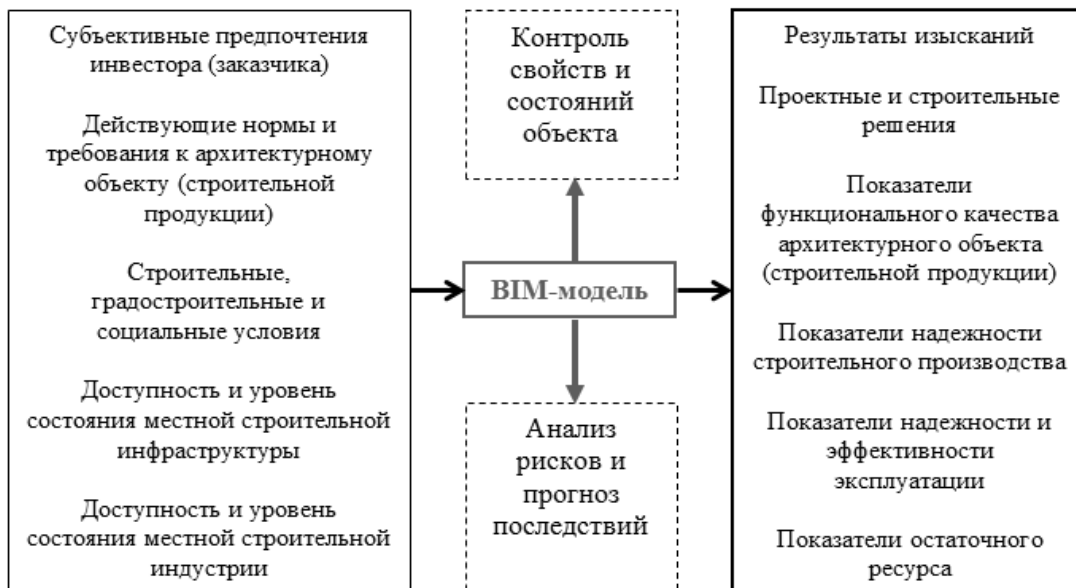


Рис. 3. Схема прохождения информационных потоков через BIM-модель промышленного объекта

Информационная среда проекта (инвестиционно-строительного или архитектурно-строительного) объекта промышленного назначения формируется с целью обеспечения условий для высокой эффективности деятельности участников проекта. Теоретическая и практическая ценность информационной среды в целом и его отдельных структурных элементов определяется целями и задачами использования на различных этапах жизненного цикла формирования



строительной продукции [9].

Формирование среды информационного моделирования может быть реализовано тремя основными способами:

- с привлечением исключительно внутренних материальных и нематериальных ресурсов, без изменения количественного (штатного) состава сотрудников предприятия (службы, отдела, организации);
- с привлечением исключительно внутренних материальных и нематериальных ресурсов, но и одновременного изменения количественного (штатного) состава сотрудников, например, приглашения нового специалиста по информационным технологиям платформы BIM-моделирования;
- с привлечением внешних материальных и нематериальных ресурсов, без изменения количественного (штатного) состава сотрудников.

Среда информационного моделирования характеризуется двумя основными функциями, которые определяют ее как объект изучения и средство производственной (например, архитектурно-строительной) деятельности. Функция, связанная с изучением, предусматривает накопление и усвоение знаний, опыта и навыков, которые способствуют последующему успешному применению возможностей BIM-моделей для решения практических, проектных задач. Функция, связанная с возможностями информационного моделирования как средства разработки проектных решений, определяет условия для повышения эффективности и качества решения проектных и процедурных задач.

Выводы:

Современная среда информационного моделирования ориентирована на разработку цифровых моделей с применением соответствующих технических средств и информационных технологий.

Рациональная организация и способ функционирования среды информационного моделирования определяются комплексом методических, организационных, технических и технологических процедур. Экономические и технологические критерии являются определяющими формат и структуру среды информационного моделирования в отношении конкретного объекта промышленного назначения.

Методическое обоснование условий организации и функционирования среды информационного моделирования промышленных объектов утверждает следующие основные принципы:

- информация (информационные потоки данных) о промышленном объекте становится одним из значительных ресурсов строительной (инвестиционно-строительной) деятельности в современной, «цифровой» экономике;
- информационная среда как основной инструмент формирования и обращения информации (информационных потоков данных) должна отображать особенности состояний и свойств промышленного объекта, начиная с самого раннего этапа его жизненного цикла;
- формирование, параметры и условия информационной среды осуществляется различными способами, с учетом конкретного состава располагаемого состава материальных и нематериальных ресурсов;
- отсутствие или недостаточный уровень состояния информационной среды можно рассматривать в виде потенциальной угрозы и рисков потери функционального качества промышленного объекта.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Frank Webster. Theories of the Information Society / Frank Webster. – London : Routledge, 2014. – 416 p.
2. Побережник, В. И. Автоматизация оценки строительства с помощью BIM-модели / В. И. Побережник. – Текст : непосредственный // Знание. – 2020. – № 4 (80). – С. 82–93.
3. Внедрение BIM технологий в строительство / А. М. Горшков, С. А. Железнов, Р. А. Лемешко, С. В. Пойда. – Текст : непосредственный // Alfabuild. – 2019. – № 4 (11). – С. 70–81.
4. Смирнов, О. Л. Составление и оптимизация моделей сложных систем / О. Л. Смирнов. – Москва : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 144 с. – ISBN 978-6-139-58452-9. – Текст : непосредственный.
5. Мухаметзянов, З. Р. Классификация комбинаций технологически взаимосвязанных строительных процессов, используемых при строительстве объекта / З. Р. Мухаметзянов, Р. П. Разяпов. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – № 10. – С. 72–77.
6. Урманшина, Н. Э. Об исследовании значимости отдельных элементов комбинированного свайного фундамента / Н. Э. Урманшина, З. Р. Мухаметзянов. – Текст : непосредственный // Вестник НИЦ Строительство. – 2022. – № 3 (34). – С. 134–143.
7. Возможности цифровых технологий для каждого этапа жизненного цикла строительной системы / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко, О. В. Оганесян [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. – 2022. – № 2 (87). – С. 315–326.
8. Hana Begić. Digitalization and automation in construction project's life-cycle : a review / Hana Begić, Mario Galić, Zlata Dolaček-Alduk // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). – 2022. – Volume 27. – P. 441–460.
9. Каракозова, И. В. Создание информационной среды для объектов капитального строительства / И. В. Каракозова, Ю. С. Прохорова. – Текст : непосредственный // Экономика и управление. – 2021. – № 12. – С. 992–1002.

MUKHAMBETZHAN Zerek Erkinuly, postgraduate student of the chair of roads, bridges and transport structures; MUKHAMETZYANOV Zinur Rishatovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of roads, bridges and transport structures

FORMATION OF THE INFORMATION ENVIRONMENT MODELING THE PROPERTIES OF INDUSTRIAL FACILITIES

Ufa State Petroleum Technical University

1, Kosmonavtov St., Ufa, 450064, Russia; e-mail: zerek-wkau@yandex.ru

Key words: property and state modeling, construction products, information modeling environment, information technology.

The article proposes a mechanism for the formation of an information modeling environment to achieve the functional quality of industrial facilities at various stages of their life cycle.

REFERENCES

1. Frank Webster. Theories of the Information Society. London: Routledge, 2014. 416 p.



2. Poberezhnik V. I. Avtomatizatsiya otsenki stroitelstva s pomoshchyu BIM-modeli [Automation of construction assessment using a BIM model]. Znanie [Knowledge]. 2020, № 4 (80). P. 82–93.
3. Gorshkov A. M., Zheleznov S. A., Lemeshko R. A., Poyda S. V. Vnedrenie BIM tekhnologiy v stroitelstvo [Implementation of BIM technologies in construction]. Alfabuild. 2019, № 4 (11). P. 70–81.
4. Smirnov O. L. Sostavlenie i optimizatsiya modeley slozhnykh sistem [Creation and optimization of models of complex systems]. Moscow : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018, 144 p. – ISBN 978-6-139-58452-9.
5. Mukhametzyanov Z. R., Razyapov R. P. Klassifikatsiya kombinatsiy tekhnologicheskii vzaimosvyazannykh stroitelnykh protsessov, ispolzuemykh pri stroitelstve obekta [Classification of combinations of technologically interconnected construction processes used in the construction of an object]. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and civil engineering]. 2017, № 10. P. 72–77.
6. Urmanshina N. E., Mukhametzyanov Z. R. Ob issledovanii znachimosti otdelnykh elementov kombinirovannogo svaynogo fundamenta [On the study of the significance of individual elements of a combined pile foundation]. Vestnik NIC Stroitelstvo [Bulletin of Science and Research Center of Construction]. 2022, № 3 (34). P. 134–143.
7. Abramyan S. G., Burlachenko O. V., Oganesyanyan O. V. [et al.]. Vozmozhnosti tsifrovyykh tekhnologiy dlya kazhdogo etapa zhiznennogo tsikla stroitelnoy sistemy [The possibilities of digital technologies for each stage of the life cycle of a construction system]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering]. 2022, №2 (87). P. 315–326.
8. Hana Begić, Mario Galić, Zlata Dolaček-Alduk. Digitalization and automation in construction project's life-cycle: a review // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). 2022. Vol. 27. P. 441–460.
9. Karakozova I. V., Prokhorova Yu. S. Sozdanie informatsionnoy sredy dlya obektov kapital'nogo stroitelstva [Creating an information environment for capital construction projects]. Ekonomika i upravlenie [Economics and Management]. 2021, №12. P. 992–1002.

© **З. Е. Мухамбетжан, З. Р. Мухаметзянов, 2024**

Получено: 30.01.2024 г.