УДК 626-1/-2

© Е. Ю. Курило, инженер-гидротехник

(ООО «Морстройтехнология»,

Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: evgeniyk23k@gmail.com

© Д. В. Нижегородцев, ассистент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет,

Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: mdvd0d@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-4-54-57

© E. Yu. Kurilo, marine construction engineer

(LLC «Morstroytechnology»,

St. Petersburg, Russia)

E-mail: evgeniyk23k@gmail.com

© D. V. Nizhegorodtsev, assistant lecturer

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering,

St. Petersburg, Russia)

E-mail: mdvd0d@yandex.ru

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES AT DESIGN OF HYDRAULIC FACILITIES

В настоящее время происходит интенсивное внедрение технологий информационного моделирования в деятельность проектных и строительных организаций Российской Федерации, включая гидротехнический сегмент этой отрасли. Существующие программные комплексы, реализующие информационные модели зданий, не адаптированы для проектирования гидротехнических сооружений. Настоящая статья посвящена исследованию проблемы и разработке специализированных решений в этой сфере (новых либо базирующихся на существующих программных комплексах). Рассмотрен процесс создания пилотного проекта гидротехнических сооружений, а также необходимых для этого библиотек базовых элементов и изделий. Предложен укрупненный план внедрения технологии информационного моделирования в область гидротехники.

Ключевые слова: технология информационного моделирования, компьютерные технологии, гидротехника, цифровизация, строительство, проектирование зданий.

There takes place an intensive integration of building information modeling (BIM) in the activities of design and construction companies of the Russian Federation, including the hydraulic engineering segment. Existing software systems for building information modeling are not adapted for the design of marine engineering. This article is devoted to the study of the problem and the development of specialized solutions in this area (new or based on the existing software). The process of creating a hydraulic engineering pilot project, including the necessary libraries of basic elements, is considered. An enlarged plan for the integration of BIM to the marine engineering is proposed.

Keywords: building information modeling, computer technologies, hydraulic engineering, digitalization, construction, design of buildings.

Введение. Строительство и реконструкция гидротехнических сооружений (ГТС) в России играют важную роль в развитии экономики страны. На текущий момент в Реестре морских портов Российской Федерации зарегистрировано 67 портов, расположенных на берегах двенадцати морей трех океанов и Каспийского моря. В связи с повышением требований нормативной базы к объектам портовой инфраструктуры, а также с учетом необходимости наращивания перегрузочных мощностей причалов, принима-

ющих суда различного назначения, существующие сооружения активно модернизируются во многих ключевых регионах страны [1]: реконструируются причалы в морских портах Санкт-Петербурга, Новороссийска, Мурманска и т. д. Стоит отметить, что также строятся и новые объекты, например угольный терминал в бухте Суходол.

Так как большинство эксплуатируемых причалов построено в советские годы, при разработке гидротехнических решений по модернизации,

реконструкции, капитальному ремонту таких объектов могут возникнуть следующие проблемы:

- 1) полное или частичное отсутствие проектной и рабочей документации;
- 2) ограниченная информация о конструкциях в паспорте объекта;
- 3) отличие технических отчетов об обследовании сооружений от данных паспортов объектов.

Решением обозначенных проблем и предупреждением их в будущем является цифровизация информации об объектах морской портовой инфраструктуры [2].

Базисной **целью** данной работы является реализация интеграции технологий информационного моделирования (ТИМ) в гидротехнический сегмент строительной отрасли. Для подтверждения актуальности исследования проведен ретроспективный анализ нормативно-правовой базы, действующей на территории России, в направлении информационного моделирования, а также анализ процесса ее развития.

Первые нормативные документы в РФ, регулирующие применение технологии информационного моделирования в строительстве, введены в действие в 2017 году.

С 1 июля 2019 г. в Градостроительном кодексе РФ введено понятие информационной модели объекта капитального строительства¹.

Формируются требования государственной экспертизы к цифровым информационным моделям объектов капитального строительства и недвижимости^{2,3}. На текущий момент требования госэкспертизы в сфере ГТС не сформированы. Выпущенные документы по жилищному строительству имеют статус проекта. Разработка требований к информационным моделям продолжается.

¹ Ст. 16 Градостроительного кодекса Российской Федерации (ФЗ от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 27.12.2019), № 1 (часть 1)). М.: Собрание законодательства РФ, 2015.

² Требования к цифровым информационным моделям объектов капитального строительства и недвижимости, представляемых в СП6ГАУ «ЦГЭ». URL: https://www.spbexp.ru/upload/iblock/222/trebovaniya_k_tsim_osnovnye_polozeniya.pdf (дата обращения: 11.02.2020).

³ Приказ от 26.06.2019 № МКЭ-ОД/19-39 «Об утверждении требований к информационным моделям объектов капитального строительства, а также классификаторов для информационного моделирования». URL: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/7825/PrikazMKE-OD-19-39.pdf> (дата обращения: 12.02.2020).

В срок до 2024 года планируется введение более 17 различных государственных стандартов и сводов правил. Кроме того, в то же срок в 14 существующих стандартов, устанавливающих требования к проектной и рабочей документации для строительства, будут вноситься изменения⁴.

Совокупность перечисленных факторов говорит об актуальности разработки решений для проектирования ГТС с использованием технологий информационного моделирования.

Анализ существующей ситуации позволил предположить, что существуют следующие барьеры для внедрения ТИМ в сферу ГТС⁵:

- 1) недостаток квалифицированных кадров;
- 2) психологический фактор (сопротивление специалистов «старой закалки»);
- 3) отсутствие библиотек информационных моделей изделий, выполненных по типовым проектам, государственным стандартам, каталогам производителей (в части применения на объектах ГТС);
- 4) отсутствие специализированных инструментов (программное обеспечение, используемое в сфере информационного моделирования, не имеет стандартных средств для реализации ГТС).

Комплексное устранение данных барьеров позволит осуществить (ускорить) внедрение ТИМ в деятельность организаций, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией гидротехнических сооружений.

Для реализации поставленной цели в рамках проведенного исследования совместно с компанией ООО «Морстройтехнология» был разработан перечень **задач**, требующих комплексных решений:

- 1) выбор базового программного продукта для старта работы;
- 2) разработка библиотеки изделий;
- 3) создание расширенного инструментария для проектирования ГТС (шаблоны, плагины, скрипты, аддоны);

⁴ Программа национальной стандартизации на 2019 год. URL: <http://docs.cntd.ru/document/551561779> (дата обращения: 14.02.2020).

⁵ Уровень применения BIM в России. Отчет об исследовании. 2019. URL: <http://concurator.ru/upload/otchet3.pdf> (дата обращения: 02.02.2020).

4) апробация разработанных инструментов в процессе создания пилотной цифровой информационной модели;

5) повышение квалификации специалистов компании в части информационного моделирования;

6) разработка регламентирующей документации внутри организации (на основании требований государственных стандартов);

7) актуализация средств внутреннего документооборота, требований к кадровому составу и прочих процессов, сопутствующих непосредственно проектированию.

Этапы работы

1. Выбор ПО. Основанием для выбора программного комплекса выступили следующие факторы:

- открытость API для создания рабочих инструментов проектирования;
- возможность создания и экспорта конечно-элементных расчетных схем на базе информационной модели объекта;
- активное сообщество;
- доступность;
- интуитивно понятное или привычное управление рабочим процессом внутри программы.

Первичный анализ позволил сузить область исследования до следующих ПК:

- 1) Autodesk Revit;
- 2) Renga;
- 3) nanoCAD BIM;
- 4) Tekla;
- 5) Allplan;
- 6) «Сапфир 3D».

С учетом вышеуказанных факторов, несмотря на действующую в России политику импортозамещения, в качестве основного программного продукта для реализации внедрения ТИМ в ГТС был выбран ПК Autodesk Revit.

2. Библиотека изделий и элементов. Библиотеки элементов разрабатывались на основе принципа «от серии к архитектуре». Изделия создавались с учетом нормативных допусков и требований к конструированию.

Базовыми требованиями ко всем созданным элементам являются:

- формирование сортамента (т. е. набора типоразмеров) внутри программы;

- наполнение моделей элементов данными (т. е. информацией, необходимой для формирования спецификаций и ведомостей);

- разработка элементов на нескольких уровнях детализации.

При создании элементов учитывались их физические свойства для возможности импорта КЭ расчетных схем.

Примеры разработанных семейств в пространстве проекта представлены на рис. 1, 2.

3. Инструментарий. По результатам ретроспективного анализа надстроек, сценариев Dynamo для Revit было решено создать скрипты-аналоги, решающие задачи конструирования ГТС для наиболее распространенных портовых сооружений, таких как больверк, эстакадные набережные и пирсы.

4. Пилотный проект. Создание информационной модели гидротехнического сооруже-

Рис. 1. Фрагмент крепления анкерной тяги к шпунтовой стенке

Рис. 2. Общий вид на шпунтовую стенку

ния выполнялось совместно с компанией ООО «Морстройтехнология». Целью данного этапа являлась оценка трудозатрат, обнаружение проблем, связанных с отсутствием или недостаточностью стандартных инструментов ПК Autodesk Revit при проектировании ГТС, а также демонстрация возможностей ТИМ.

Решения по дальнейшим этапам (пункты плана 5–7) на данный момент находятся в процессе разработки.

Некоторые проблемы, выявленные в процессе разработки модели:

- высокая трудоемкость создания сложных форм геометрии, например грунтовых массивов;
- множество повторяющихся рутинных операций, например расстановка идентичных элементов в проектное положение с разным шагом, высотной отметкой и т. п.;
- ограниченность стандартных библиотек элементов, материалов, аннотаций;
- отсутствие шаблона проекта, подходящего для разработки комплектов чертежей гидротехнических решений.

Заключение. По результатам работы были сделаны следующие выводы:

- Трудозатраты на создание пилотного проекта с использованием технологии информационного моделирования показали, что на текущий момент скорость разработки документации в 2–2,5 раза больше, чем при проектировании с помощью САПР (AutoCAD). Ожидается рост эффективности применения ТИМ, а именно: уменьшение числа ошибок при проектировании; ускорение процесса корректировки проектов; уменьшение сроков подготовки чертежей на стадии выпуска рабочей документации.
- Обнаруженные проблемы могут быть решены путем разработки скриптов в среде визуального программирования Dynamo и их интеграции в среду Revit, что подтверждает актуальность предложенного плана.
- Необходима разработка надстроек (плагинов) к Autodesk Revit с интуитивно понятным интерфейсом, которые позволят внедрить нормативные принципы проектирования ГТС

в структуру программы, автоматизировать процесс конструирования.

- Совместная работа специалистов в области гидротехники и специалистов в области ТИМ является неэффективной без повышения квалификации специалистов ГТС в части информационного моделирования (либо наоборот).

- Для повышения эффективности работы и ведения ее в рамках единой системы менеджмента качества требуется разработка регламентирующей документации внутри организации и актуализация средств внутреннего документооборота, требований к кадровому составу и прочих процессов, сопутствующих непосредственно проектированию.

Вышеперечисленные факторы являются базисом для продолжения исследования и разработки решений для реализации сложных гидротехнических объектов портовой инфраструктуры.

Работа подтвердила актуальность исследований. Решение обозначенных проблем позволит обеспечить последовательное внедрение ТИМ в проектирование ГТС и, как следствие, повысить качество выпускаемой документации, уменьшить число ошибок и развивать данную сферу в соответствии с существующими тенденциями.

Библиографический список

1. Иванов Ю. М., Романенко А. А., Лебедев Г. В. Морские порты России — траектория развития // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 5 (48). С. 8–12.
2. Белкин П. В., Степенко Н. В., Чубатов И. В. Опыт применения технологии BIM при проектировании ГЭС // Гидротехника. 2019. № 1 (54). С. 21–23.

References

1. Ivanov Yu. M., Romanenko A. A., Lebedev G. V. *Morskie porty Rossii — traektoriya razvitiya* [Sea ports in Russia: a trajectory of development]. *Transport Rossiyskoy Federatsii — Transport of the Russian Federation*, 2013, no. 5 (48), pp. 8–12.
2. Belkin P. V., Stepenko N. V., Chubатов I. V. *Opyt primeneniya tekhnologii BIM pri proektirovanii GES* [Experience of applying BIM technology in the design of hydroelectric power plants]. *Gidrotekhnika — Hydraulic Engineering*, 2019, no. 1 (54), pp. 21–23.