

Информационное моделирование систем водоснабжения и водоотведения

Юлия Александровна Рыльцева

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Технологии информационного моделирования (ТИМ) приобретают все большую популярность в сфере проектирования, выводят процесс строительства и эксплуатации гражданских и промышленных зданий, линейных объектов на новый, прогрессивный уровень. В мировой практике цифровые модели зданий и сооружений также создаются с целью осуществления их реконструкции. Переходу на создание цифровых информационных моделей (ИМ) способствует в том числе российское законодательство: создаются дорожные карты по внедрению ТИМ, нормативная база, предусматриваются гранты на разработку отечественного программного обеспечения (ПО). Задачи исследования: рассмотрение общего порядка моделирования систем водоснабжения и водоотведения здания в российской BIM-системе Renga, формулирование рекомендаций по оптимизации проектных работ, обзор действующей в России нормативной документации в сфере информационного моделирования.

Материалы и методы. Теоретические методы исследования: обзор и анализ российской нормативной документации в сфере информационного моделирования. Эмпирические методы включали использование инструментов BIM-системы Renga при подготовке ИМ инженерных систем.

Результаты. Рассмотрена действующая нормативная документация в сфере информационного моделирования (своды правил, государственные стандарты, методические указания). Описан порядок моделирования инженерных систем здания (водопровода и канализации) с приведением поясняющего иллюстрационного материала.

Выводы. BIM-система Renga — достойная альтернатива всемирно известному ПО. Ее инструменты позволяют создавать трехмерные модели инженерных систем с детальной визуализацией, присваивать необходимые свойства оборудованию, изделиям и материалам, хранить и использовать информацию на протяжении всего жизненного цикла здания. Представленные материалы могут быть полезны проектировщикам, начинающим работать с ПО для создания цифровых информационных моделей инженерных систем, а также студентам учебных заведений с целью приобретения навыка выполнения курсовых работ, дипломных проектов с применением ТИМ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: технологии информационного моделирования, водопровод, канализация, BIM-система, Renga, цифровая информационная модель, инженерные системы зданий

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Рыльцева Ю.А. Информационное моделирование систем водоснабжения и водоотведения. 2024. Т. 14. Вып. 3. С. 100–118. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2024.3.100-118

Автор, ответственный за переписку: Юлия Александровна Рыльцева, ryiltsevayua@mgsu.ru.

Information modelling of water supply and sanitation systems

Yuliya A. Ryltseva

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Information modelling technologies are becoming increasingly popular in the design field, taking the process of construction and operation of civil and industrial buildings, linear objects to a new, progressive level. In world practice, digital models of buildings and structures are also created in order to carry out their reconstruction. Russian legislation promotes the transition of the construction industry to the creation of digital information models: roadmaps for the introduction of information modelling technologies, regulatory documents are being created, grants for the development of domestic software are provided. Research objectives: consideration of the general procedure for modelling building water supply and sanitation systems in the Russian BIM Renga system, formulation of recommendations for optimizing design work, review of regulatory documentation in force in Russia in the field of information modelling.

Materials and methods. Theoretical research methods: review and analysis of Russian regulatory documentation in the field of information modelling. Empirical methods included the use of Renga BIM system tools in the preparation of an information model of engineering systems.

Results. The current regulatory documentation in the field of information modelling (codes of rules, state standards, guidelines) is considered. The procedure for modelling the engineering systems of a building (water supply and sewerage) is described with the use of explanatory illustrative material.

Conclusions. The current regulatory documentation in the field of information modelling (codes of practice, state standards, guidelines) is considered. The procedure for modelling the engineering systems of a building (water supply and sewerage) is described with the use of explanatory illustrative material.

KEYWORDS: information modelling technologies, water supply, sewerage, BIM system, Renga, digital information model, building engineering systems

FOR CITATION: Ryltseva Yu.A. Information modelling of water supply and sanitation systems. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2024; 14(3):100-118. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2024.3.100-118

Corresponding author: Yuliya A. Ryltseva, ryiltsevayua@mgsu.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Информационное моделирование представляет собой процесс создания систематизированной информации об объекте строительства, а также использования этой информации на всех (или отдельных) этапах жизненного цикла (ЖЦ) объекта строительства (ОС)¹. Согласно Постановлениям Правительства РФ^{2, 3} проектно-изыскательские работы по объектам, строительство которых осуществляется в рамках Федерального закона № 214-ФЗ, должны проводиться с применением технологий информационного моделирования (ТИМ) с 1 июля 2024 г. К сегодняшнему дню в российской нормативной сфере накоплена документация, регламентирующая порядок создания информационных моделей (ИМ)^{4, 5}; требования, предъявляемые к ним⁶; процесс формирования библиотек компонентов для разработки информационных моделей⁷; порядок подготовки ИМ к согласованию в экспертных

организациях⁸; контроль качества строительных работ с применением ТИМ⁹. Действуют также своды правил^{10, 11}, регулирующие процессы создания и эксплуатации информационных систем, а также разработку планов реализации проектов в сфере ТИМ.

Создание и использование ИМ направлено на достижение ряда положительных эффектов в ходе ЖЦ ОС:

- возможность одновременной совместной работы проектировщиков с актуальной моделью здания, что приводит к раннему обнаружению коллизий;
- сокращение ошибок проектирования и, как следствие, времени выполнения работ [1, 2];
- сокращение объемов бумажного документооборота [3, 4];
- подробная визуализация проекта, что целесообразно как для проектировщиков и строителей, так и для заказчика строительства [5, 6];
- снижение затрат на этапе ввода объекта в эксплуатацию за счет наличия полной, точной и однозначной информации об объекте [7–9];
- оптимизация затрат при эксплуатации объекта за счет имеющейся точной информации о всех элементах строительного объекта [10, 11];
- повышение уровня безопасной эксплуатации объекта за счет качественного информационного обеспечения и быстрого доступа к нужной информации [12–16].

¹ СП 301.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами.

² Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства : Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331.

³ О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331 : Постановление Правительства Российской Федерации от 20.12.2022 № 2357.

⁴ ГОСТ Р 57563–2017/ISO/TS 12911:2012. Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений.

⁵ СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.

⁶ ГОСТ Р 57311–2016. Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов заверченного строительства.

⁷ СП 328.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели.

⁸ О Методических рекомендациях по подготовке информационной модели объекта капитального строительства, представляемой на рассмотрение в ФАУ «Главгосэкспертиза России» в связи с проведением государственной экспертизы проектной документации, а также по оценке информационной модели объекта капитального строительства : Письмо ФАУ «Главное управление государственной экспертизы» от 06.04.2021 № 01-01-17/4620-НБ.

⁹ СП 471.1325800.2019. Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных работ.

¹⁰ СП 331.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах.

¹¹ СП 404.1325800.2018. Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования.

ТИМ находит применение не только для строительства новых зданий и сооружений. В работе [17] описан успешный опыт создания цифровой модели объектов культурного наследия, позволившей не только координировать все этапы реставрации, но и используемой в дальнейшем с целью проведения виртуальных экскурсий. По мнению зарубежных исследователей [18–20], к факторам, сдерживающим цифровую трансформацию строительной отрасли, относят: недостаточное государственное руководство, неясную готовность участников проекта к сотрудничеству, нехватку профессионалов в сфере информационных технологий.

В рамках реализации национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» обеспечивалась грантовая поддержка¹² проектов по разработке и внедрению отечественного программного обеспечения (ПО). Согласно сведениям, представленным на сайте Минстроя РФ¹³, по состоянию на 29 мая 2024 г. в России зарегистрирован ряд ПО (всего 30) для создания цифровой ИМ систем водоснабжения и водоотведения: NanoCAD BIM BK, Renga, Компас: Наружные сети: HBK, Model Studio CS. Водоснабжение и канализация, Топомастик Robur – Инженерные Сети.

¹² Грантовая поддержка проектов по разработке и внедрению цифровых решений. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/946/>

¹³ Программное обеспечение для ТИМ. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/tim/programmnoe-obespechenie-dlya-tim/>

Renga Professional разработана компанией Renga Software. Renga Software¹⁴ — это предприятие, образованное в результате сотрудничества компании «Аскон» и фирмы «1С». Следует отметить высокий уровень клиентоориентированности компаний Renga Software и «Аскон»: на их официальных сайтах представлено большое количество видеокурсов, текстовых файлов¹⁵ для самостоятельного освоения ПО. Для заинтересованных пользователей также предоставляется возможность получения именного сертификата о прохождении обучения (по результатам тестирования).

В настоящей статье описан общий порядок моделирования систем внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода и бытовой канализации трехэтажного многоквартирного дома.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на основе теоретических и эмпирических методов. Теоретические методы включали обзор и анализ отечественного ПО для информационного моделирования и действующей в России нормативной документации в сфере ТИМ. Эмпирические исследования включали получение опыта моделирования систем внутреннего водопровода и канализации здания в BIM-системе Renga (Россия), на основании которого

¹⁴ Renga. URL: <https://rengabim.com>

¹⁵ Практическое руководство пользователя Renga. URL: <https://manual.rengabim.com/>

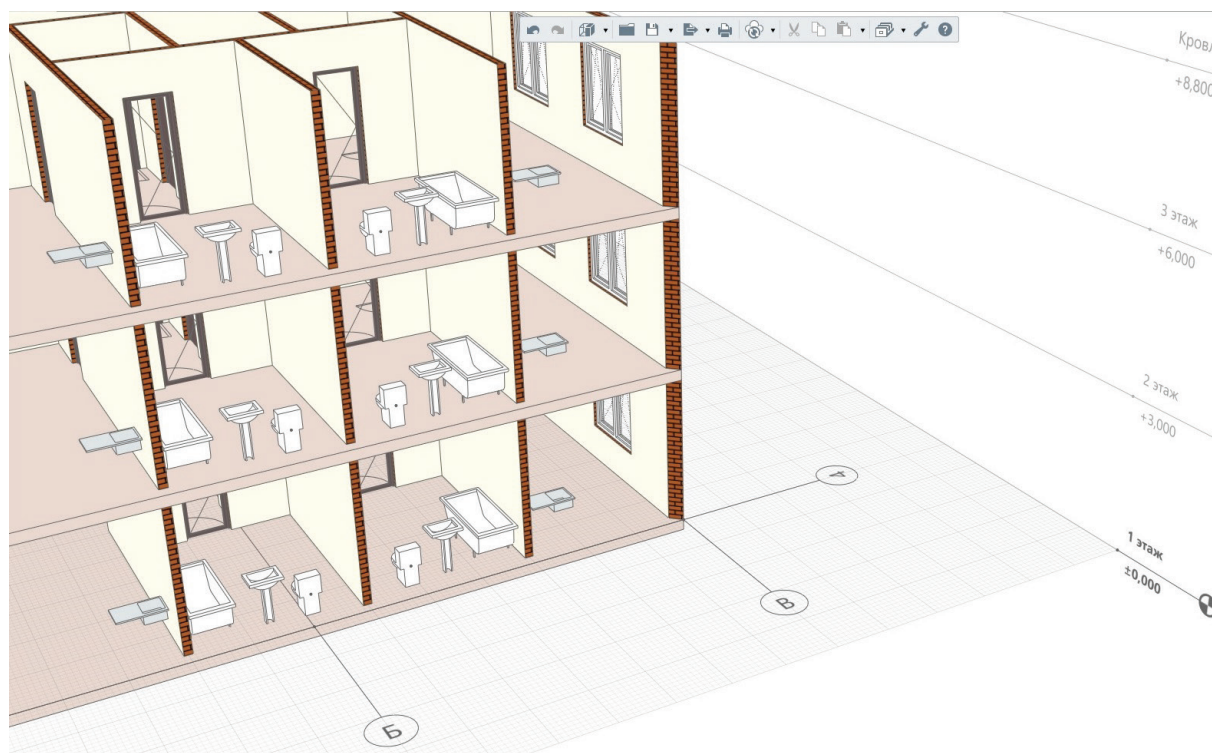


Рис. 1. Расстановка санитарно-технических приборов на 3D-сцене

описаны рекомендации по слаженной работе проектировщика при подготовке модели.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Действия по моделированию такой инженерной системы здания, как хозяйственно-питьевой водопровод (система В1), можно свести к следующей последовательности:

1. В первую очередь, на 3D-сцене расставляются санитарно-техническое оборудование. Для последующей совместной работы нескольких проектировщиков с моделью здания не рекомендуется создавать санитарную технику в отдельном уровне на каждом этаже. Это может привести к тому, что смежный проектировщик в определенный момент отключит видимость какого-либо уровня, за чем последует возникновение коллизий. Копировать объекты по типовым этажам необходимо с применением соответствующих команд программы (рис. 1).

2. На следующем этапе для отдельно взятой квартиры создается водопроводный стояк двумя точками трассировки (рис. 2, а): нижняя точка будет определять нижнюю границу стояка (в нижнем техническом этаже), верхняя — наивысшую точку стояка. Дополнительно в пределах этажа следует создать точку трассировки для квартирного ввода (рис. 2, б). Точки трассировки создаются на 3D-сцене с указанием координат в трехмерном пространстве, чтобы исключить вероятность возникновения смещений по оси создаваемой трассы. Точкам трассировки

необходимо задать названия, по которым в дальнейшем будет удобно ориентироваться при выстраивании логических связей между элементами модели во вкладке «Трубопроводные системы».

3. Расставляется водоразборная арматура: смесители для раковины, мойки и ванны (рис. 3). Программа позволяет выбирать из каталога различные виды смесителей — напольные и настенные. Унитаз не нуждается в оснащении дополнительной водоразборной арматурой: система самостоятельно распознает его как прибор, требующий подводки холодного водоснабжения.

4. После выполнения действий, описанных в пп. 1–3, при входе во вкладку «Трубопроводные системы» отобразятся все созданные элементы системы холодного водоснабжения. Для правильной сборки стояка и поквартирной разводки стоит уточнить расположение плиток с точками трассировки, плиток оборудования и арматуры в соответствии с 3D-сценой (рис. 4, а). Далее в диалоге «Параметры трубопроводных систем» задаются условия прокладки водопроводной сети (отметки, смещения), а также выбирается стиль труб и трубопроводных деталей (материал, номинальный диаметр, способ соединения). Renga Professional имеет готовый набор стилей трубопроводов, деталей и оборудования, но проектировщик может создать и собственные. После задания всех параметров (правил) плитки оборудования, приборов и точек трассировки необходимо объединить в единую систему, выстроив между ними соответствующие связи (рис. 4, б). Следует обратить внима-

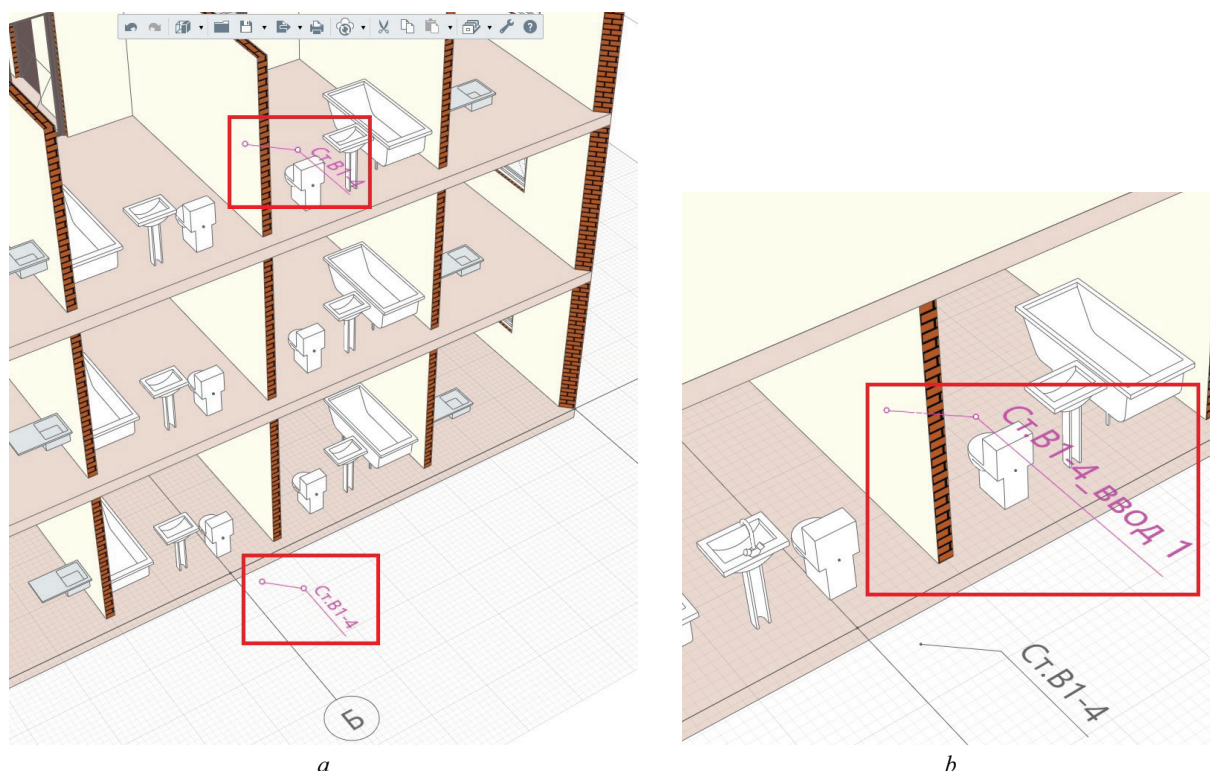


Рис. 2. Расстановка точек трассировки для моделирования водопроводного стояка (а) и квартирного ввода водопровода (б)

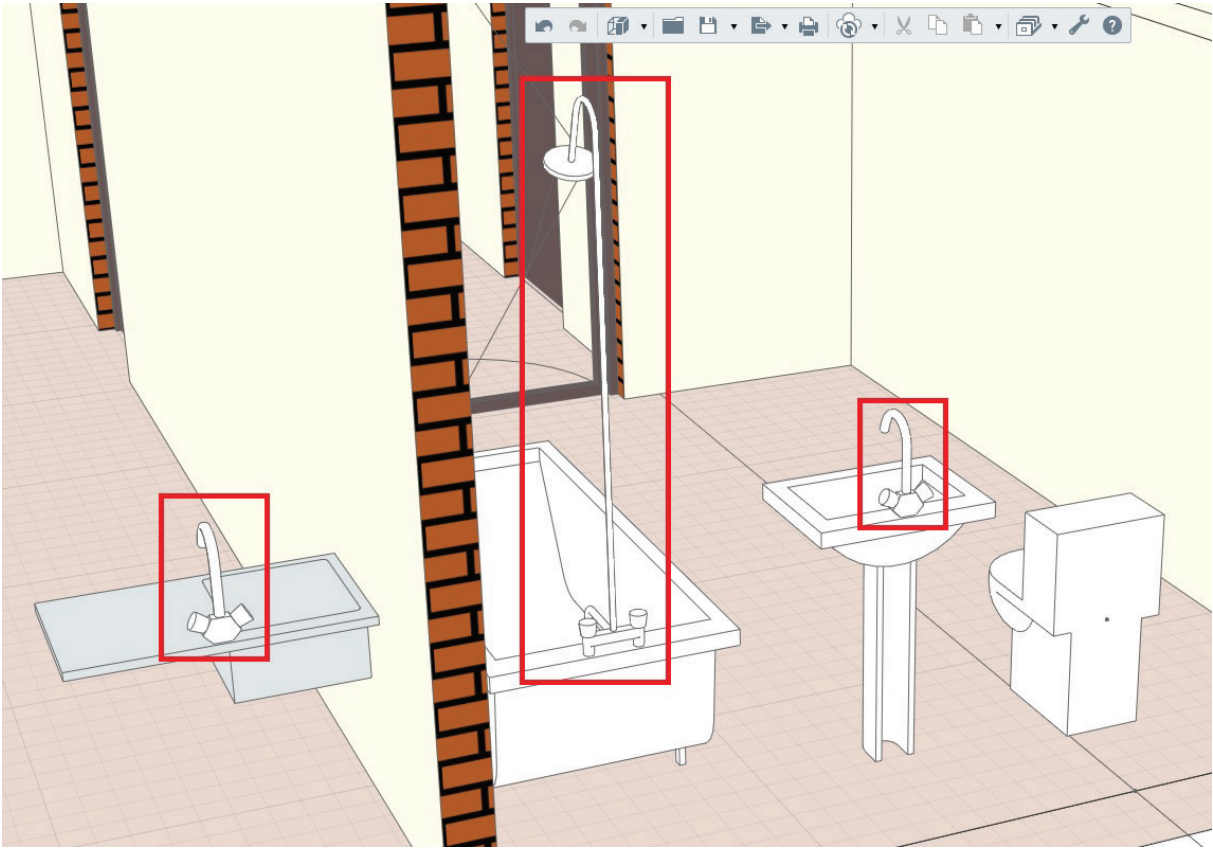


Рис. 3. Расстановка водоразборной арматуры на 3D-сцене

ние на то, что каждый смеситель по умолчанию имеет две точки подключения — для холодной и горячей воды. Впоследствии оставшиеся точки пригодятся для моделирования системы горячего водоснабжения, т.е. создавать водоразборную арматуру повторно не придется.

5. В результате операций, проведенных по п. 4, на 3D-сцене в пределах прорабатываемой зоны отобразятся поквартирная разводка труб и водопроводный стояк (рис. 5).

6. Далее на участке квартирного ввода, квартирной разводке труб размещается необходимое

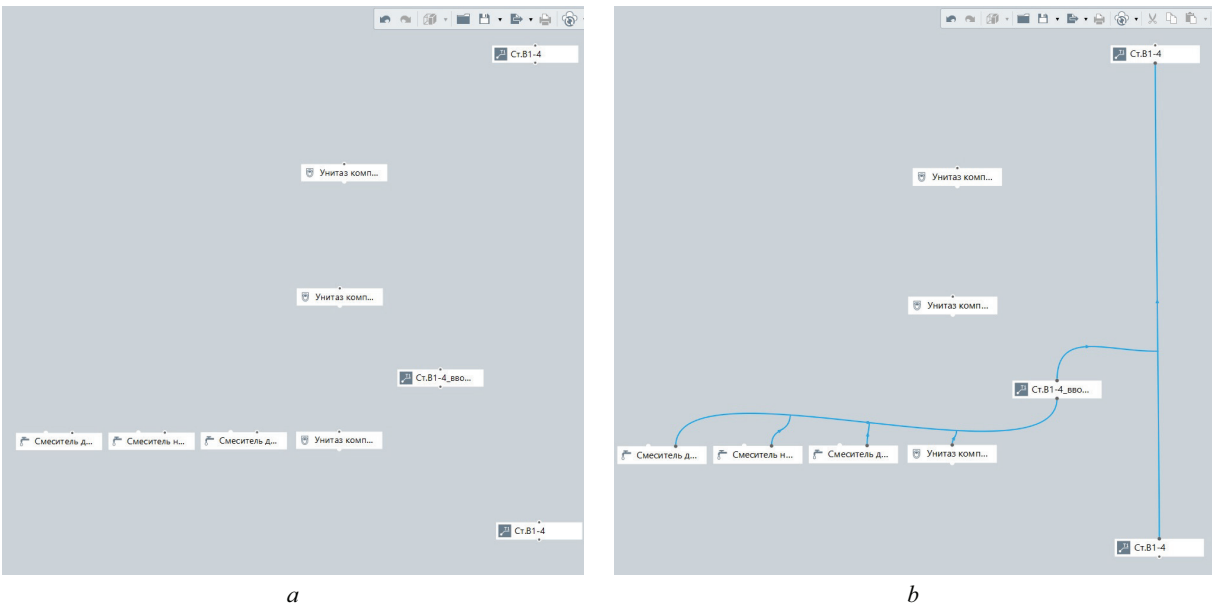


Рис. 4. Построение трубопроводной трассы во вкладке «Трубопроводные системы»: плитки водоразборной арматуры и точек трассировки (а); создание связей в системе (b)

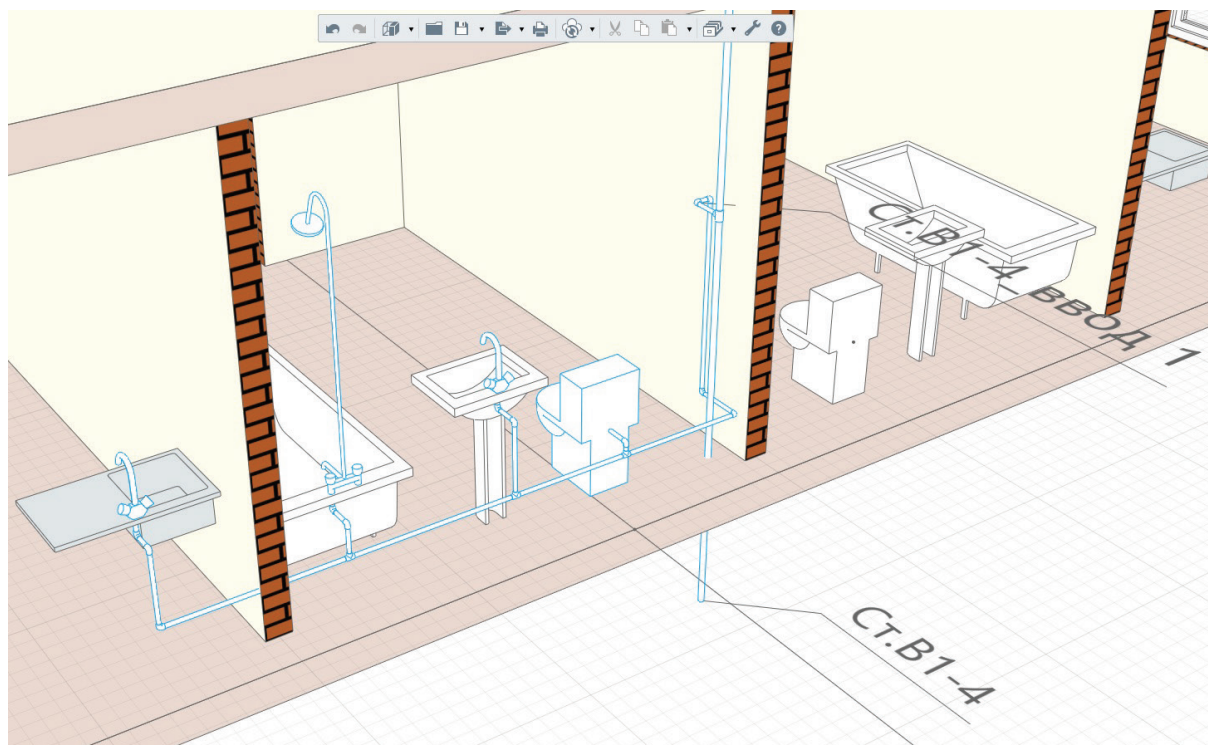


Рис. 5. Поквартирная разводка водопровода на 3D-сцене

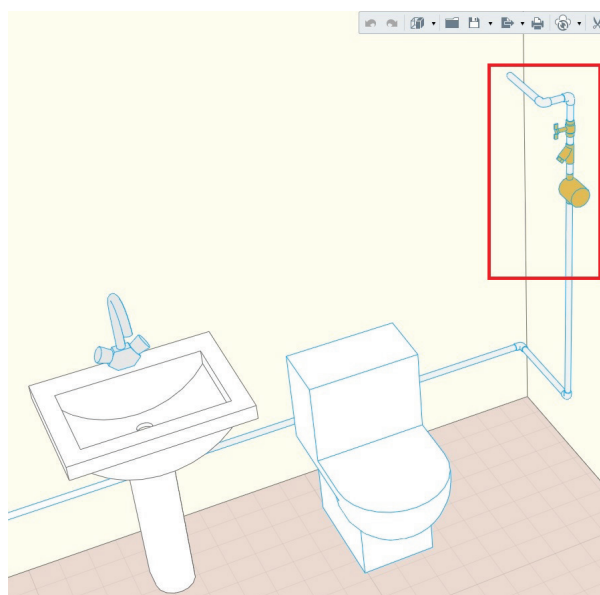
оборудование и арматура: клапаны (краны), фильтр грубой очистки, счетчик воды и прочее (рис. 6).

7. На последующем этапе работ квартирная разводка системы водоснабжения (совместно с точкой трассировки ответвления квартирного ввода и водоразборной арматурой) на 3D-сцене поэтапно копируется по типовым этажам (рис. 7, а). Далее может потребоваться корректировка расположения плиток элементов водопровода во вкладке «Трубопроводные системы», которые автоматически будут

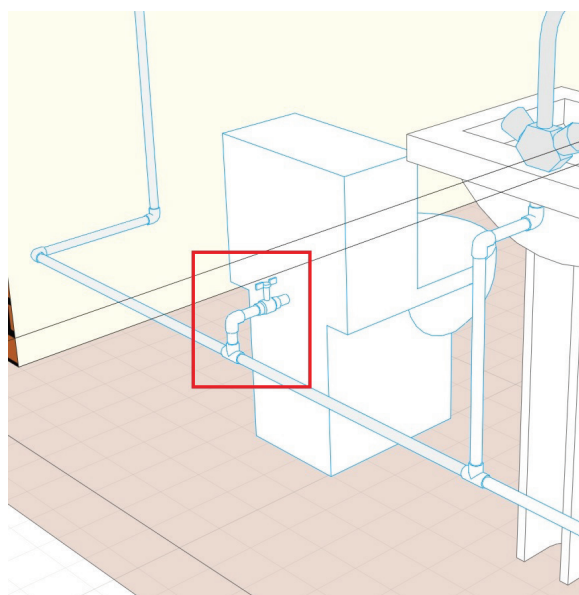
созданы в результате операции копирования. Скопированные группы плиток необходимо подключить к водопроводному стояку (рис. 7, б).

8. Действия, описанные в п. 7, необходимо повторить в соответствии с числом стояков в общей системе водоснабжения здания.

9. На следующем этапе выполняется трассировка водопровода в подвале (нижнем техническом этаже). Для этого вначале расставляются точки трассировки, которые будут являться характерны



а



б

Рис. 6. Размещение арматуры и оборудования на квартирной разводке водопровода

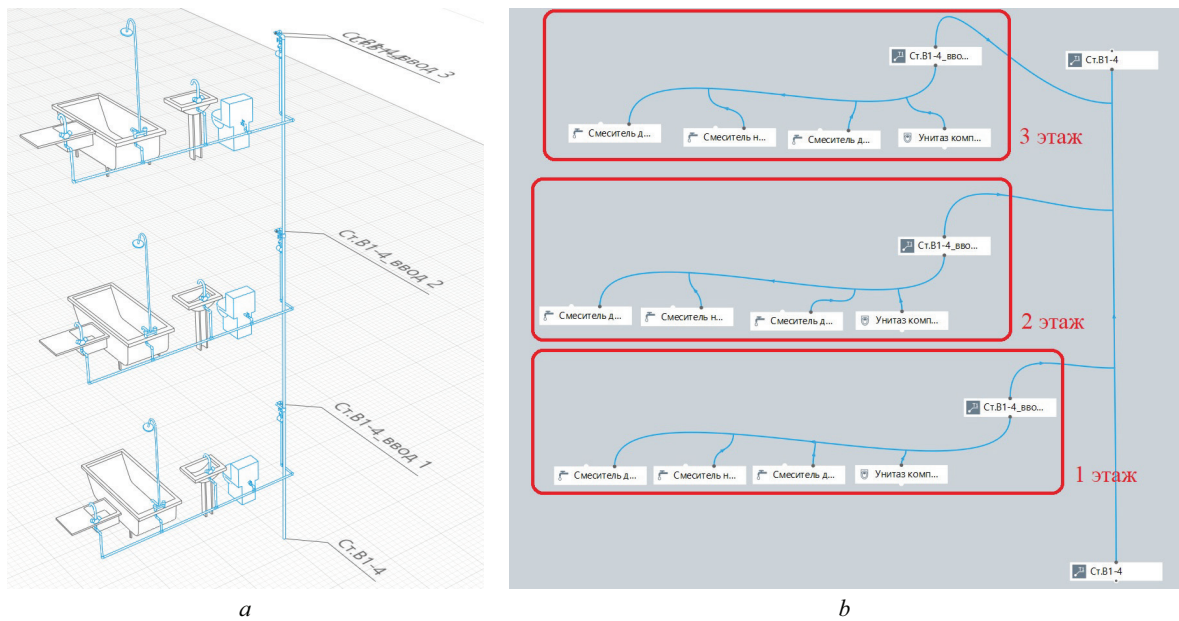


Рис. 7. Создание типовой разводки водопровода по этажам здания: вид на 3D-сцене (а); вид во вкладке «Трубопроводные системы» (b)

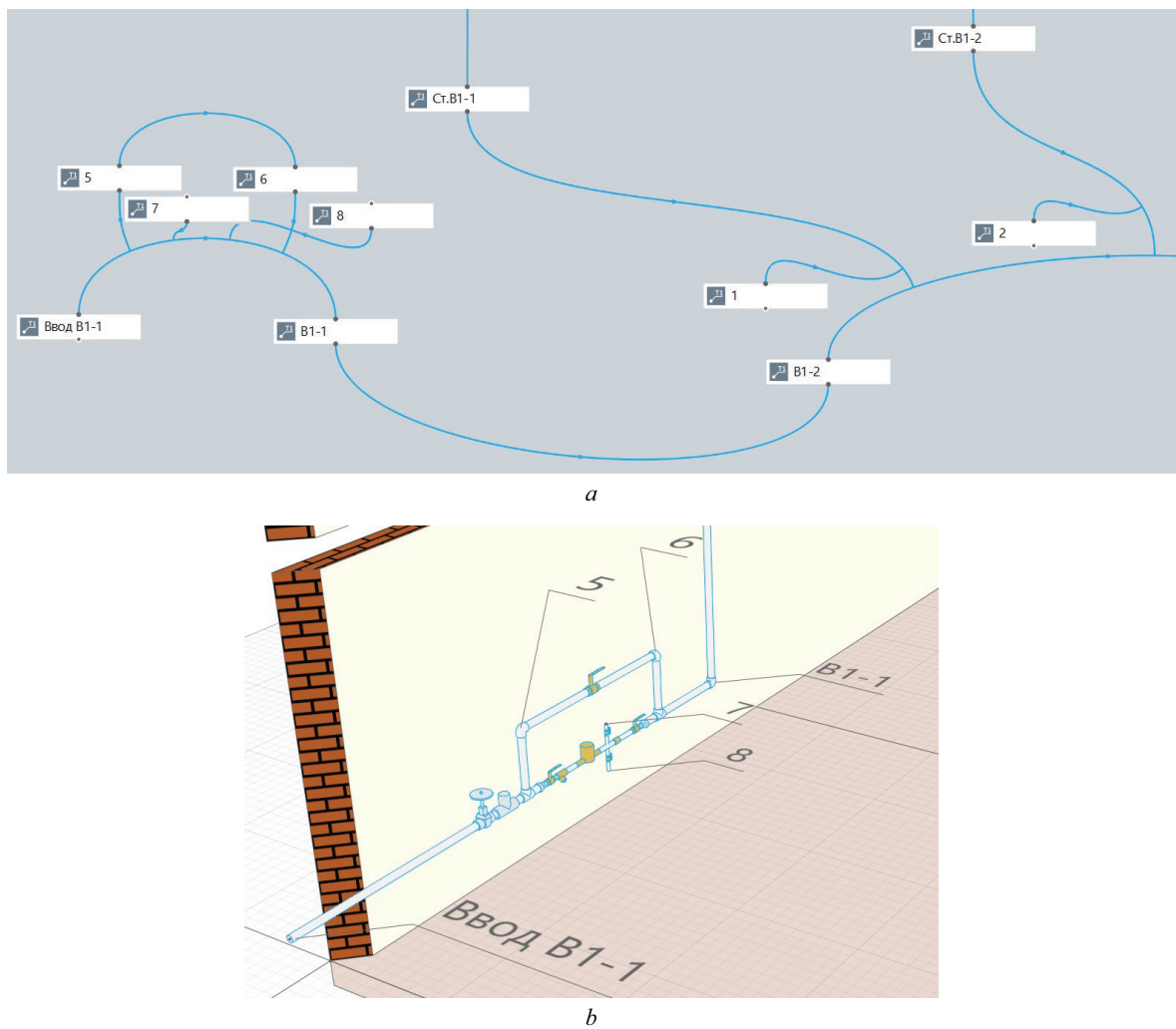


Рис. 8. Построение трубопроводной трассы системы В1 в пространстве технического этажа (а); оснащение водопроводной сети арматурой и оборудованием на 3D-сцене (b)

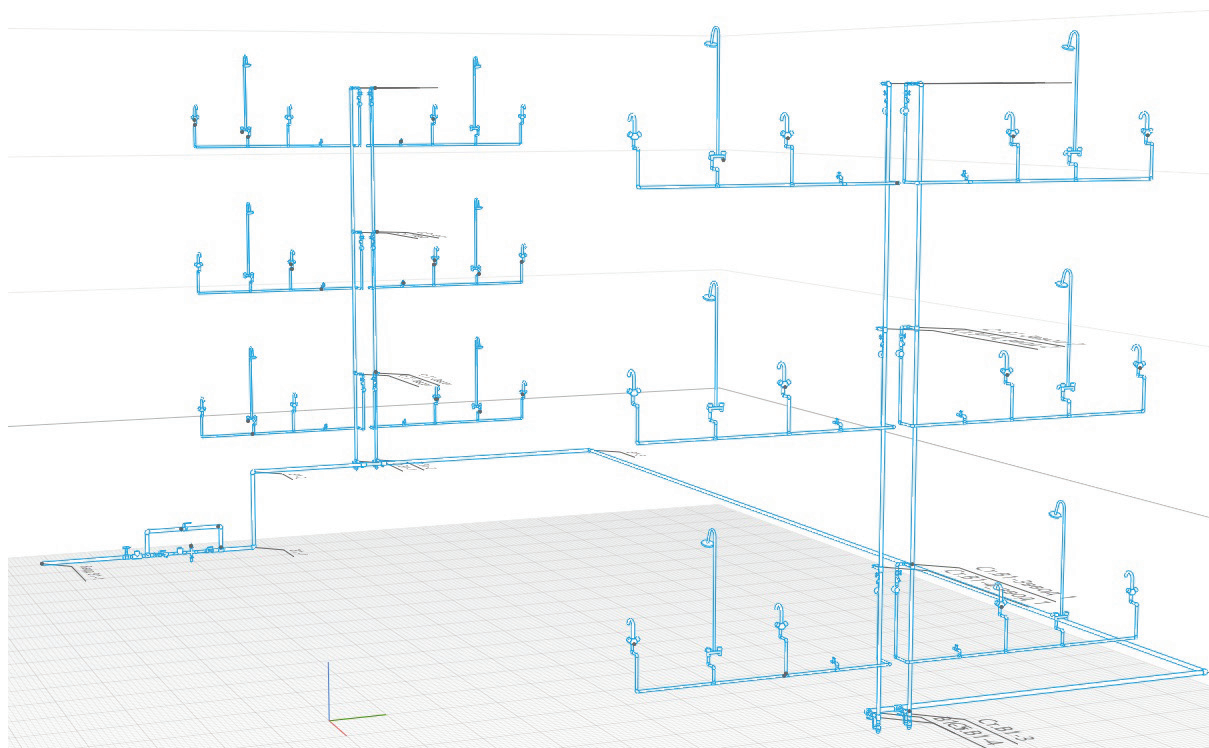


Рис. 9. Модель внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода здания

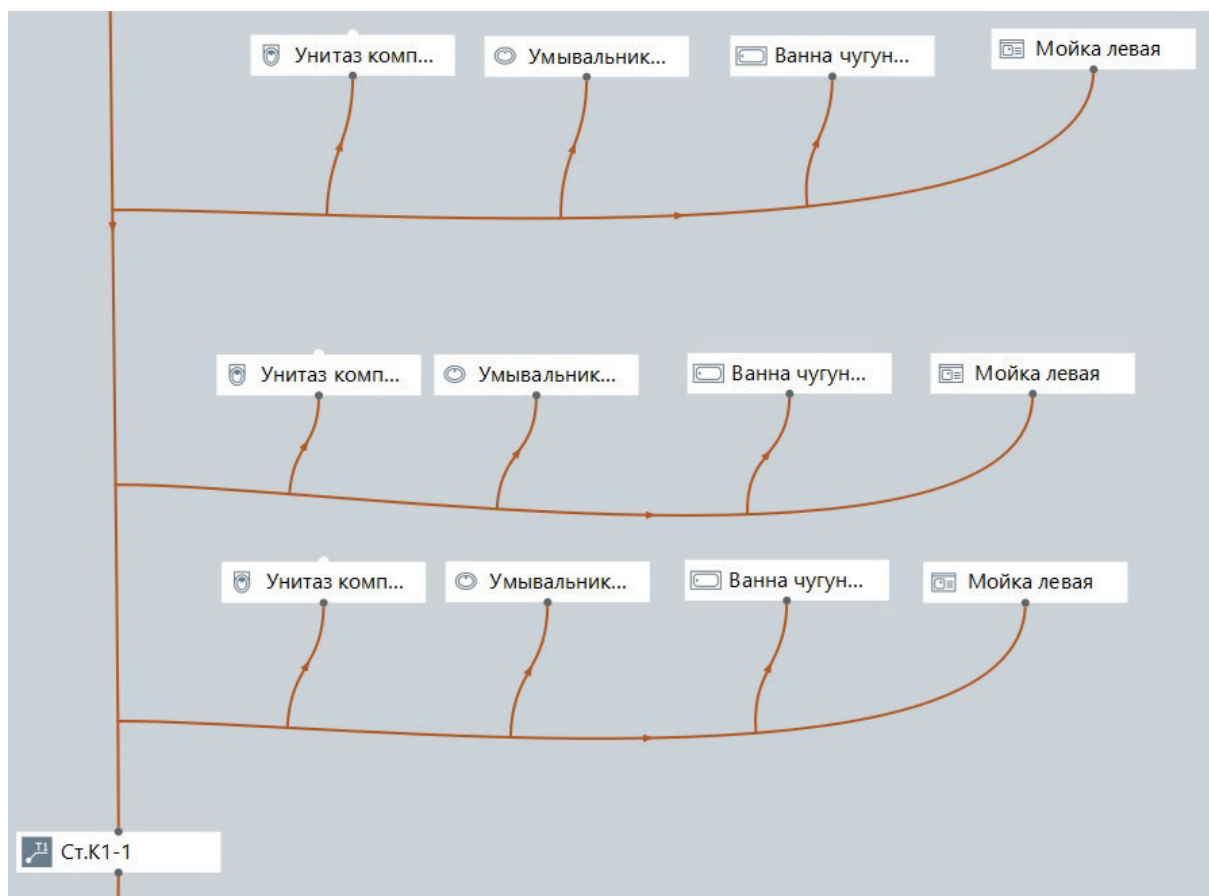


Рис. 10. Построение трубопроводной трассы системы К1 по этажам здания

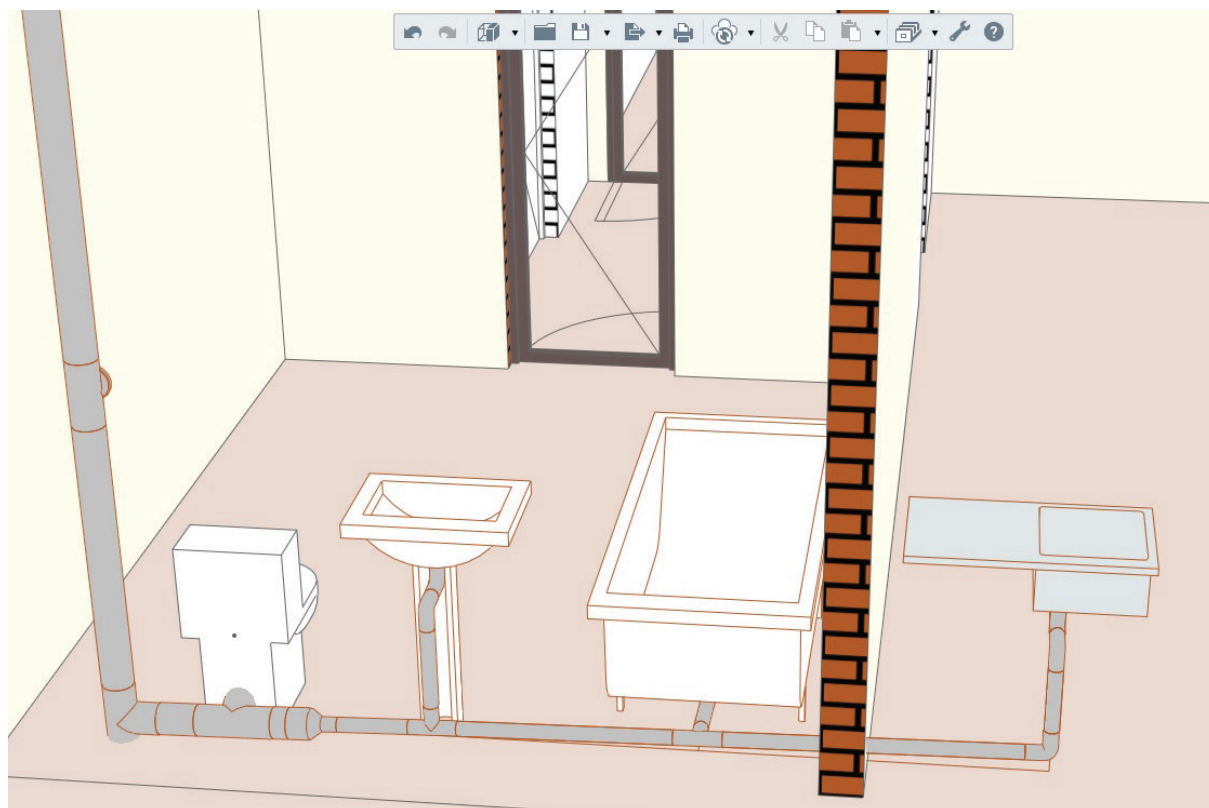


Рис. 11. Квартирная разводка бытовой канализации на 3D-сцене

ми точками трубопроводной сети — точками поворота, изменения отметки, ответвлений, точками начала и окончания трассы. После расстановки точек трассировки на 3D-сцене требуется выстроить связи между плитками во вкладке «Трубопроводные системы» (рис. 8, а), задавая при этом соответствующие параметры трубопроводной сети. После выполнения указанных действий на 3D-сцене расставляется необходимое оборудование и арматура (рис. 8, б).

В итоге получаем модель системы внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода здания. Если настроить фильтр на данную инженерную систему, можно изолировать ее от прочих элементов модели, что удобно для детального рассмотрения конфигурации водопровода (рис. 9).

В целом аналогичным образом осуществляется моделирование системы внутренней бытовой канализации здания (системы K1). Принципиальные отличия (в сравнении с системой водопровода) будут состоять лишь в том, что во вкладке «Трубопроводные системы» будут отображаться плитки с обозначением санитарно-технических приборов, а не водоразборной арматуры (рис. 10). Кроме того, при построении трассы горизонтальной разводки труб стоит предусматривать уклоны для обеспече-

ния самотечного движения сточных вод. Программа позволяет оснастить систему бытовой канализации всеми необходимыми трубными деталями (отводы, переходы, тройники, ревизии (рис. 11)).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

В целом интерфейс BIM-системы Renga понятен и достаточно интуитивен, что позволяет пользователям (в том числе не имевшим опыта работы с ТИМ) в сжатые сроки овладеть навыками моделирования. По итогам выполнения работ программа предполагает возможность получения не только детальной 3D-модели инженерной системы, но и автоматическое формирование 2D-чертежей и прочих элементов проектной документации: планов по всем отметкам здания, аксонометрических схем систем (в масштабах различной крупности), спецификаций.

Дальнейшая работа автора по освоению моделирования систем водоснабжения и водоотведения будет направлена на применение плагина «Умная вода» (разработчик — компания «Элита», Россия) в интеграции с BIM-системой Renga. Плагин «Умная вода» позволяет автоматизировать гидравлические расчеты инженерных систем, значительно сокращая трудоемкость работ проектировщика и время их выполнения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Брезгин Ю.И., Кузин В.В. Анализ применения информационных и цифровых технологий при реализации национального проекта «Жилье и городская среда» // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: достижения и инновации : сб. науч. ст. по мат. VII Междунар. науч.-практ. конф. 2022. С. 61–72. EDN UZSBFC.
2. Rinchen S., Banihashemi S., Alkilani S. Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries // Project Leadership and Society. 2024. Vol. 5. P. 100138. DOI: 10.1016/j.plas.2024.100138
3. Выродова И.Г., Николовский А.В., Чеботова А.А., Шиховцов А.А. Применение BIM-технологий при проектировании зданий и сооружений в г. Краснодаре // Перспективы науки. 2022. № 2 (149). С. 49–52. EDN KZGNGG.
4. Peng Y., Au-Yong C.P., Myeda N.E. Knowledge graph of building information modelling (BIM) for facilities management (FM) // Automation in Construction. 2024. Vol. 165. P. 105492. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105492
5. Грахов В.П., Кислякова Ю.Г., Мохначев С.А., Симаков Н.К. Актуальность цифрового строительства зданий в промышленности // Россия и мир: развитие цивилизаций. Инновации и консерватизм: поиск баланса : мат. XII Междунар. науч.-практ. конф. 2022. С. 88–91. EDN IHQTKL.
6. Puerto A., Castañeda K., Sanchez O., Peña C.A., Gutierrez L., Saenz P. Building information modeling and complementary technologies in heritage buildings : a bibliometric analysis // Results in Engineering. 2024. Vol. 22. P. 102192. DOI: 10.1016/j.rineng.2024.102192
7. Салова Н.Н., Мишкина Е.В., Авдеева К.В. Оценка экономической эффективности внедрения BIM-технологий на примере проектной организации в строительстве // Актуальные вопросы современной экономики. 2020. № 11. С. 868–880. DOI: 10.34755/IROK.2020.40.92.059. EDN XAYRST.
8. Guizar Dena A.J., Garcia Hipola M., Banderera C.F. Optimization testing for the modeling and characterization of three-dimensional elements to enhance interoperability from building information modeling (BIM) to building energy modeling (BEM) // Energy and Buildings. 2024. Vol. 317. P. 114394. DOI: 10.1016/j.enbuild.2024.114394
9. Узаев М.А., Узаева А.А., Узаева А.А. Комплексное организационно-технологическое проектирование крытых стадионов с использованием BIM-технологий // Экономика строительства. 2024. № 3. С. 252–256. EDN IYWPSL.
10. Biswas H.K., Sim T.Y., Lau S.L. Impact of building information modelling and advanced technologies in the aec industry : a contemporary review and future directions // Journal of Building Engineering. 2024. Vol. 82. P. 108165. DOI: 10.1016/j.job.2023.108165
11. Тонконог М.П., Субботин О.С. Информационное моделирование в сфере архитектурного проектирования (BIM-моделирование) // Вектор современной науки : сб. тез. по мат. Междунар. науч.-практ. конф. студ. и мол. уч. 2022. С. 935–936. EDN REAQVF.
12. Abuhussain M.A., Waqar A., Khan A.M., Othman I., Alotaibi B.S., Althoey F. et al. Integrating Building Information Modeling (BIM) for optimal lifecycle management of complex structures // Structures. 2024. Vol. 60. P. 105831. DOI: 10.1016/j.istruc.2023.105831
13. Bueno M., Bosche F. Pre-processing and analysis of building information models for automated geometric quality control // Automation in Construction. 2024. Vol. 165. P. 105557. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105557
14. Шайхутдинова Ф.Ф., Арапатьян Л.С., Павлова Ю.М. Информационное моделирование закрытия атомных электростанций // Энергоресурсосбережение в промышленности : сб. науч.-практ. тр. 2023. С. 180–185. EDN YGFUKN.
15. Шеина С.Г., Умнякова Н.П., Федоров А.А. Информационное моделирование — как основа проектирования энергоэффективных зданий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 4 (382). С. 202–206. EDN VATQQV.
16. Carvalho J.P., Bragança L., Mateus R. Automating building sustainability assessment using building information modeling : a case study // Journal of Building Engineering. 2023. Vol. 76. P. 107228. DOI: 10.1016/j.job.2023.107228
17. Paremain H.W.P., Toll D.G. Heritage building information modeling : a case study of Kasthamandap, Nepal // Proceedings of the Institution of Civil Engineers — Engineering History and Heritage. 2023. Vol. 176. Issue 1. Pp. 25–34. DOI: 10.1680/jenhh.21.00103
18. Xiang Y., Mahamadu A.M., Florez-Peres L. Engineering information format utilisation across building design stages : an Exploration of BIM Applicability in China // Journal of Building Engineering. 2024. Vol. 95. P. 110030. DOI: 10.1016/j.job.2024.110030
19. Shin M.H., Lee H.K., Kim H.Y. Benefit–cost analysis of Building Information Modeling (BIM) in a railway site // Sustainability. 2018. Vol. 10. Issue 11. P. 4303. DOI: 10.4303.10.3390/su10114303
20. Liao L., Teo E.A.L., Chang R., Zhao X. Diffusion of Building Information Modeling in building projects and firms in Singapore // Sustainability. 2020. Vol. 12. Issue 18. P. 7762. DOI: 10.3390/su12187762

Поступила в редакцию 15 июля 2024 г.

Принята в доработанном виде 19 августа 2024 г.

Одобрена для публикации 21 августа 2024 г.

ОБ АВТОРЕ: **Юлия Александровна Рыльцева** — кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; SPIN-код: 4138-6634, Scopus: 57214228101, ORCID: 0000-0002-1315-6907; yuliya.ryltseva@mail.ru.

INTRODUCTION

Information modelling is a process of creating systematized information about a construction project and using this information at all (or individual) stages of the life cycle (LC) of a construction project¹ (CP). According to the Decrees of the Government of the Russian Federation^{2, 3} design and survey work on objects, the construction of which is carried out within the framework of Federal Law No. 214-FL, should be carried out with the use of information modelling technologies (IMT) from 1 July 2024. To date, the Russian regulatory sphere has accumulated documentation regulating the procedure for creating information models (IM)^{4, 5}; requirements for them⁶; the process of forming libraries of components for the development of information models⁷; the procedure for preparing IM for approval by expert organizations⁸;

quality control of construction works using TIM⁹. There are also codes of practice^{10, 11}, regulating the processes of creation and operation of information systems, as well as the development of project implementation plans in the field of TIM.

Creation and use of IM is aimed at achieving a number of positive effects in the course of the life cycle of the CP:

- the possibility of simultaneous collaboration of designers with the actual building model, which leads to early detection of collisions;
- reduction of design errors and, as a consequence, of work execution time [1, 2];
- reducing the volume of paper documents [3, 4];
- detailed visualization of the project, which is expedient both for designers and builders and for the construction customer [5, 6];
- cost reduction at the stage of commissioning the object due to the availability of complete, accurate and unambiguous information about the object [7–9];
- optimization of costs during the operation of the object due to the available accurate information about all elements of the construction object [10, 11];
- increasing the level of safe operation of the object due to quality information support and quick access to the required information [12–16].

TIM finds application not only for the construction of new buildings and structures. In [17], a successful experience of creating a digital model of cultural heritage objects is described, which allowed not only to coordinate all stages of restoration, but also to be used in the future to conduct virtual tours. According to foreign researchers [18–20], the factors constraining the digital transformation of the construction industry include: insufficient government leadership, unclear willingness

¹ CP 301.1325800.2017. Information modelling in construction. Rules for organization of work by production and technical departments.

² On establishing cases in which the developer, technical customer, the person providing or carrying out the preparation of investment justification, and (or) the person responsible for the operation of the capital construction facility, shall ensure the formation and maintenance of the information model of the capital construction facility : Resolution of the Government of the Russian Federation of 05.03.2021 No. 331.

³ On Amendments to the Resolution of the Government of the Russian Federation of 05.03.2021 No. 331: Resolution of the Government of the Russian Federation of 20.12.2022 No. 2357.

⁴ GOST P 57563–2017/ISO/TS 12911:2012. Information modelling in construction. Basic provisions for the development of standards for information modelling of buildings and structures.

⁵ CP 333.1325800.2020. Information modelling in construction. Rules for formation of information model of objects at different stages of life cycle.

⁶ GOST P 57311–2016. Information modelling in construction. Requirements for operational documentation of completed construction projects.

⁷ CP 328.1325800.2020. Information modelling in construction. Rules for description of information model components.

⁸ About Methodical Recommendations on preparation of the information model of the capital construction object, submitted for consideration to FAO “Glavgosexpertiza of Russia” in connection with the state expert examination of the design documentation, as well as the evaluation of the information model of the capital

construction object : Letter of FAU “Main Department of State Expertise” from 06.04.2021 No. 01-01-17/4620-NB.

⁹ CP 471.1325800.2019. Information modelling in construction. Quality control of construction works production.

¹⁰ CP 331.1325800.2017. Information modelling in construction. Exchange rules between information models of objects and models used in software packages.

¹¹ CP 404.1325800.2018. Information modelling in construction. Rules for the development of project plans implemented using information modelling technology.

of project participants to cooperate, and lack of IT professionals.

Within the framework of the national programme “Digital Economy of the Russian Federation”, grant support was provided to¹² projects for the development and implementation of domestic software. According to the information provided on the website of the Ministry of Construction of the Russian Federation¹³, as of 29 May 2024, Russia has registered a number of software (30 in total) for creating digital IM of water supply and wastewater systems — NanoCAD BIM VK, Renga, Compass; outdoor networks — NVC, Model Studio CS; water supply and sewerage — Topomatik Robur — Engineering Networks.

Renga Professional is developed by Renga Software. Renga Software¹⁴ is a company formed as a result of co-operation between Ascon and the 1C company. It is worth noting the high level of customer-orientation of Renga Software and Ascon: their official websites offer a large number of video courses, text files¹⁵ for independent mastering of the software. Interested users can also get a personalized training certificate (based on test results).

¹² Grant support for projects to develop and implement digital solutions. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/946/>

¹³ TIM software. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/tim/programmnoe-obespechenie-dlya-tim/>

¹⁴ Renga. URL: <https://rengabim.com>

¹⁵ Renga Practical User Guide. URL: <https://manual.rengabim.com/>

This paper describes the general procedure for modelling the internal domestic water supply and domestic sewerage systems of a three-storey apartment building.

MATERIALS AND METHODS

The research was carried out on the basis of theoretical and empirical methods. Theoretical methods included review and analysis of domestic software for information modelling and regulatory documentation in force in Russia in the field of BIM. Empirical research consisted of gaining experience in modelling of internal water supply and sewerage systems of a building in BIM-system Renga (Russia), on the basis of which the recommendations for the coherent work of the designer during the preparation of the model are described.

RESEARCH RESULTS

The modelling of a building engineering system such as the domestic water supply system (system B1) can be summarized in the following sequence:

1. First of all, the sanitary equipment is arranged on the 3D scene. For subsequent collaboration of several designers with the building model, it is not recommended to create sanitary equipment in a separate level on each floor. This can lead to the fact that an adjacent designer at some point will switch off the visibility of a level, which will lead to collisions. To copy objects on typical floors it is necessary to use appropriate commands of the programme (Fig. 1).

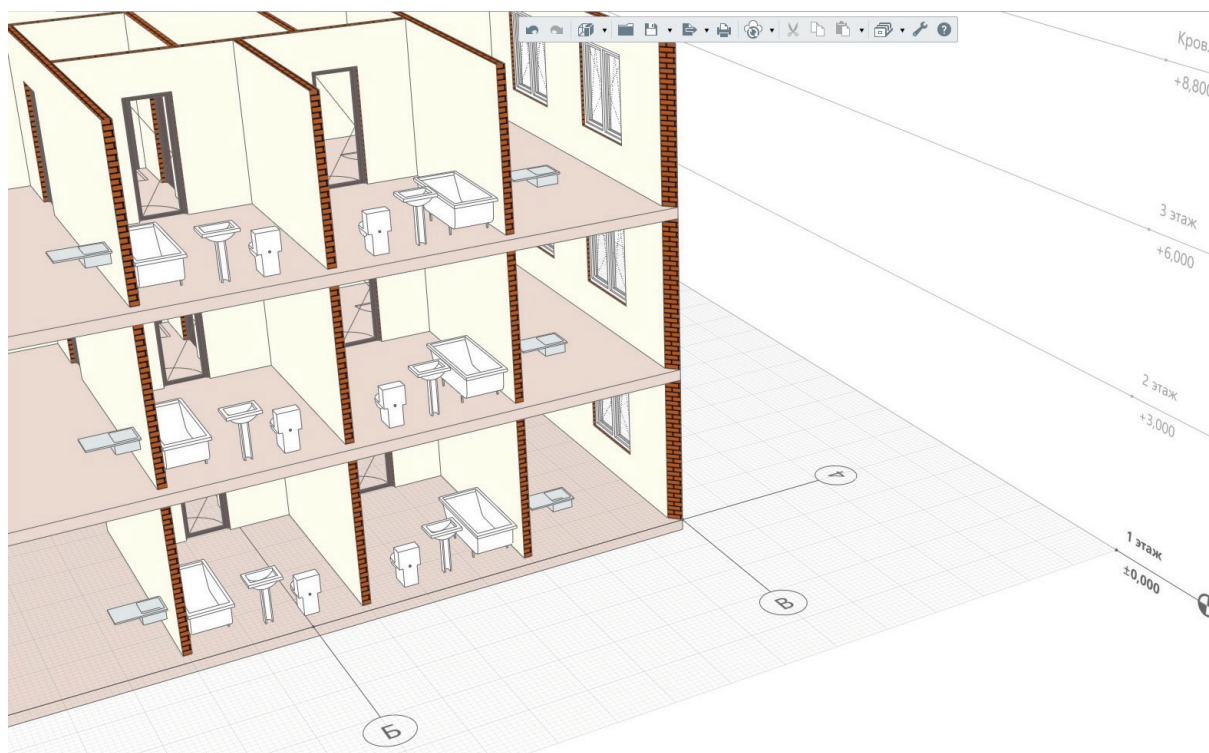


Fig. 1. Arrangement of sanitary fixtures on the 3D scene

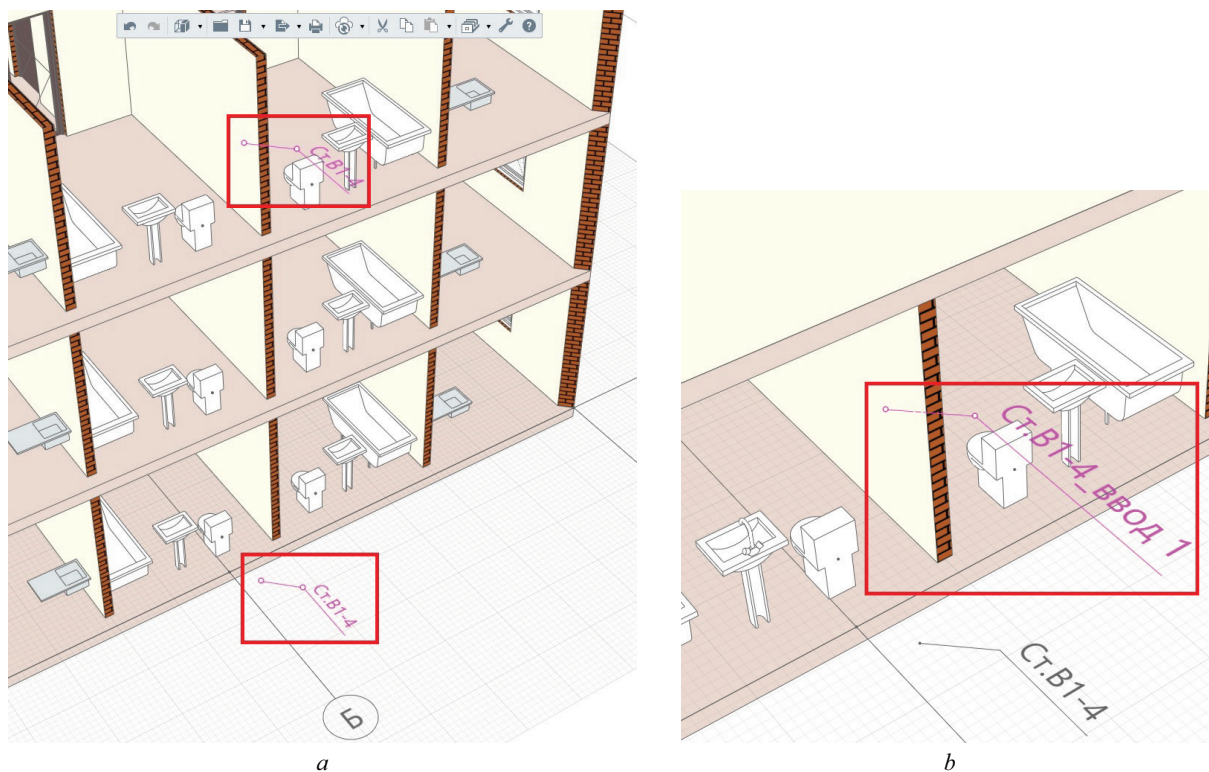


Fig. 2. Trace point placement for modelling a water riser (a) and a flat water inlet (b)

2. In the next step, a water riser pipe is created for a single flat with two trace points (Fig. 2, a): the lower point will define the lower boundary of the riser pipe (in the lower technical floor), the upper point —

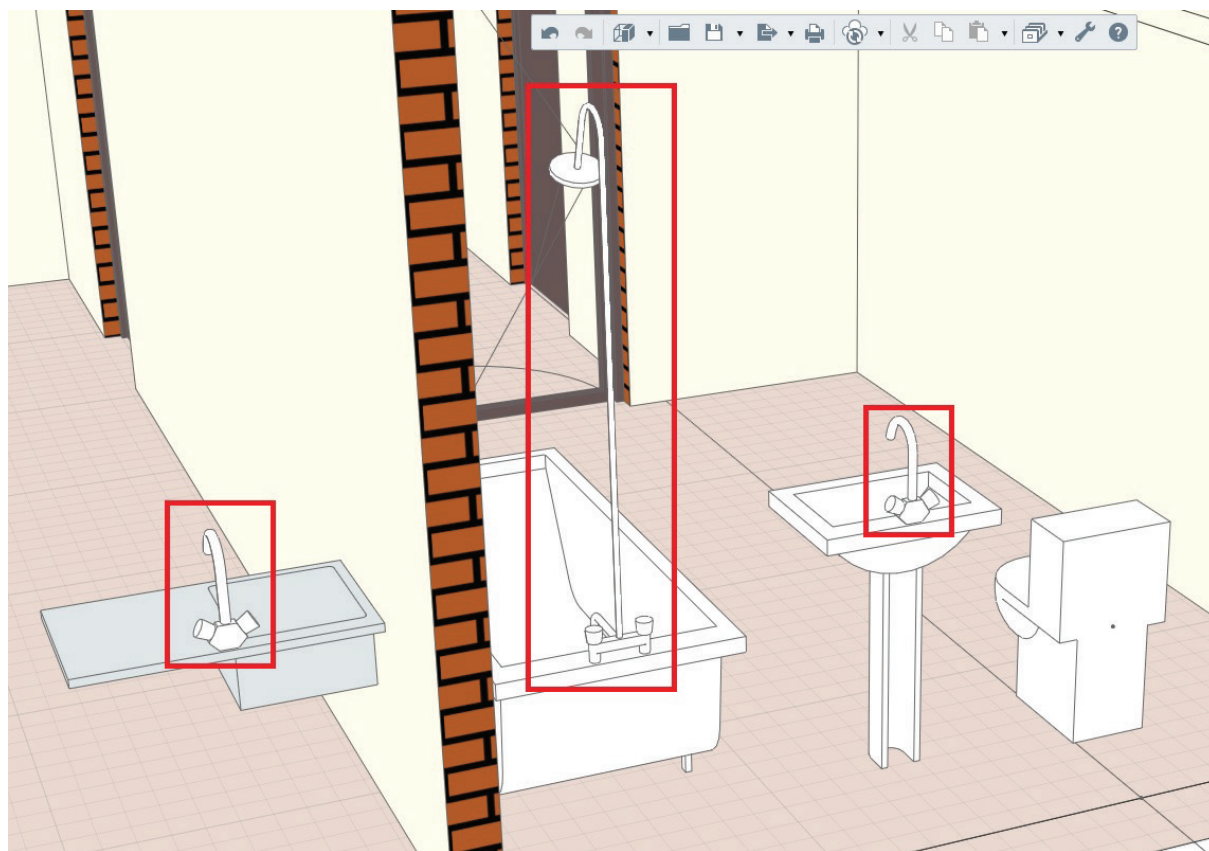


Fig. 3. Arrangement of water fittings on the 3D scene

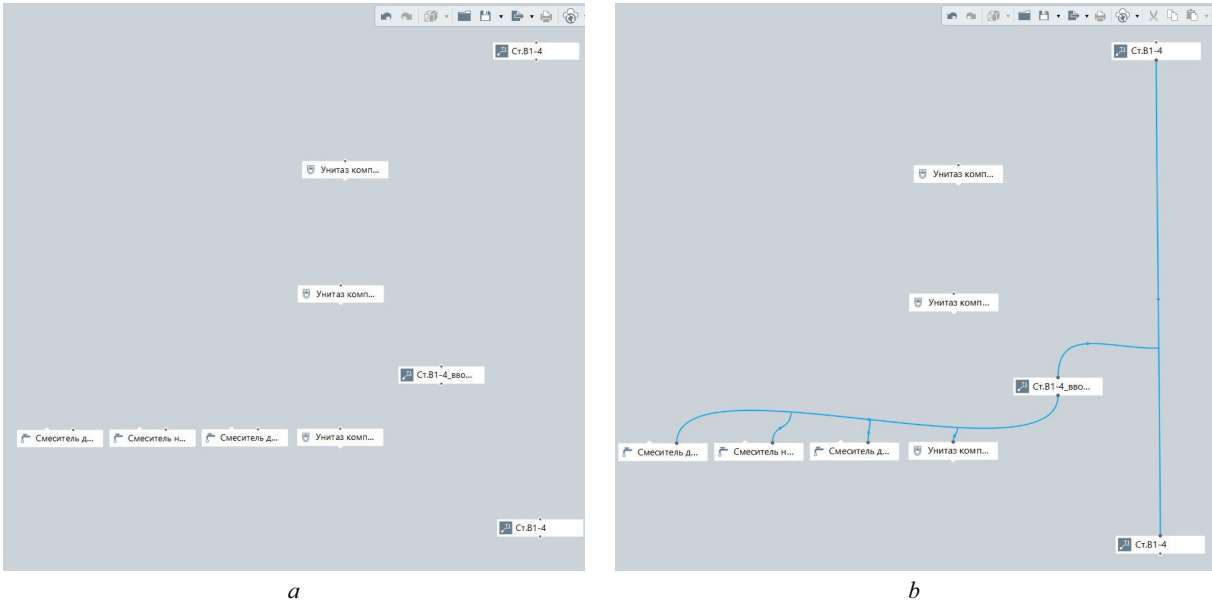


Fig. 4. Pipeline route construction in the “Pipeline systems” tab: tiles of water fittings and trace points (a); creation of links in the system (b)

the highest point of the riser pipe. In addition, a trace point for the flat entry must be created within the floor (Fig. 2, b). Trace points are created on the 3D scene with the coordinates in the 3D space in order to exclude the probability of displacements along the axis of the created trace. Trace points should be given names, which will be convenient to use in the future when building logical connections between the model elements in the “Pipeline systems” tab.

3. The water fittings are arranged: basin, sink and bathtub mixers (Fig. 3). The software allows you to choose from a catalogue of different types of mixers, both wall-mounted and wall-mounted. The WC does not need to be equipped with additional water fittings: the system recognizes it as an appliance that requires a cold water supply.
4. After performing the steps described in par. 1–3. 1–3, when you enter the “Piping systems” tab, all

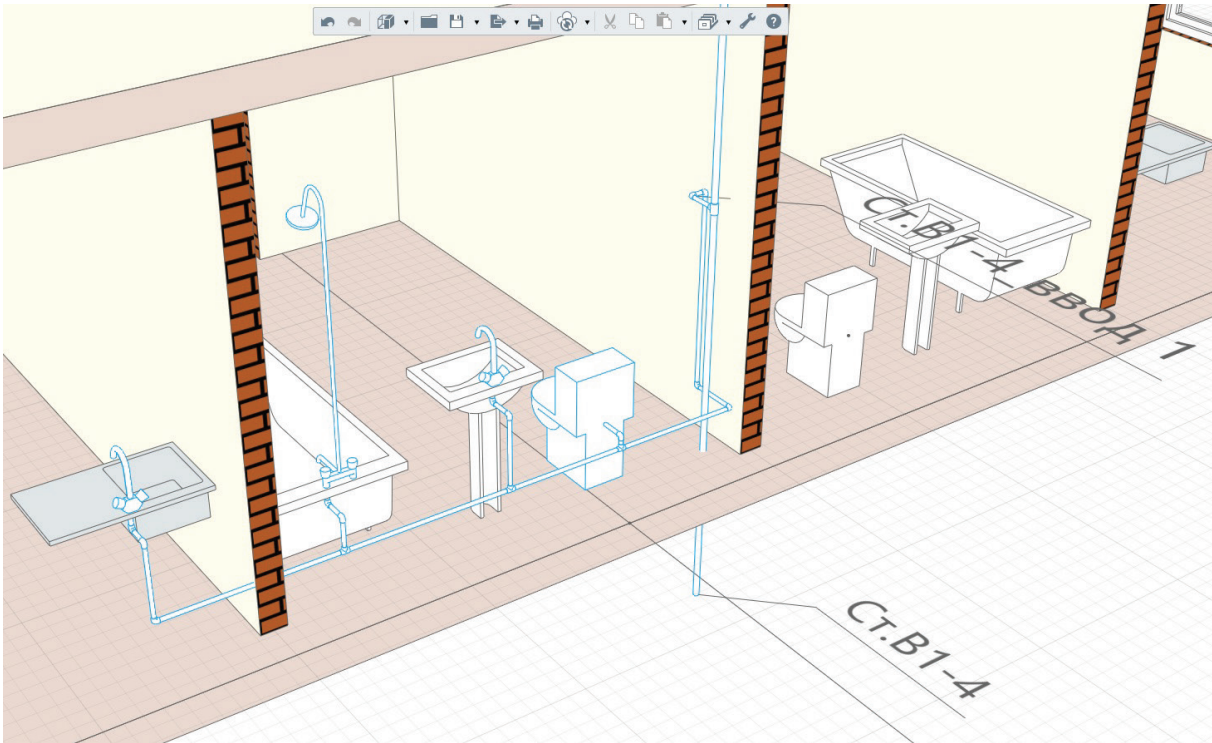


Fig. 5. Apartment water distribution on the 3D scene

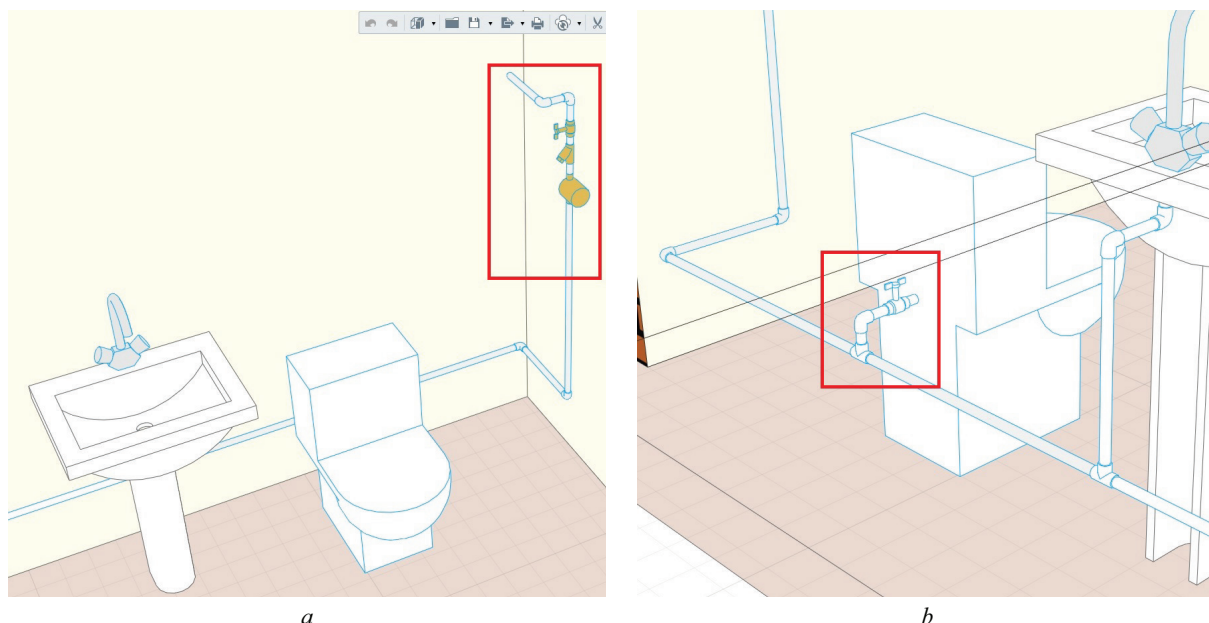


Fig. 6. Placement of fittings and equipment on the flat water distribution system

created elements of the cold water supply system will be displayed. For the correct assembly of the riser and apartment distribution it is worth specifying the location of tiles with trace points, equipment tiles and fittings in accordance with the 3D scene (Fig. 4, a). Then in the dialogue box “Parameters of piping systems” the conditions for laying the water supply network (marks, offsets) are set, and the style of pipes and pipe parts (material, nominal diameter, connection method) is selected. Renga Professional has a ready set of styles of pipes, parts and equipment, but the designer can create his own styles. After setting all the parameters (rules), the tiles of equipment, devices and trace points

should be combined into a single system by building appropriate links between them (Fig. 4, b). Note that each mixer by default has two connection points — for cold and hot water. Later, the remaining points will be used for modelling the hot water supply system, i.e. it will not be necessary to create the water fittings again.

5. As a result of the operations performed in step 4, the 3D scene within the area to be worked out will show the apartment pipework and the water riser (Fig. 5).

6. Further on, the necessary equipment and fittings are placed on the section of the flat input, flat pipe distribution: valves (taps), coarse filter, water meter, etc. (Fig. 6).

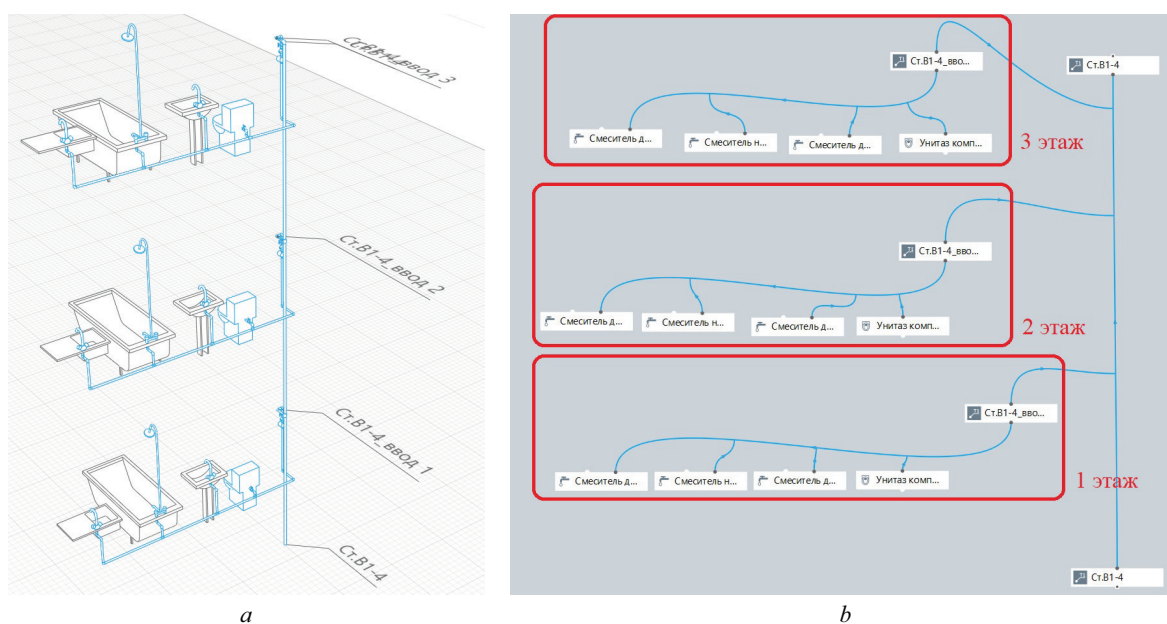


Fig. 7. Creating a typical water supply system on the floors of a building: view on the 3D scene (a); view in the “Piping systems” tab (b)

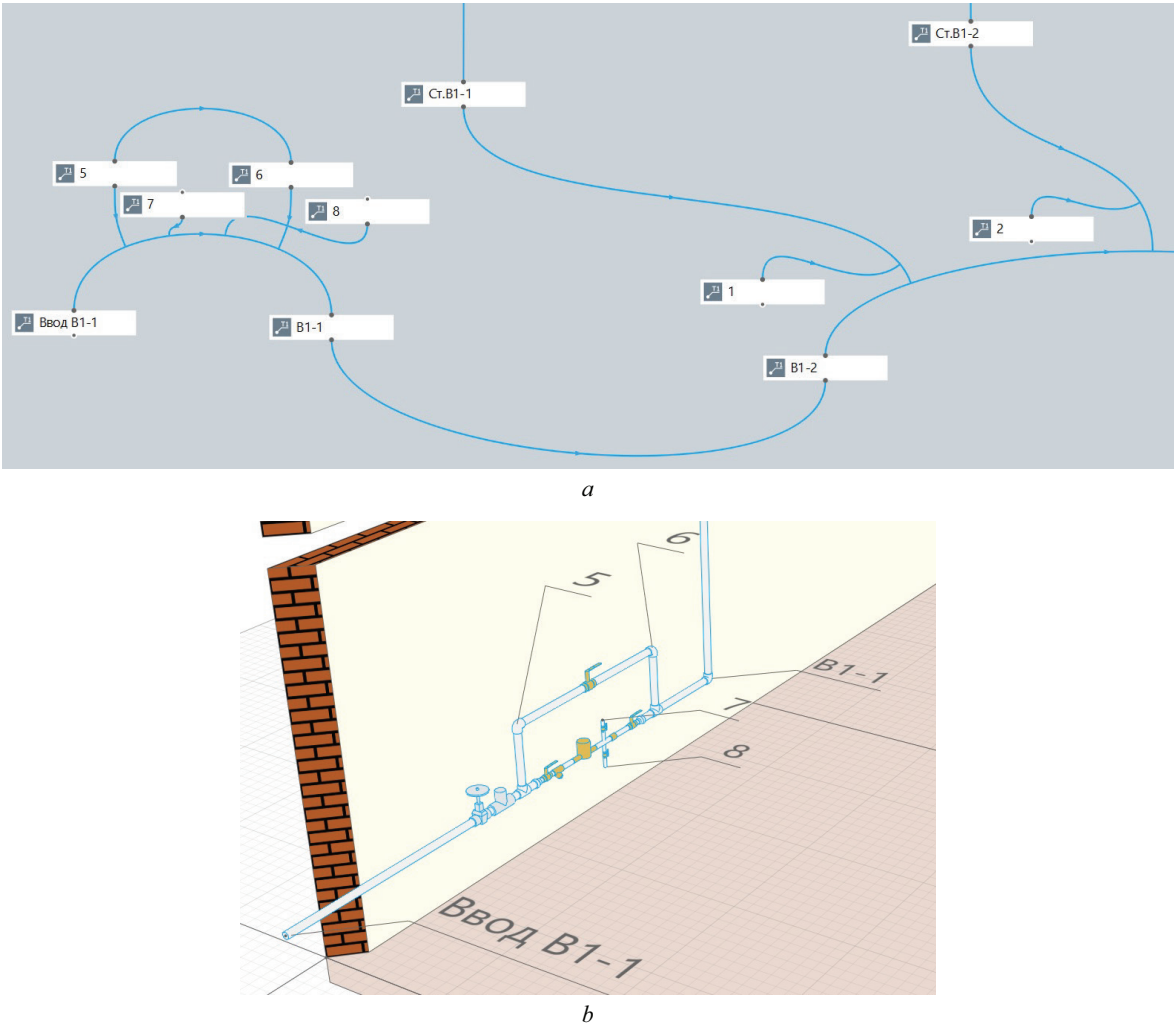


Fig. 8. Construction of the B1 system pipeline route in the technical floor space (a); equipping of the water supply network with fittings and equipment on the 3D scene (b)

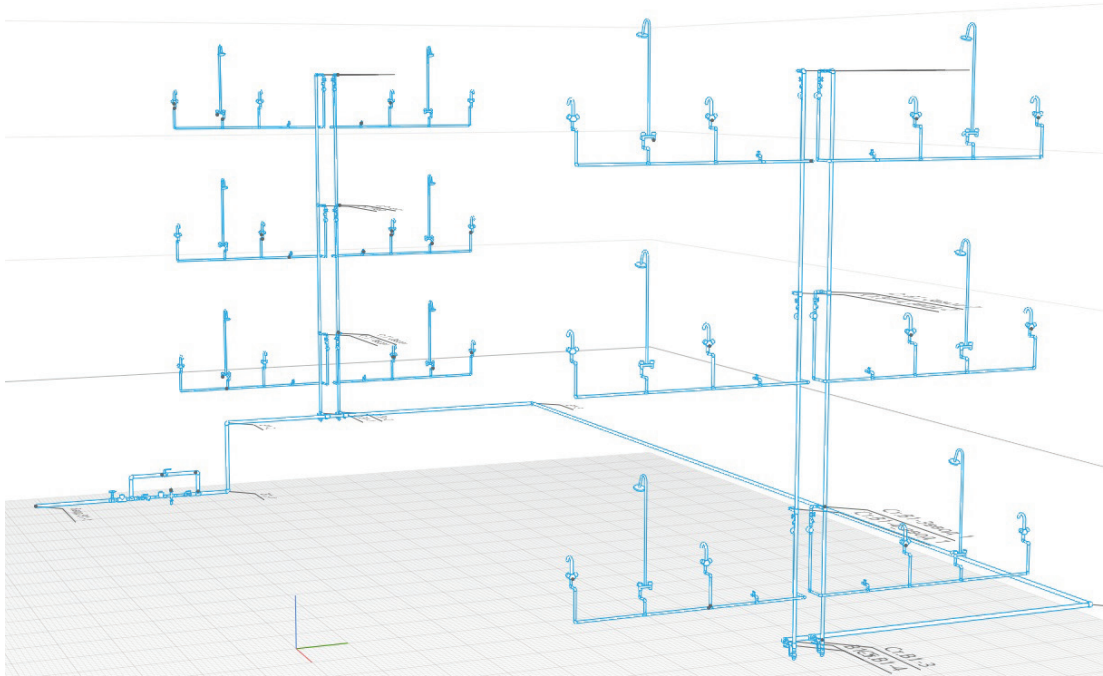


Fig. 9. Model of the internal domestic water supply system of a building

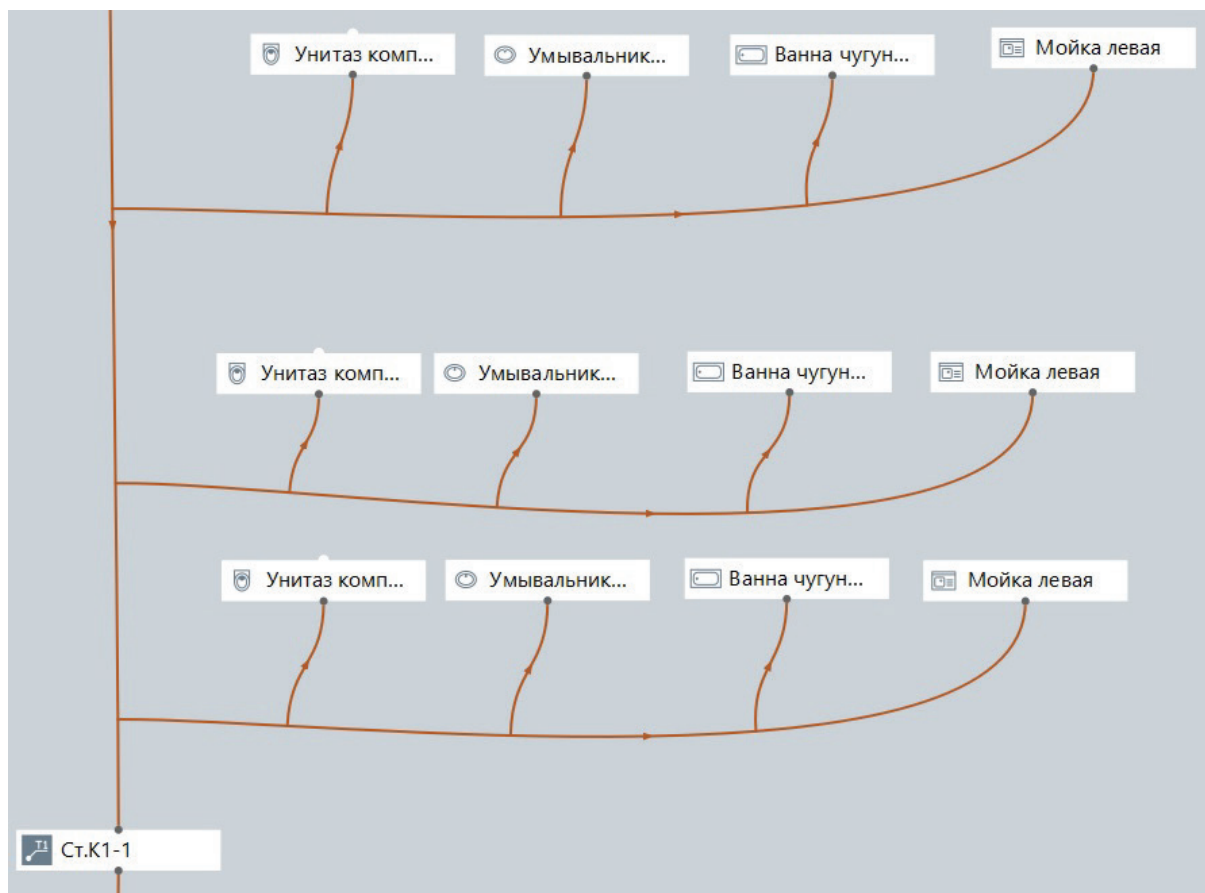


Fig. 10. K1 system pipework routing by building storey

7. At the next stage of work, the flat water supply system wiring (together with the point of tracing of the flat inlet branch and water fittings) is copied step by step on the 3D scene on the typical floors (Fig. 7, *a*). Further it may be necessary to correct the location of tiles of water supply elements in the “Piping systems” tab, which will be automatically created as a result of the copying operation. The copied tile groups should be connected to the water riser (Fig. 7, *b*).

8. The steps described in point 7 must be repeated according to the number of risers in the total water supply system of the building.

9. The next step is to trace the water mains in the basement (lower technical floor). For this purpose, firstly, trace points are set up, which will be characteristic points of the pipeline network — points of turn, change of mark, branches, points of the beginning and end of the route. After arranging the tracing points on the 3D scene it is required to build links between the tiles in the “Pipeline systems” tab (Fig. 8, *a*), setting the appropriate parameters of the pipeline network. After these actions are performed, the necessary equipment and fittings are placed on the 3D scene (Fig. 8, *b*).

As a result, we get a model of the internal domestic water supply system of the building. If you configure the filter on this engineering system, you can isolate it from other elements of the model, which is convenient

for detailed consideration of the water supply system configuration (Fig. 9).

In general, the internal domestic sewerage system of a building (system K1) is modelled in a similar way. The only difference in principle (compared to the plumbing system) is that the “Piping systems” tab will show tiles with the designation of sanitary appliances, not water fittings (Fig. 10). In addition, when constructing the horizontal pipe routing, it is worthwhile to provide slopes to ensure the gravity flow of wastewater. The programme allows to equip the domestic sewerage system with all necessary pipe parts (bends, transitions, tees, revisions (Fig. 11)).

CONCLUSION AND DISCUSSION

In general, the interface of Renga BIM-system is clear and intuitive enough that allows users (including those who have no experience of working with TIM) to master modelling skills in a short period of time. At the end of the work, the programme provides the possibility of obtaining not only a detailed 3D model of the engineering system, but also automatic generation of 2D drawings and other elements of the project documentation: plans for all building elevations, axonometric schemes of systems (in scales of various sizes), specifications.

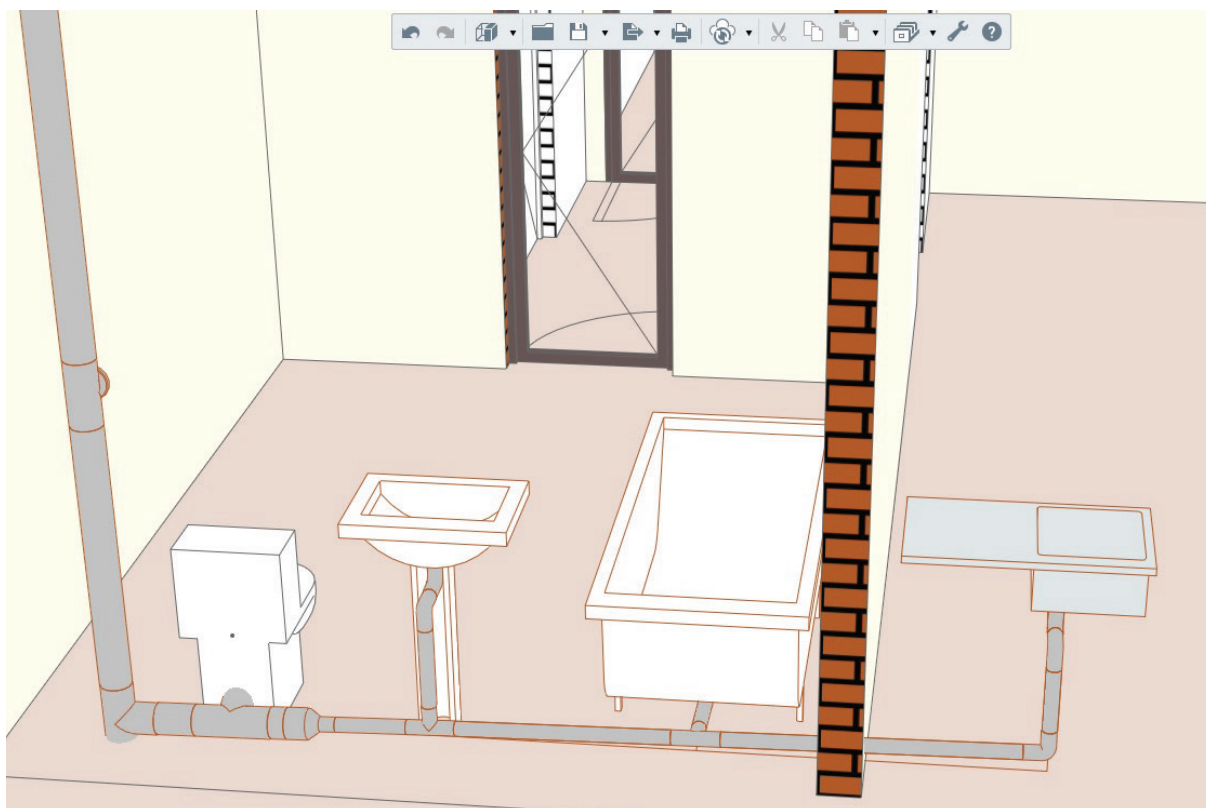


Fig. 11. Household sewerage system in the 3D scene

Further work of the author on mastering the modelling of water supply and drainage systems will be focused on the application of “Smart Water” plug-in (developer — “Elita” company, Russia) in integration with

Renga BIM-system. “Smart Water” plug-in allows to automate hydraulic calculations of engineering systems, significantly reducing the labour intensity of designer’s work and time of their execution.

REFERENCES

1. Brezgin Yu.I., Kuzin V.V. Analysis of the use of information and digital technologies in the implementation of the national project “Housing and urban environment”. *Innovative potential of the development of science in the modern world: achievements and innovations : collection of scientific articles based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference*. 2022: 61-72. EDN UZSBFC. (rus.).
2. Rinchen S., Banihashemi S., Alkilani S. Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries. *Project Leadership and Society*. 2024; 5:100138. DOI: 10.1016/j.plas.2024.100138
3. Vyrodova I.G., Nikolovsky A.V., Chebotova A.A., Shikhovtsov A.A. Application of BIM technologies in the design of buildings and structures in Krasnodar. *Science Prospects*. 2022; 2(149):49-52. EDN KZGNGG. (rus.).
4. Peng Y., Au-Yong C.P., Myeda N.E. Knowledge graph of building information modelling (BIM) for facilities management (FM). *Automation in Construction*. 2024; 165:105492. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105492
5. Grakhov V.P., Kislyakova Yu.G., Mokhnachev S.A., Simakov N.K. The relevance of digital building construction in industry. Russia and the world: development of civilizations. *Innovation and conservatism: finding a balance : materials of the XII international scientific and practical conference*. 2022; 88-91. EDN IHQTKL. (rus.).
6. Puerto A., Castañeda K., Sanchez O., Peña C.A., Gutierrez L., Saenz P. Building information modeling and complementary technologies in heritage buildings : a bibliometric analysis. *Results in Engineering*. 2024; 22:102192. DOI: 10.1016/j.rineng.2024.102192
7. Salova N.N. Evaluation of the economic efficiency of the implementation of BIM technologies on the example of a project organization in construction. *Actual Issues of the Modern Economy*. 2020; 11:868-880. DOI: 10.34755/IROK.2020.40.92.059. EDN XAYRST. (rus.).
8. Guizar Dena A.J., Garcia Hipola M., Banderá C.F. Optimization testing for the modeling and characterization of three-dimensional elements to enhance interoperability from building information modeling

(BIM) to building energy modeling (BEM). *Energy and Buildings*. 2024; 317:114394. DOI: 10.1016/j.enbuild.2024.114394

9. Uzaev M.A., Uzaeva A.A., Uzaeva A.A. Integrated organizational and technological design of indoor stadiums using BIM technologies. *Construction Economy*. 2024; 3:252-256. EDN IYWPSL. (rus.).

10. Biswas H.K., Sim T.Y., Lau S.L. Impact of Building Information Modelling and Advanced Technologies in the AEC Industry : a Contemporary Review and Future Directions. *Journal of Building Engineering*. 2024; 82:108165. DOI: 10.1016/j.jobbe.2023.108165

11. Tonconog M.P., Subbotin O.S. Information modeling in the field of architectural design (BIM modeling). *Vector of modern science : collection of abstracts based on the materials of the International Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists*. 2022; 935-936. EDN REAQVF. (rus.).

12. Abuhussain M.A., Waqar A., Khan A.M., Othman I., Alotaibi B.S., Althoeby F. et al. Integrating Building Information Modeling (BIM) for optimal lifecycle management of complex structures. *Structures*. 2024; 60:105831. DOI: 10.1016/j.istruc.2023.105831

13. Bueno M., Bosche F. Pre-processing and analysis of building information models for automated geometric quality control. *Automation in Construction*. 2024; 165:105557. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105557

14. Shaikhutdinova F.F., Araratyan L.S., Pavlova Yu.M. Information modeling of the closure of nuclear power plants. *Energy conservation in industry : collection of scientific and practical works*. 2023; 180-185. EDN YGFUKN. (rus.).

15. Sheina S.G., Umniakova N.P., Fedorov A.A. Information modeling as the basis for the design of energy-efficient buildings. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Textile Industry Technology*. 2019; 4(382):202-206. EDN VATQQV. (rus.).

16. Carvalho J.P., Bragança L., Mateus R. Automating building sustainability assessment using building information modeling : a case study. *Journal of Building Engineering*. 2023; 76:107228. DOI: 10.1016/j.jobbe.2023.107228

17. Paremain H.W.P., Toll D.G. Heritage building information modeling : a case study of Kasthamandap, Nepal. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers — Engineering History and Heritage*. 2023; 176(1):25-34. DOI: 10.1680/jenhh.21.00103

18. Xiang Y., Mahamadu A.M., Florez-Perez L. Engineering information format utilisation across building design stages : an exploration of BIM applicability in China. *Journal of Building Engineering*. 2024; 95:110030. DOI: 10.1016/j.jobbe.2024.110030

19. Shin M.H., Lee H.K., Kim H.Y. Benefit-cost analysis of Building Information Modeling (BIM) in a railway site. *Sustainability*. 2018; 10(11):4303. DOI: 10.4303.10.3390/su10114303

20. Liao L., Teo E.A.L., Chang R., Zhao X. Diffusion of building information modeling in building projects and firms in Singapore. *Sustainability*. 2020; 12(18):7762. DOI: 10.3390/su12187762

Received July 15, 2024.

Adopted in revised form on August 19, 2024.

Approved for publication on August 21, 2024.

B I O N O T E S : **Yuliya A. Ryltseva** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Water Supply and Sanitation; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; SPIN-code: 4138-6634, Scopus: 57214228101, ORCID: 0000-0002-1315-6907; yuliya.ryltseva@mail.ru.