

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЛОГИСТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 721.021.23

DOI: 10.22227/2305-5502.2023.4.6

Анализ средств группировки элементов для разработки ТИМ-модулей в Renga

Ангелина Олеговна Рыбакова, Софья Артемовна Жукова

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

АННОТАЦИЯ

Введение. Программный комплекс (ПК) технологий информационного моделирования (ТИМ) Renga на сегодняшний день набирает популярность среди различных пользователей в области проектирования объектов строительства. Как и любой программный продукт, Renga имеет свои достоинства, недостатки и перспективные направления для развития. Одновременно в России распространяется концепция модульного проектирования и строительства, для реализации которой необходим определенный функционал информационного моделирования. Следовательно, целесообразно изучение функциональных возможностей российского ПК информационного моделирования Renga в рамках задач модульного проектирования. Цель исследования — анализ средств сборки и объединения примитивов информационной модели (ИМ) для создания модулей в Renga; задачи — определение критериев сравнения программных комплексов, разработка ТИМ-модуля на основе имеющегося функционала и анализ практических возможностей и функционала Renga.

Материалы и методы. Реализация исследования основана на методе синтеза проектных процессов и их автоматизации, а также анализе российского и зарубежного опыта в области модульного проектирования. Рассматривается процесс разработки ТИМ-модуля в рамках программных возможностей программы Renga.

Результаты. Приведен сравнительный анализ программных возможностей ПК информационного моделирования Renga для разработки ТИМ-модуля и его дальнейшего внедрения в комплексную ИМ объекта. Для осуществления анализа были определены базовые функции модульного проектирования зарубежных программных средств информационного моделирования. Показано практическое использование инструментария Renga для разработки и применения ТИМ-модулей.

Выводы. Представленный анализ средств группировки элементов для разработки ТИМ-модулей в Renga демонстрирует имеющиеся инструменты для решения задач модульного проектирования, особенности их реализации, сложности функционирования, а также показывает отсутствие определенных инструментов для наиболее полноценной работы. По результатам непосредственной разработки ТИМ-модулей в Renga представлены особенности проектирования в рамках модульности, а также сформулированы базовые недостатки и направления для дальнейшего развития и повышения эффективности модульного проектирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: технологии информационного моделирования, модульное проектирование, префабрикация, управление жизненным циклом объекта капитального строительства, Renga

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Рыбакова А.О., Жукова С.А. Анализ средств группировки элементов для разработки ТИМ-модулей в Renga // Строительство: наука и образование. 2023. Т. 13. Вып. 4. Ст. 6. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.4.6

Автор, ответственный за переписку: Ангелина Олеговна Рыбакова, angelinaribakova@yandex.ru.

Analysing element grouping tools for Renga BIM modules development

Angelina O. Rybakova, Sofya A. Zhukova

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

ABSTRACT

Introduction. The software complex of building information modelling (BIM) Renga today is gaining popularity among various users in the field of design of construction objects. As any software product, Renga has its advantages, disadvantages and perspective directions for development. At the same time in Russia the concept of modular design and construction is spreading, for the implementation of which a certain functionality of information modelling is necessary. Consequently, it is expedient to study the functionality of the Russian software complex of information modelling Renga within the framework of modular design tasks. The purpose of this paper is to analyze the means of assembling and combining primitives

of the information model to create modules in Renga, and the tasks are: to determine the criteria for comparing software complexes, to develop a BIM-module based on the available functionality and to analyze the practical capabilities and functionality of Renga.

Materials and methods. The implementation of this research is based on the method of synthesis of design processes and their automation, as well as the analysis of Russian and foreign experience in the field of modular design. At the same time, the process of BIM-module development within the framework of programme capabilities of the Renga programme is considered.

Results. The result presents a comparative analysis of the software capabilities of the Renga information modelling software package for the development of the BIM-module and its further implementation in the complex information model of the object. To carry out the analysis the basic functions of module design of foreign software tools of information modelling were determined. The author has carried out practical use of Renga toolkit for development and use of BIM-modules.

Conclusions. The presented analysis of means of grouping elements for the development of BIM-modules in Renga demonstrates the available tools for solving the problems of modular design, the peculiarities of their implementation, the complexity of functioning and shows the lack of certain tools for the most complete work. Simultaneously by results of direct development of BIM-modules in Renga, the peculiarities of design within the framework of modularity are presented, basic drawbacks and directions for further development and increase of efficiency of modular design are formulated.

KEYWORDS: Building information modelling, modular design, prefabrication, capital construction object life cycle management, Renga

FOR CITATION: Rybakova A.O., Zhukova S.A. Analysing element grouping tools for Renga BIM modules development. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2023; 13(4):6. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.4.6

Corresponding author: Angelina O. Rybakova, angelinaribakova@yandex.ru.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время строительная отрасль поднимается на новый уровень развития благодаря внедрению в рабочий процесс технологий информационного моделирования (ТИМ). С их помощью упрощены многие задачи реализации проекта, например совместная работа отдельных разделов проекта и последующее сопровождение объекта на всех этапах жизненного цикла [1, 2].

Зарубежные компании предоставили российскому рынку множество программ автоматизированного проектирования, в числе которых AutoCAD и Revit. Однако благодаря разработкам российской компании «АСКОН» для проектирования зданий и сооружений был создан сильный конкурент иностранным продуктам, а именно программа Software Renga. Данная программа имеет большой удобный функционал и понятный интерфейс, вся создаваемая документация соответствует российской нормативной базе [1, 3, 4].

В современном мире многие проекты зданий, офисов и других строительных проектов основываются на повторяющихся, простых или сложных, элементах. Это могут быть не только детали дизайна интерьера и экстерьера, но и целые кварталы, объединяющиеся в красивую развитую инфраструктуру [5, 6], что в итоге представляет собой направление проектирования — модульное проектирование. Следовательно, стоит обратить внимание на такой функционал, как группировка объектов в единую систему элементов — аналог блока [7].

Таким образом, целесообразно изучение функциональных возможностей российского программного комплекса (ПК) информационного моделирования Renga в рамках задач модульного проектирования. Для этого необходимо выполнить анализ средств сборки и объединения примитивов информационной модели (ИМ) для создания моду-

лей в Renga, а также выполнить разработку ТИМ-модуля на основе имеющегося функционала. В результате будет представлен сравнительный анализ программных возможностей ПК информационного моделирования Renga для разработки ТИМ-модуля и его дальнейшего внедрения в комплексную ИМ объекта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Критерии и объекты сравнения

Функционал модульного проектирования в Renga целесообразно проанализировать с точки зрения имеющегося функционала у зарубежных аналогов¹. Критерии сравнения предлагается рассмотреть в двух направлениях: уровня функциональных возможностей (потенциал инструментария) и особенностей интерфейса. Характеристики критериев должны охватывать способы объединения элементов, типы элементов, тип и последствия корректировки, автоматизацию, распределение, копирование, импорт и экспорт [8–10].

Определены следующие критерии для выполнения сравнительного анализа модульного проектирования в рамках функционала Renga [11, 12]:

1. Количество инструментов группировки.
2. Универсальность элементов для группировки.
3. Способ корректировки.
4. Извлечение элемента.
5. Автоматизация изменений.
6. Внедрение элементов в блок.
7. Способы размножения блоков.

¹ Борисов М.П., Вавин А.А., Уткина В.Н. Современные автоматизированные системы REVIT и Renga для информационного моделирования зданий // *Огнев-online*. 2020. № 3. URL: <https://journal.mrsu.ru/arts/sovremennye-avtomatizirovannye-sistemy-revit-i-renga-dlya-informacionnogo-modelirovaniya-zdaniy>

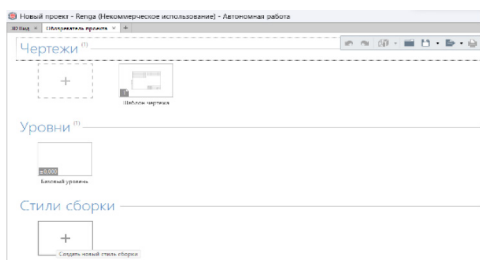


Рис. 1. Обзоратель проекта

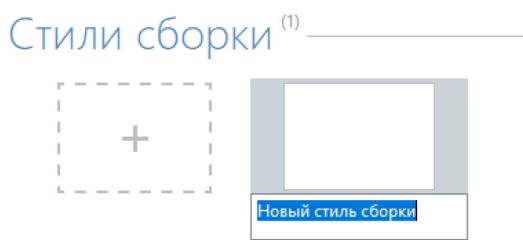


Рис. 2. Слой «Стиль сборки»

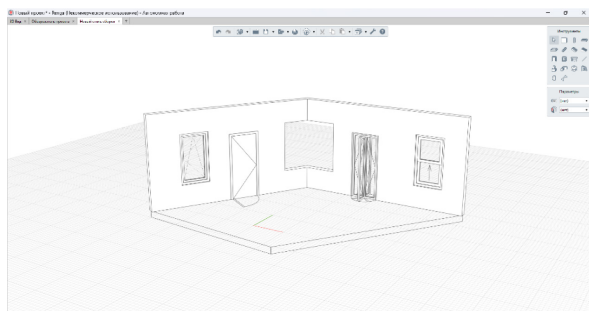


Рис. 3. Пример группы элементов для сборки

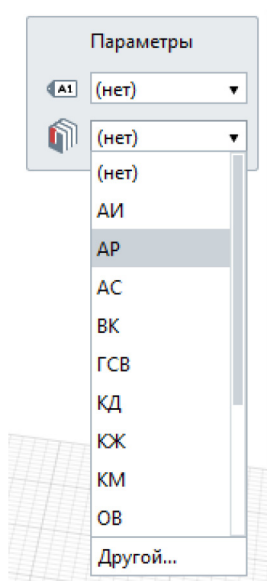


Рис. 4. Параметры «Сборки»

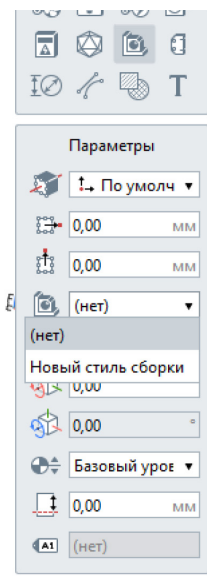


Рис. 5. Выбор «Стиля сборки»

8. Возможность создания дочерних блоков.
9. Возможность создания аналогов.
10. Возможность импорта и экспорта блоков.
11. Возможность внедрения блоков (разборки).
12. Использование блоков в скриптах визуального программирования.
13. Сложность интерфейса.
14. Параметры и свойства блока.
15. Удобство работы с корректировкой блока.

В процессе создания и работы с блоком будут определены результаты возможностей по каждому критерию, что позволит оценить уровень функциональных возможностей рассматриваемого ПК.

Выбор представленных выше критериев обоснован ключевыми задачами модульного проектирования, функциональными возможностями программных средств информационного моделирования, ориентированных на разработку модулей, а также особенностями интерфейса Renga. Оценка соответствия по критерию определяется возможностью, частичной возможностью или невозможностью решения соответствующей задачи [1, 5–7]. В результате оценки будет сделан вывод об эффективности средств группировки элементов для разработки ТИМ-модулей в Renga.

Реализация разработки ТИМ-модуля в Renga

В Renga реализована возможность группирования элементов в так называемую «сборку»², которую впоследствии можно неоднократно вставлять в проект. Также для более удобного использования разработчики сделали возможным после помещения сборки в проект ее «разрушить», т.е. группа разобьется на отдельные компоненты, из которых была создана [13, 14].

² Сборки. URL: <https://help.rengabim.com/ru/index.htm#assembly.htm>

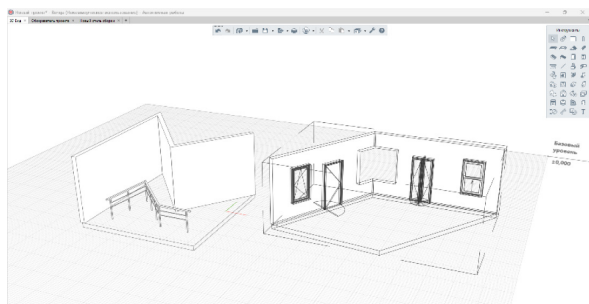


Рис. 6. Вид сборки после добавления ее в проект

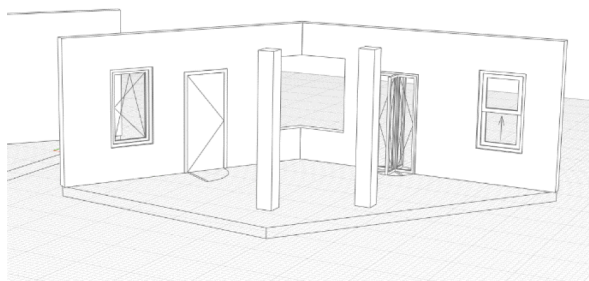


Рис. 7. Редактирование сборки

Реализация создания сборки представлена в отдельном слое под названием «Стиль сборки». Для этого с главного окна проекта нужно перейти в общее меню «Обозреватель проекта» (рис. 1). Далее нажать «Создать новый стиль сборки» и в диалоговом окне ввести имя группы (рис. 2).

После этого в слое трехмерного пространства, как при создании нового проекта, создается необходимая группа элементов (рис. 3).

Также здесь можно задать параметры, такие как «Марка» и «Раздел». Затем перейти в слой с проектом, например в «3D-вид» (рис. 4). В панели «Инструменты» выбирается значок «Сборка» и в контекстном меню определяется созданный стиль сборки (рис. 5).

На данный момент сборка в проекте выделяется как один единый элемент (рис. 6). При необходимости отредактировать сборку в слое «Стиль сборки» все изменения будут отображаться на ранее поставленной в проект группе (рис. 7).

В случае, если проект состоит из идентичных сборок, отличающихся только некоторыми деталями, можно воспользоваться функцией «Разрушить сборку», тем самым группа распадется на отдельные элементы, которые можно редактировать, удалять, а также добавлять и т.д. (рис. 8). У каждого элемента теперь видны опорные точки, а также при наведении на сборку выделяется только интересующий объект (рис. 9).

Ниже приведен скриншот с редактированием сборки в проекте с удалением компонентов изначальной группировки (рис. 10).

Однако после разрушения сборки нет возможности вновь соединить элементы, также если сборку отредактировать в слое «Стиль сборки», то на разрушенной группе изменения не будут отображаться.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По итогам разработки экспериментального ТИМ-блока в ПК Renga, а также по результатам анализа представленных критериев можно сделать вывод о том, что в пределах рассмотренной программы возможно выполнять построение блока и базовые манипуляции [15, 16]. В рамках соответствия функционала Renga критериям формируются следующие результаты анализа (табл. 1).

Одновременно с представленными критериями оценки в процессе разработки блока были дополнительно определены преимущества и недостатки данного подхода моделирования (табл. 2) [17].

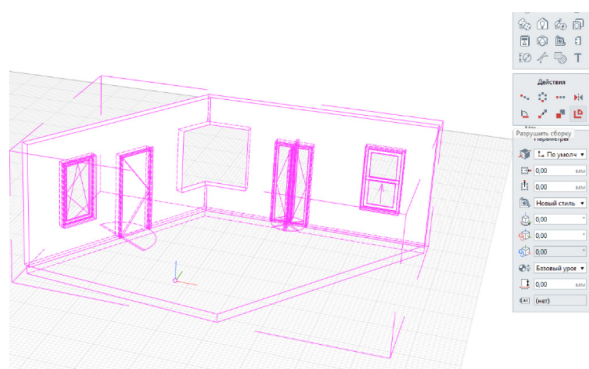


Рис. 8. Функция «Разрушить сборку»

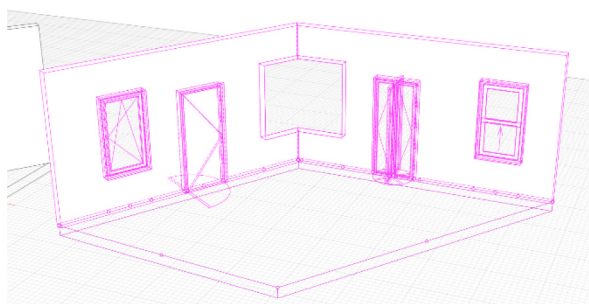


Рис. 9. Результат разрушения сборки

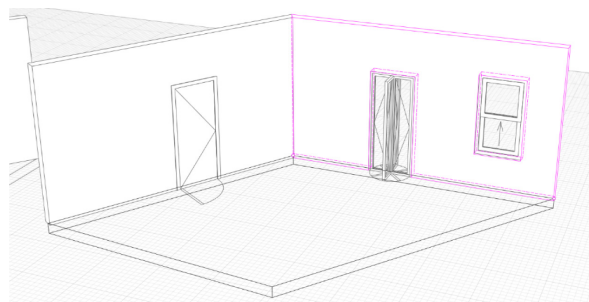


Рис. 10. Итог редактирования разрушенной сборки

Табл. 1. Анализ средств группировки Renga

Критерий	Результат
Количество инструментов группировки	Один инструмент «Сборка»
Универсальность элементов для группировки	Любые элементы можно группировать, кроме примитивов армирования
Способ корректировки	Редактирование в специальном меню «Сборка»
Извлечение элемента	Путем разрушения блока (команда «Разрушить сборку»)
Автоматизация изменений	При изменении одного блока автоматически меняются все блоки
Внедрение элементов в блок	Путем разрушения блока (команда «Разрушить сборку»)
Способы размножения блоков	Копирование, вставка (возможно множественное копирование без использования массивов)
Возможность создания дочерних блоков	Нет возможности
Возможность создания аналогов	Прямой возможности нет, только с помощью разрушения блока (команда «Разрушить сборку»)
Возможность импорта и экспорта блоков	Нет возможности, только блоки внутри проекта
Возможность внедрения блоков (разборки)	Путем разрушения блока (команда «Разрушить сборку»)
Использование блоков в скриптах визуального программирования	Ввиду отсутствия инструмента визуального программирования в Renga блок использовать нельзя. При условии IFC-экспорта возможно использование блока в скриптах другого ПК
Сложность интерфейса	Сложность интерфейса «Сборки» соответствует общему уровню сложности интерфейса Renga
Параметры и свойства блока	Параметры «Сборки» (принадлежность к разделу проектной документации) и выбор «Стиля сборки» (количественные параметры)
Работа с корректировкой блока	Работа выполняется в специальном режиме редактирования «Сборки» с включением дополнительных функций и подсветкой элементов блока

Табл. 2. Анализ инструментов группировки в Renga

Достоинства	Недостатки
Созданную сборку можно разрушить в проекте, сохраняя целостность элементов, из которых группа была создана	Нет возможности после разрушения сборки вновь сгруппировать новые элементы
Параметры для сборки аналогичны параметрам для основных элементов в проекте	Нет возможности отредактировать только определенную сборку, не разрушая ее или не редактируя все находящиеся в проекте группы
Сборки имеют свой раздел и маркировку, можно вносить туда общую информацию	Нельзя отредактировать информацию о сборке (раздел и марка) в проекте, только в слое «Стиль сборки»
Сборка, поставленная в проект, при изменении/редактировании группы в слое «Стиль сборки» также примет эти изменения	Большинство элементов модели в самом проекте (стены, перекрытия, крыши, лестницы и т.п.) могут быть включены в сборку. За исключением «Стили армирования»

Несмотря на то что данный функционал программы имеет и плюсы, и минусы, Renga находится на стадии развития и улучшения своего функционала, следовательно, усовершенствование программы не заставит себя ждать. Развитие функционала группировки для Renga является перспективным направлением для разработки и прогрессирования данного ПК [18, 19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Итоги данного исследования теоретически и практически значимы для деятельности в области модульного строительства и информационного моделирования. Функционал рассмотренного ПК имеет плюсы и минусы. Поскольку Renga на сегодняшний день находится на стадии развития и улучшения своего инструментария, следовательно, усо-

вершенствование программы будет происходить в ближайшее время.

В результате исследования определены ключевые функциональные возможности Renga в рамках модульного проектирования, сформулированы достоинства и недостатки, перспективы развития и направления для усовершенствования. Также выделены инструментальные пробелы относительно зарубежных ПК информационного моделирования. Таким образом, необходимо работать над формированием как теоретических основ для проектирова-

ния на основе модульных элементов, так и над разработкой более адаптированного для модульности функционала программы Renga.

Перспективным направлением на основе данного исследования является развитие функционала сборки группировки Renga для развития этого ПК практической базы модульного проектирования. Также следует разработать методику с целью наиболее эффективной работы по моделированию ТИМ-блоков в Renga и для автоматизации формирования комплексной информационной модели.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Паришина С.В., Низина Т.А.* BIM-комплекс Renga — российский программный продукт // Основы экономики, управления и права. 2019. № 1 (19). С. 53–56. DOI: 10.51608/23058641_2019_1_53. EDN GHXWQS.
2. *Дорожкина Е.А.* Аналитический обзор применения программного обеспечения информационного моделирования для разработки проектной документации // Инновации и инвестиции. 2023. № 2. С. 171–174. EDN PNBVYN.
3. *Субботин Д.В.* Концепция внедрения информационно-строительного моделирования объектов в деятельность отечественных компаний // Индустриальная экономика. 2023. № 1. С. 109–116. DOI: 10.47576/2712-7559_2023_1_109. EDN FMCHJD.
4. *Аминов Р.Р.* Нормативное регулирование BIM-технологий, прохождение госэкспертизы // Инженерный вестник Дона. 2021. № 2 (74). С. 20–28. EDN AMDCIV.
5. *Гвоздицкий М.А., Огороднова Ю.В., Лейтес Д.С.* Принципы построения среды общих данных информационной модели строительного объекта в облачном сервисе // Архитектура, строительство, транспорт. 2022. № 3. С. 74–81. DOI: 10.31660/2782-232X-2022-3-74-81. EDN TFXSIT.
6. *Rybakova A.* Development of an integrated information model based on standard modular elements of the maximum readiness basis // Building Life-cycle Management. Information Systems and Technologies. 2022. Pp. 211–219. DOI: 10.1007/978-3-030-96206-7_22
7. *Клевцова К.С.* Инновационное модульное строительство // Молодой ученый. 2017. № 3 (137). С. 103–105. EDN XQZDIT.
8. *Yin X., Liu H., Chen Y., Al-Hussein M.* Building information modelling for off-site construction: Review and future directions // Automation in Construction. 2019. Vol. 101. Pp. 72–91. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.01.010
9. *Sabet P.G.P., Chong H.Y.* Interactions between building information modelling and off-site manufacturing for productivity improvement // International Journal of Managing Projects in Business. 2019. Vol. 13. Issue 2. Pp. 233–255. DOI: 10.1108/IJMPB-08-2018-0168
10. *Farmer M.* The farmer instruction labor model // Construction Leadership Council. 2016.
11. *Чибрикова Д.А., Атаев Б.С., Мельникова О.Г.* Модульное проектирование и конструирование многоквартирных домов с использованием готовых компонентов // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. 2020. С. 82–86. EDN DSLYML.
12. *Kasperzyk C., Kim M., Brilakis I.* Automated re-prefabrication system for buildings using robotics // Automation in Construction. 2017. Vol. 83. Pp. 184–195. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2017.08.002
13. *Климанов С.Г., Громов В.Н.* Системный подход к проблеме проектирования и строительства быстровозводимых сооружений для обустройства войск в районах Арктики // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 1 (13). С. 319–335. EDN ZREDMP.
14. *Зеленцов Л.Б., Шогенов М.С., Пирко Д.В.* Проблемы интеграции проектирования и строительства на основе цифровых технологий // Сб. Строительство и архитектура — 2020. Факультет промышленного и гражданского строительства. 2020. С. 291–292. EDN NXXKOL.
15. *Shick Alshabab M., Petrichenko M., Vysotskiy A., Khalil T.* BIM-based quantity takeoff in Autodesk Revit and Navisworks manage // Proceedings of ECE 2019. 2020. Pp. 413–421. DOI: 10.1007/978-3-030-42351-3_36. EDN JTТВIE.
16. *Кривошейцева Е.А., Корницкая М.Н.* 4D-моделирование зданий с использованием Autodesk Navisworks // Ползуновский альманах. 2022. № 1. С. 94–96. EDN HLQWZG.
17. *Rybakova A., Kagan P.* Application of building information modeling in data center design // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 869. Issue 2. P. 022006. DOI: 10.1088/1757-899X/869/2/022006

18. *Ansah M.K., Chen X., Yang H., Lu L., Lam P.T.I.* Developing an automated BIM-based life cycle assessment approach for modularly designed high-rise buildings // *Environmental Impact Assessment Review*. 2021. Vol. 90. P. 106618. DOI: 10.1016/J.EIAR.2021.106618

19. *Lobo J.D.C., Lei Z., Liu H., Li H.X., Han S.H.* Building Information Modelling- (BIM-) Based Generative Design for Drywall Installation Planning in Prefabricated Construction // *Advances in Civil Engineering*. 2021. Vol. 2021. Pp. 1–16. DOI: 10.1155/2021/6638236

Поступила в редакцию 2 августа 2023 г.

Принята в доработанном виде 23 октября 2023 г.

Одобрена для публикации 24 октября 2023 г.

О Б А В Т О Р А Х: **Ангелина Олеговна Рыбакова** — старший преподаватель, аспирант кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);** 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; angelinaribakova@yandex.ru;

Софья Артемовна Жукова — студентка; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);** 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; zhuckova.sofa2002@yandex.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

INTRODUCTION

Currently, the construction industry is rising to a new level of development due to the introduction of building information modelling (BIM) into the workflow. With their help, many tasks of project implementation were simplified, for example, joint work of individual project sections and subsequent support of the object at all stages of the life cycle of the construction object [1, 2].

Foreign companies provided the Russian market with many computer-aided design programmes, including AutoCAD and Revit. However, thanks to the developments of the Russian company ASCON, a strong competitor to foreign products was created for designing buildings and structures, namely Software Renga. It is worth noting that this programme has a large convenient functionality and clear interface, as well as all the created documentation complies with the Russian regulatory framework [1, 3, 4].

In today's world, many building, office and other construction projects are based on repetitive, simple or complex elements. These can be not only details of interior and exterior design, but also whole neighbourhoods uniting into a beautiful developed infrastructure [5, 6]. That represents a whole direction of design — modular design. Consequently, it is worth paying attention to such functionality as grouping objects into a single system of elements — the analogue of a block [7].

Thus, it is expedient to study the functionality of the Russian software complex of information modelling Renga within the framework of modular design tasks. For this purpose, it is necessary to analyze the means of assembling and combining primitives of the information model to create modules in

RENGA and to perform the development of the BIM-module on the basis of the available functionality. As a result, a comparative analysis of software capabilities of the information modelling software complex Renga for the development of the BIM-module and its further implementation in the complex information model of the object will be presented.

MATERIALS AND METHODS

Criteria and objects of comparison

It is reasonable to analyze the functionality of modular design in Renga from the point of view of the available functionality of foreign analogues¹. It is suggested to consider the comparison criteria from two directions: the level of functionality (toolkit potential) and interface features. The characteristics of the criteria should cover the ways of combining elements, types of elements, type and consequences of adjustment, automation, distribution, copying, import and export [8–10].

Thus, the following criteria were defined to perform a comparative analysis of modular design within the Renga functionality [11, 12]:

1. Number of grouping tools.
2. Versatility of elements for grouping.
3. Method of adjustment.
4. Retrieval of an element.
5. Automating change.
6. Implementation of elements in the block.
7. Methods of block reproduction.

¹ *Borisov M.P., Vavin A.A., Utkina V.N.* Modern automated systems REVIT and Renga for building information modeling. Ogarev-online. 2020; 3. URL: <https://journal.mrsu.ru/arts/sovremennye-avtomatizirovannye-sistemy-revit-i-renga-dlya-informacionnogo-modelirovaniya-zdanij>

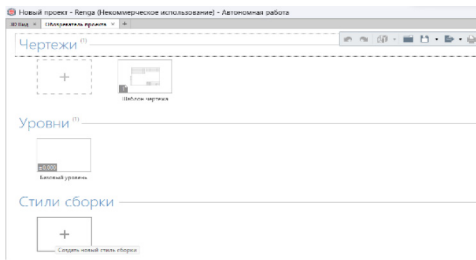


Fig. 1. Project browser

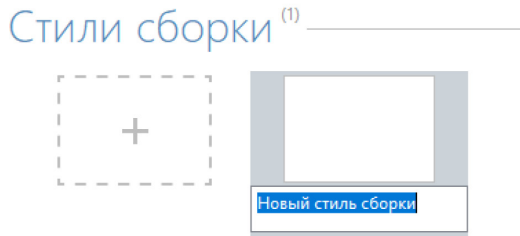


Fig. 2. "Assembly Style" layer

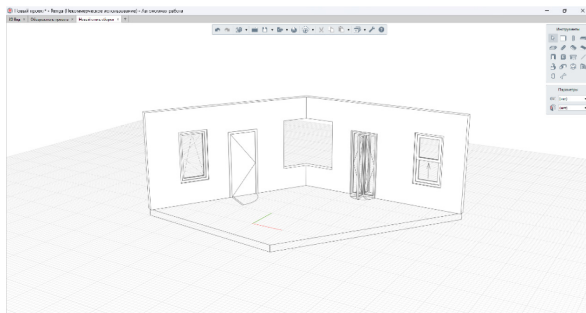


Fig. 3. Example of a group of elements for assembly

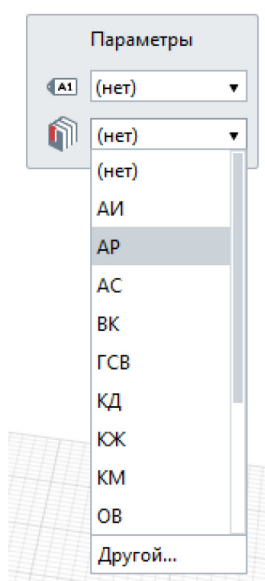


Fig. 4. Assembly parameters

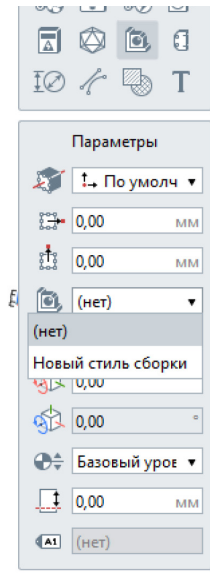


Fig. 5. Selecting the "Assembly Style"

8. Ability to create child blocks.
9. The possibility of creating analogues.
10. Ability to import and export blocks.
11. Ability to implement blocks (disassembly).
12. The use of blocks in visual programming scripts.

13. Interface complexity.
14. Parameters and properties of the block.
15. Easy to work with block adjustments.

In the process of creating and working with the block, the results of capabilities for each criterion will be determined, which will make it possible to assess the level of functionality of the software complex under consideration.

The choice of the above criteria is justified by the key tasks of modular design, functional capabilities of information modelling software tools focused on module development, and the features of the Renga interface. The assessment of compliance with the criterion is determined by the possibility, partial possibility or impossibility of solving the corresponding task [1, 5–7]. As a result of the assessment, a conclusion will be made about the effectiveness of element grouping tools for the development of BIM modules in Renga.

Implementing the development of a BIM module in Renga

In Renga it is possible to group elements into a so-called "assembly"², which can be inserted into the project repeatedly. Also, for more convenient use, the developers have made it possible to "destroy" the assembly after placing it into the project, i.e. the group will be split into separate components from which it was created [13, 14].

² Assemblies. URL: <https://help.rengabim.com/ru/index.htm#assembly.htm>

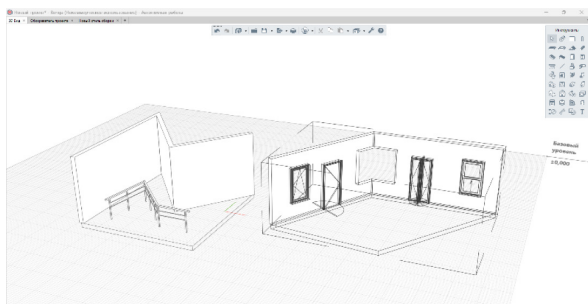


Fig. 6. View of the assembly after adding it to the project

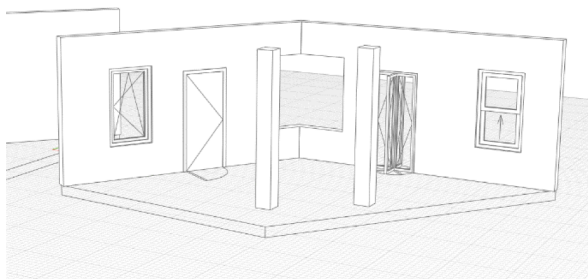


Fig. 7. Editing the assembly

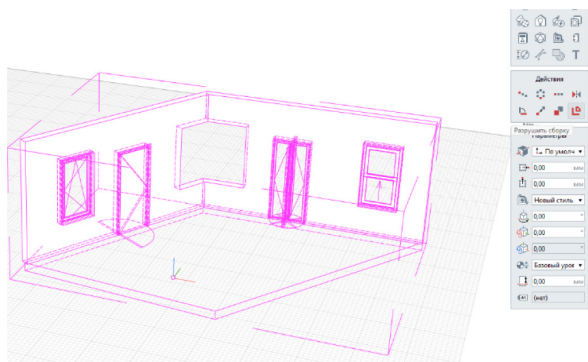


Fig. 8. Function “Destroy assembly”

The implementation of assembly creation is presented in a separate layer called “Assembly style”. To do this, from the main project window go to the general menu — “Project browser” (Fig. 1). Then click on “Create new assembly style” and in the dialogue box enter the name of the group. (Fig. 2).

After that, the necessary group of elements is created in the layer of three-dimensional space, as when creating a new project (Fig. 3).

Here you can also set parameters such as “Brand” and “Section”. Then go to the layer with the project, for example, to “3D view” (Fig. 4). In the “Tools” panel select the Build icon and in the context menu define the created build style (Fig. 5).

At this point, the assembly in the project is distinguished as one single element (Fig. 6). If you need to edit the assembly in the “Assembly Style” layer, all

changes will be displayed on the previously supplied group in the project (Fig. 7).

If the project consists of identical assemblies that differ only in some details, you can use the “Destroy assembly” function, thus breaking the group into separate elements that can be edited, deleted, added and so on (Fig. 8). Afterwards, each element now has visible reference points, and when hovering over the assembly, only the object of interest is highlighted (Fig. 9).

Below there is a screenshot of editing the assembly in the project with deleting the components of the original grouping (Fig. 10).

However, once the assembly is destroyed, there is no way to reconnect the elements, and if the assembly is edited in the Assembly Style layer, the changes will not be reflected on the destroyed group.

RESEARCH RESULTS

Based on the results of the development of the experimental BIM-block in the Renga software package, as well as on the results of the analysis within the presented criteria, we can conclude that it is possible to build the block and perform basic manipulations within the framework of the considered programme [15, 16]. Within the framework of compliance of the Renga functionality with the criteria, the following results of the analysis are formed (Table 1).

Simultaneously with the presented evaluation criteria, the following advantages and disadvantages of this modelling approach were additionally identified during the unit development process (Table 2) [17].

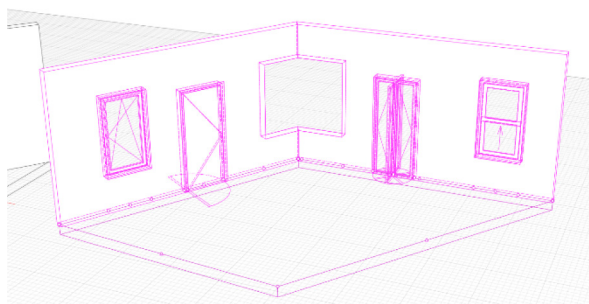


Fig. 9. Failure result of the assembly

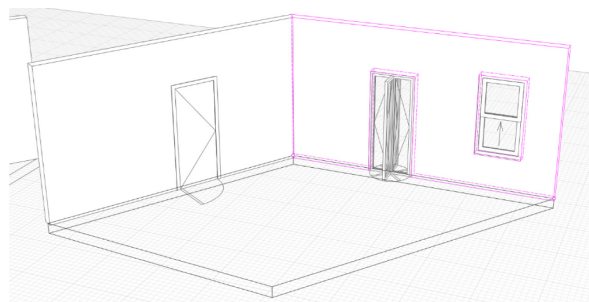


Fig. 10. The result of editing a destroyed assembly

Table 1. Analysis of RENGA grouping tools

Criterion	Result
Number of grouping tools	One “Assembly” tool
Versatility of elements for grouping	Any elements can be grouped except reinforcement primitives
Adjustment method	Edits in the special “Build” menu
Element extraction	By destroying the assembly (command “Destroy assembly”)
Automating changes	When one block is changed, all blocks are automatically changed
Introduction of elements into the block	By destroying the assembly (command “Destroy assembly”)
Ways to reproduce blocks	Copy, paste (multiple copying is possible without using arrays)
Possibility to create child blocks	There’s no possibility
Ability to create analogues	There is no direct possibility, only by destroying the block (command “Destroy assembly”)
Ability to import and export blocks	No possibility, only blocks within the project
Ability to implement blocks (disassembly)	By destroying the assembly (command “Destroy assembly”)
Using blocks in visual programming scripts	Due to the absence of a visual programming tool in RENGA, the block cannot be used. On condition of IFC-export it is possible to use the block in scripts of another software system
Complexity of the interface	The complexity of the “Assemblies” interface corresponds to the general level of complexity of the RENGA interface
Parameters and properties of the block	“Assembly” parameters (belonging to a section of the project documentation) and selection of “Assembly style” (quantitative parameters)
Working with block adjustment	The work is performed in a special editing mode “Assemblies” with the inclusion of additional functions and highlighting of block elements

Despite the fact that this functionality of the programme has both pros and cons, RENGA is at the stage of development and improvement of its functionality, therefore, the improvement of the programme will not be long in coming. The development of grouping functionality for RENGA is a promising direction for the development and progress of this software package [18, 19].

CONCLUSION AND DISCUSSION

The results of this study are theoretically and practically significant for activities in the field of modular construction and information modelling. The functionality of this software package has both pros and cons, as RENGA is currently at the stage of development and

improvement of its toolkit, therefore, the improvement of the programme will take place in the near future.

As a result of this study, the key functionalities of RENGA within the framework of modular design are identified, advantages and disadvantages, development prospects and areas for improvement are formulated. Also the instrumental gaps in relation to foreign software complexes of information modelling are highlighted. Thus, it is necessary to work on researches on formation of both theoretical bases for designing on the basis of modular elements, and on development of more adapted for modularity functionality of RENGA programme.

A promising direction on the basis of this research is the development of the RENGA assembly-grouping functionality both for the development of this software package and for the development of the practical

Table 2. Analysis of grouping tools in RENGA

Advantages	Disadvantages
The created assembly can be destroyed in the project, preserving the integrity of the elements from which the group was created	It is not possible to immediately group new elements again after destroying an assembly
The parameters for assembly are similar to those for the main elements in the project	There is no way to edit only a specific assembly without destroying it or editing all the groups in the project
Assemblies have their own section and labelling, you can enter general information there	You cannot edit the assembly information (section and make) in the project, only in the “Assembly Style” layer
An assembly delivered to a project, when you change/edit a group in the “Assembly Style” layer, will also accept those changes	Most of the model elements in the project itself (walls, floors, roofs, stairs, etc.) can be included in the assembly. With the exception of “Reinforcement styles”

base of modular design. It is also necessary to develop a methodology for the most effective work on model-

ling BIM-blocks in RENGA and for automating the formation of a complex information model.

REFERENCES

1. Parshina S.V., Nizina T.A. BIM-complex Renga — Russian software product. *Economy, Governance and Law Basis*. 2019; 1(19):53-56. DOI: 10.51608/23058641_2019_1_53. EDN GHXWQS. (rus.).
2. Dorozhkina E.A. Organization of modern living space taking into account the needs of self-isolation in the aspect of eco-recreation. *Innovations and Investments*. 2023; 2:171-174. EDN PNBVYN. (rus.).
3. Subbotin D.V. The concept of the implementation of information and construction modeling projects in the activities of domestic companies. *Industrial Economics*. 2023; 1:109-116. DOI: 10.47576/2712-7559_2023_1_109. EDN FMCHJD. (rus.).
4. Aminov R.R. Normative regulation of BIM technologies, passing the state expertise. *Engineering journal of Don*. 2021; 2(74):20-28. EDN AMDCIV. (rus.).
5. Gvozditsky M.A., Ogorodnova Yu.V., Leytes D.S. Principles of creation a common data environment of an information model of building object in a cloud service. *Architecture, Construction, Transport*. 2022; 3:74-81. DOI: 10.31660/2782-232X-2022-3-74-81. EDN TFXSIT. (rus.).
6. Rybakova A. Development of an Integrated Information Model Based on Standard Modular Elements of the Maximum Readiness Basis. *Building Life-cycle Management. Information Systems and Technologies*. 2022; 211-219. DOI: 10.1007/978-3-030-96206-7_22
7. Klevtsova K.S. Innovative modular construction. *Young Scientist*. 2017; 3(137):103-105. EDN XQZDIT. (rus.).
8. Yin X., Liu H., Chen Y., Al-Hussein M. Building information modelling for off-site construction: Review and future directions. *Automation in Construction*. 2019; 101:72-91. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.01.010
9. Sabet P.G.P., Chong H.Y. Interactions between building information modelling and off-site manufacturing for productivity improvement. *International Journal of Managing Projects in Business*. 2019; 13(2):233-255. DOI: 10.1108/IJMPB-08-2018-0168
10. Farmer M. The farmer instruction labor model. *Construction Leadership Council*. 2016.
11. Chibirikova D.A., Atayev B.S., Mel'nikova O.G. Modular design and construction of apartment buildings using ready-made components. *Actual problems and prospects of the construction complex development : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. 2020; 82-86. EDN DSYML. (rus.).
12. Kasperzyk C., Kim M., Brilakis I. Automated re-prefabrication system for buildings using robotics. *Automation in Construction*. 2017; 83:184-195. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2017.08.002
13. Klimanov S.G., Gromov V.N. Timeliness of the topic is caused by the national defense tasks and the objective of the development of the northern borders of our motherland. *Actual Problems of Military Scientific Research*. 2021; 1(13):319-335. EDN ZREDMP. (rus.).
14. Zelentsov L.B., Shogenov M.S., Pirko D.V. Problems of integration of design and construction based on digital technologies. *Construction and Architecture — 2020. Faculty of Industrial and Civil Construction : International Scientific and Practical Conference*. 2020; 291-292. EDN NXXKOL. (rus.).
15. Shick Alshabab M., Petrichenko M., Vysotskiy A., Khalil T. BIM-based quantity takeoff in Autodesk Revit and Navisworks manage. *Proceedings of EECE 2019*. 2020; 413-421. DOI: 10.1007/978-3-030-42351-3_36. EDN JTTBIE.
16. Krivosheytsseva Ye.A., Kornitskaya M.N. 4D building modeling using Autodesk Navisworks. *Polzunovskiy almanac*. 2022; 1:94-96. EDN HLQWZG. (rus.).
17. Rybakova A., Kagan P. Application of Building Information Modeling in Data Center design. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 869(2):022006. DOI: 10.1088/1757-899X/869/2/022006
18. Ansah M.K., Chen X., Yang H., Lu L., Lam P.T.I. Developing an automated BIM-based life cycle assessment approach for modularly designed high-rise buildings. *Environmental Impact Assessment Review*. 2021; 90:106618. DOI: 10.1016/J.EIAR.2021.106618
19. Lobo J.D.C., Lei Z., Liu H., Li H.X., Han S.H. Building Information Modelling- (BIM-) Based Generative Design for Drywall Installation Planning in Prefabricated Construction. *Advances in Civil Engineering*. 2021; 2021:1-16. DOI: 10.1155/2021/6638236

Received August 2, 2023.

Adopted in revised form on October 23, 2023.

Approved for publication on October 24, 2023.

B I O N O T E S : **Angelina O. Rybakova** — senior lecturer, postgraduate student of the Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; angelinaribakova@yandex.ru;

Sofya A. Zhukova — student; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; zhukova.sofa2002@yandex.ru.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.