

Методы комбинаторно-поискового моделирования для достижения показателей устойчивости в архитектуре многофункциональных жилых комплексов

В.М. Богданов, А.В. Скопинцев

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Рассматривается архитектура многофункциональных жилых комплексов (МФЖК) в аспекте «устойчивости» к внешним факторам и воздействиям. Выделяются четыре уровня формообразования МФЖК: уровень градостроительной структуры; уровень объемно-пространственной организации; уровень функциональной и архитектурно-планировочной структуры; уровень композиционной организации и поиска выразительного облика МФЖК. На каждом из выделенных уровней достигаются «целевые» показатели «устойчивой архитектуры». Процесс формообразования МФЖК рассматривается как последовательность комбинаторно-поисковых этапов и процедур на основе моделирования геометрических параметров визуальной модели МФЖК с целью максимального приближения к «показателю устойчивости». Предлагается четыре метода комбинаторно-поискового моделирования: метод «наложения» планировочных каркасов; метод «трассирования» формообразующего контура; метод «коллажирования» функционально-планировочных элементов; метод комбинирования «регулярных сеток» в общественно-деловой и жилой части МФЖК. Для интенсификации комбинаторно-поисковых процедур предлагается применять технологии цифрового проектирования.

Ключевые слова: многофункциональные жилые комплексы, устойчивая архитектура, комбинаторно-поисковое моделирование, методы, процедуры.

Современные многофункциональные жилые комплексы (МФЖК) относятся к сложным архитектурно-средовым объектам, включающим в себя различные по назначению функциональные блоки и группы помещений: жилые, общественные, коммерческие и административные учреждения, офисно-деловые этажи, уровни хранения автомобилей, открытые и закрытые пространства, объединенные единым композиционно-планировочным и функционально-пространственным решением [1, 2].

Изначальный «конфликт» составляющих компонентов МФЖК делает актуальным применение понятий «устойчивое развитие» и «устойчивая архитектура» [3]. В современных исследованиях под данными определениями понимается обеспечение оптимальных эксплуатационных характеристик здания на всех жизненных циклах его существования,

включая энергоэффективность и энергосбережение, безотходные технологии и т.д. [4, 5]. В то же время в теориях проектирования и архитектурного формообразования понятие «устойчивости» сравнивается с «упругостью» экосистемы, и понимается как способность архитектуры гибко реагировать на внешние и внутренние факторы и обстоятельства [3, 6, 7]. Таким образом, свойства «гибкости», «упругости», «безконфликтности» могут относиться не только к экологическим, но и к антропогенным системам, что дает основание применить их к методам проектирования МФЖК как «устойчивого» архитектурно-средового объекта.

В данном аспекте можно выявить несколько «рейтинговых» или «целевых показателей» устойчивой архитектуры МФЖК, такие как:

1. «Бесконфликтное» расположение МФЖК в прилегающем к участку архитектурном и градостроительном контексте;
2. Развитость инфраструктуры участка, принадлежащего МФЖК;
3. Рациональное функциональное зонирование и эффективное использование участка;
4. Качество среды МФЖК, интеграция с природой;
5. Устойчивые сообщества МФЖК; удобство социального взаимодействия жильцов;
6. «Бесконфликтность» жилых, общественных и коммерческих функций МФЖК; и другие показатели.

Перечисленные показатели могут достигаться на разных этапах проектирования объекта, что позволяет создать теоретическую модель формообразования МФЖК на основе факторов устойчивого развития. Данная модель включает следующие уровни формообразования МФЖК: а) уровень градостроительной структуры; б) уровень объемно-пространственной организации; в) уровень функциональной и архитектурно-планировочной

структуры; г) уровень визуальной организации и поиска выразительного облика МФЖК.

На уровне «градостроительной структуры» формируются такие показатели «устойчивости» архитектуры МФЖК – как:

1) соответствие «градостроительной формы» МФЖК, ее композиционных осей и основных направлений развития – планировочной и градостроительной структуре окружающего контекста и линиям застройки соседних кварталов;

2) оптимальная ориентация основных объемов и формы генплана МФЖК по отношению к главным точкам восприятия и образования завершенных городских панорам;

3) компактность и плотность «градостроительной формы» МФЖК в границах отведенного участка с учетом действующих регламентов и допустимого процента застройки;

4) разнообразие формообразующих линий застройки МФЖК с учетом качества открытых пространств и удобного зонирования территории для жилой и общественно-деловой части;

5) удобство въездов, внутренних проездов и подъездов к входным группам МФЖК с учетом транспортных потоков для жилой, общественно-деловой и технологической (инженерно-технической) зон МФЖК.

Для достижения данных «показателей устойчивости» визуальная модель МФЖК может изменяться по ряду «геометрических параметров», таких как: а) система планировочных осей; б) конфигурация формообразующих линий; в) ориентация застройки; г) планировочный и композиционный «каркас»; д) градостроительный и планировочный модуль застройки и др.

На уровне «объемно-пространственной организации» достигаются такие показатели «устойчивости» архитектуры МФЖК, как:

- рациональное соотношение масс и объемов жилой и общественной (коммерческо-деловой) частей МФЖК;
- оптимальное наложение контуров и границ формы и конфигурации объемов жилых и общественных уровней МФЖК;
- оптимальное наложение и сочетание планировочной и конструктивной сеток (планировочных модулей) жилых и общественных уровней МФЖК;
- «бесконфликтное» вертикальное зонирование функциональных блоков в пределах сочетания и наложения общественно-делового и жилой части МФЖК;
- оптимальные габариты, высота и этажность с учетом действующих регламентов, размеров участка и окружающего контекста (компоновка).

Параметры изменения визуальной модели МФЖК на уровне объемно-пространственной организации включают: габариты, конфигурацию, высоту, массы, объемы, модуль.

На уровне *«функциональной и архитектурно-планировочной структуры»* можно выделить следующие рейтинговые показатели *«устойчивой архитектуры»* МФЖК:

- оптимальное зонирование функциональных блоков в пределах 1-го горизонтального уровня общественно-деловой и коммерческой части комплекса;
 - «бесконфликтное» зонирование и размещение функциональных блоков в пределах сочетания и наложения разных уровней общественно-деловой части;
 - оптимальное зонирование и рациональность планировочного решения в пределах жилой части МФЖК (размещение и сочетание жилых секций, блоков; сочетание квартир в пределах секций; сочетание жилых ячеек в пределах квартиры);
-

- «бесконфликтное» наложение и сочетание планировочной и конструктивной сеток (планировочных модулей) жилых и общественных уровней МФЖК;

- качество и разнообразие планировочных решений жилой части МФЖК.

Параметры изменения геометрической модели МФЖК на уровне архитектурно-планировочной организации включают: площадь, планировочные конфигурации, конструктивный и планировочный модуль.

На уровне *«визуальной организации и поиска выразительного облика МФЖК»* можно выделить следующие рейтинговые показатели устойчивой архитектуры:

- оптимальный масштаб и масштабность застройки МФЖК с учетом окружающего городского контекста и размеров участка;

- гармоничность облика отдельных зданий и застройки МФЖК с учетом соотношения масс и объемов жилой, общественно-деловой и коммерческой части комплекса;

- содержательность и разнообразие визуального «языка» и пластики объемов МФЖК в пределах сочетания и наложения разных уровней жилой и общественно-деловой части;

- элементы «зеленой архитектуры» во внешнем облике – степень интеграции МФЖК с природными структурами;

- гармоничное цветовое решение фасадов, интерьеров открытых пространств;

- высокая степень благоустройства и комфорт внешней и внутренней среды, качество дизайнерских решений.

Параметры изменения геометрической модели МФЖК на уровне визуальной и композиционной организации включают: формообразующие

линии, плоскости, объемы, членения фасада, членения формы, габариты, пропорции, цветовые отношения.

Приведение геометрической модели МФЖК к показателю «устойчивой архитектуры» достигается поэтапно с учетом многочисленных вариантных поисков и процедур геометрического и объемно-пространственного моделирования и изменения параметров модели. Поскольку вариантных сочетаний выделенных параметров на каждом уровне формообразования может быть достаточно много, сам процесс может рассматриваться как «комбинаторный поиск» и поэтапное развитие визуальной модели МФЖК на уровне ее «диалога» с контекстом [8]. Комбинаторно-поисковое моделирование может осуществляться как традиционным способом (с помощью компьютерных программ геометрического 3-Д моделирования Автокад, Ревит и др.), так и с помощью современных технологий цифрового проектирования (генеративный дизайн, нейросети).

В данном аспекте могут быть применимы уже известные методы из теории комбинаторики, такие как: метод «морфотипов», регулярные «решетки», сочетания «типового» и «индивидуального» и др. [9, 10] Потенциал комбинаторных «сеток» [9, 10] может быть адаптирован к конструктивной и функционально-планировочной системе МФЖК и быть использован при моделировании их объемно-пространственной и архитектурно-планировочной структуры [1].

С учетом обозначенных особенностей МФЖК, как сложных архитектурно-средовых объектов, и выделенных уровней их формообразования в исследовании предлагаются следующие *методы комбинаторно-поискового моделирования*:

- 1) метод модификации и наложения «градостроительных каркасов»;
- 2) метод трассировки «формообразующего контура»;
- 3) метод наложения «планировочных сеток» (слоев);

4) метод комбинации «функционально-планировочных модулей».

Метод модификации и наложения «градостроительных каркасов» применим на уровне моделирования «градостроительной структуры» МФЖК. Комбинаторно-поисковые процедуры включают комбинации таких параметров модели объекта, как: направления и угол ориентации границ застройки, формообразующие линии, градостроительные и планировочные оси. Данные параметры могут быть «сконцентрированы» и представлены в форме «градостроительных каркасов», отражающих внешние условия и факторы градостроительной ситуации, такие как направляющие «силовые линии» контекста, красные линии застройки, систему композиционных осей, геометрию границ и конфигурацию участка. Процесс комбинаторно-поискового моделирования отражает три последовательных комбинаторных цикла, с учетом «считывания» условий и ограничений градостроительной ситуации и усложнения решетки «градостроительного каркаса», которая может включать: а) 2-х компонентную схему; б) 3-х компонентную схему; в) 4-х компонентную схему.

«Циклы» комбинаторно-поискового моделирования в рамках одного «комбинаторного метода», транслируются в компоновочную модель генерального плана МФЖК. Так на основе 2-х компонентной схемы «градостроительного каркаса», учитывающей два превалирующих направления развития композиционных осей градостроительного контекста и особенности конфигурации участка проектирования, получается оптимальной «блочная» структура модифицированного генплана МФЖК. На основе 3-х компонентной схемы градостроительного каркаса возникает более сложная форма генерального плана объекта, имеющая «замкнутую структуру»; 4-х компонентная схема «каркаса» генерирует наиболее сложные конфигурации застройки МФЖК по типу «анфиладной структуры» генплана, учитывающей несколько факторов воздействия. Выбор наиболее

«устойчивого» варианта решения будет учитывать результаты моделирования на следующих уровнях формообразования объекта.

Метод трассировки «формообразующего контура» продолжает формообразование МФЖК на уровне «градостроительной структуры» и служит для уточнения конфигурации и формообразующих линий застройки с учетом предыдущего комбинаторного цикла. На данном уровне комбинаторно-поискового моделирования рассматриваются и учитываются внешние воздействия на формообразующий контур, абрисы и конфигурации архитектурных объемов МФЖК, реагирующих на красные линии застройки и фасадный фронт прилегающих к участку кварталов, расположение «энергетических полей» и «узлов» в структуре окружающего контекста. Ими выступают знаковые доминанты, акценты в прилегающей к участку застройке, точки пересечения градостроительных осей и т.д. «Шаги» комбинаторных процедур в виде вариантов «трассировки» и локальных «переломов» контура включают три «комбинаторных цикла»: а) на основе 1-й планировочной сетки; б) 2-х планировочных сеток; в) 3-х планировочных сеток и энергетических узлов. С учетом результатов комбинаторного моделирования по двум представленным методам могут быть выбраны наиболее «устойчивые» с точки зрения рейтинговых показателей варианты – для дальнейшего их включения в процесс формообразования.

Метод комбинирования «регулярных решеток» (планировочных сеток) может быть применим на следующих уровнях формообразования МФЖК: 1) на уровне организации «объемно-пространственной структуры»; б) на уровне формирования «функционально-планировочной структуры» МФЖК. Метод построен на комбинировании «регулярных решеток» или «модульных сеток» при сочетании высотной и стилобатной части МФЖК, или сочетании и наложении жилой, общественно-деловой и коммерческой частей (рис. 1).

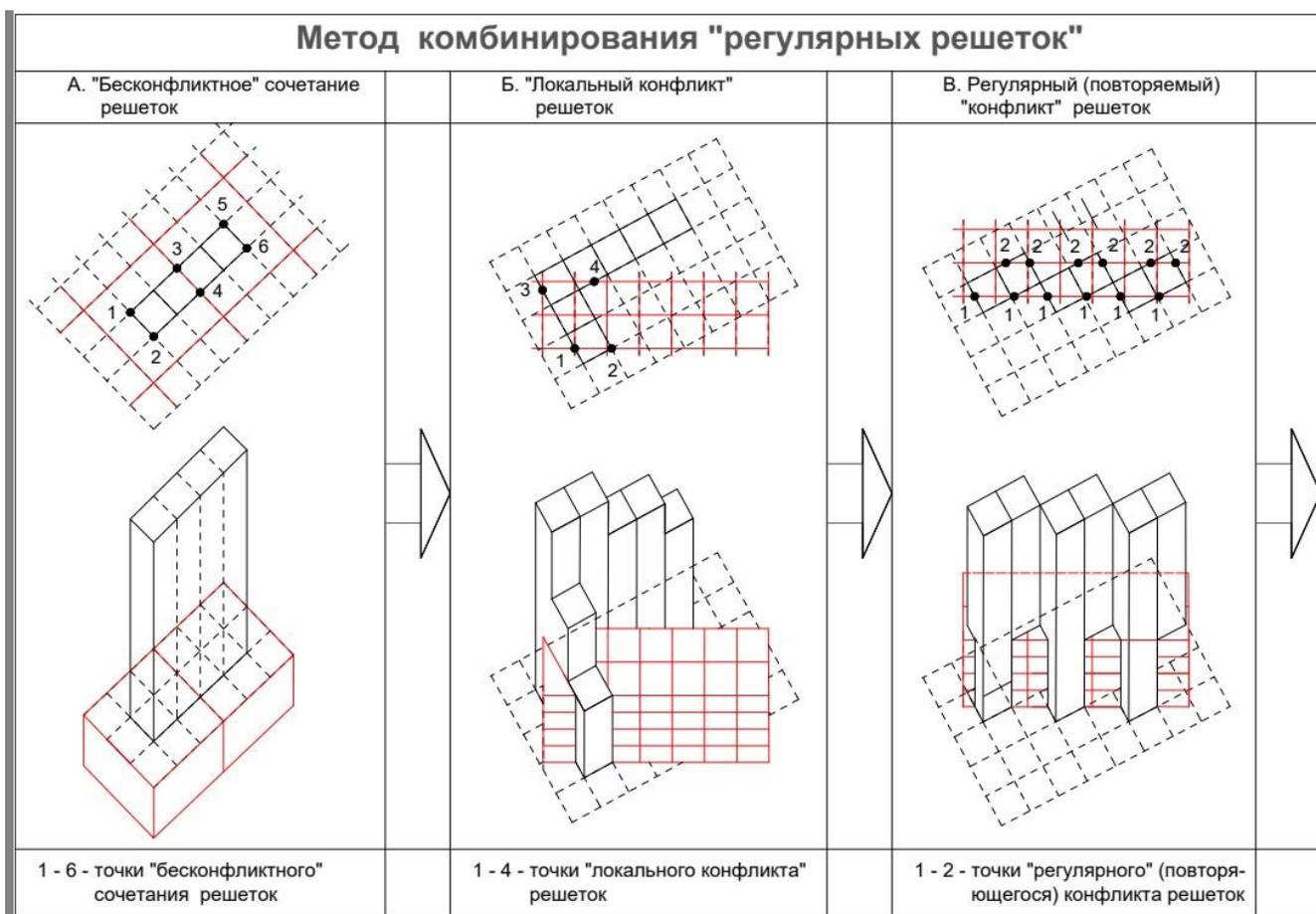


Рис. 1. - Метод комбинирования «планировочных сеток» («регулярных решеток») в высотной и стилобатной части МФЖК

Выделяется два типа «модулей» для комбинаторного моделирования: «конструктивный» и «функциональный». За основу «конструктивного» планировочного модуля может быть взят шаг 3x3, 3.6x3.6, 4.8x4.8 и 6.0x6.0, наиболее применимый в современном каркасно-монолитном домостроении. За основу «функционального» планировочного модуля могут быть взяты шаги комбинаторного моделирования, основанные на размерностях жилых ячеек и жилых помещений (на основе анализа планировочных решений современных МФЖК) с размерами: 2.4x2.4, 2x6, 4.2x5.7 и 6.0x6.0 – для жилой части МФЖК. И шаг планировочных сеток для общественно-деловой и коммерческой части комплекса может быть принят с учетом различных функций – 6.0x6.0, 7.2x7.2, 6.0x9.0 и 9.0x9.0.

Таким образом, комбинации с наложением данных сеток создают поле вариантов планировочной и объемно-пространственной структуры МФЖК, представленных на рис. 4. Отбор вариантов может происходить пошагово с учетом их приближения к «устойчивому состоянию». В данном контексте это могут быть: 1) послойные совпадения планировочных сеток, относящихся к разным функциональным блокам МФЖК – на уровне «узлов», на уровне «ячеек», на уровне «направлений»; 2) наименьшее количество «конфликтных точек» и «несовпадений» в части направлений осей, плоскостей и контуров, шагов, модулей (рис. 1).

Метод комбинации (коллажирования) «функционально-планировочных модулей» развивает предыдущей метод комбинаторно-поискового моделирования и основан на «присвоении» ячейкам «планировочных сеток» определенного содержания или функции (рис. 2).

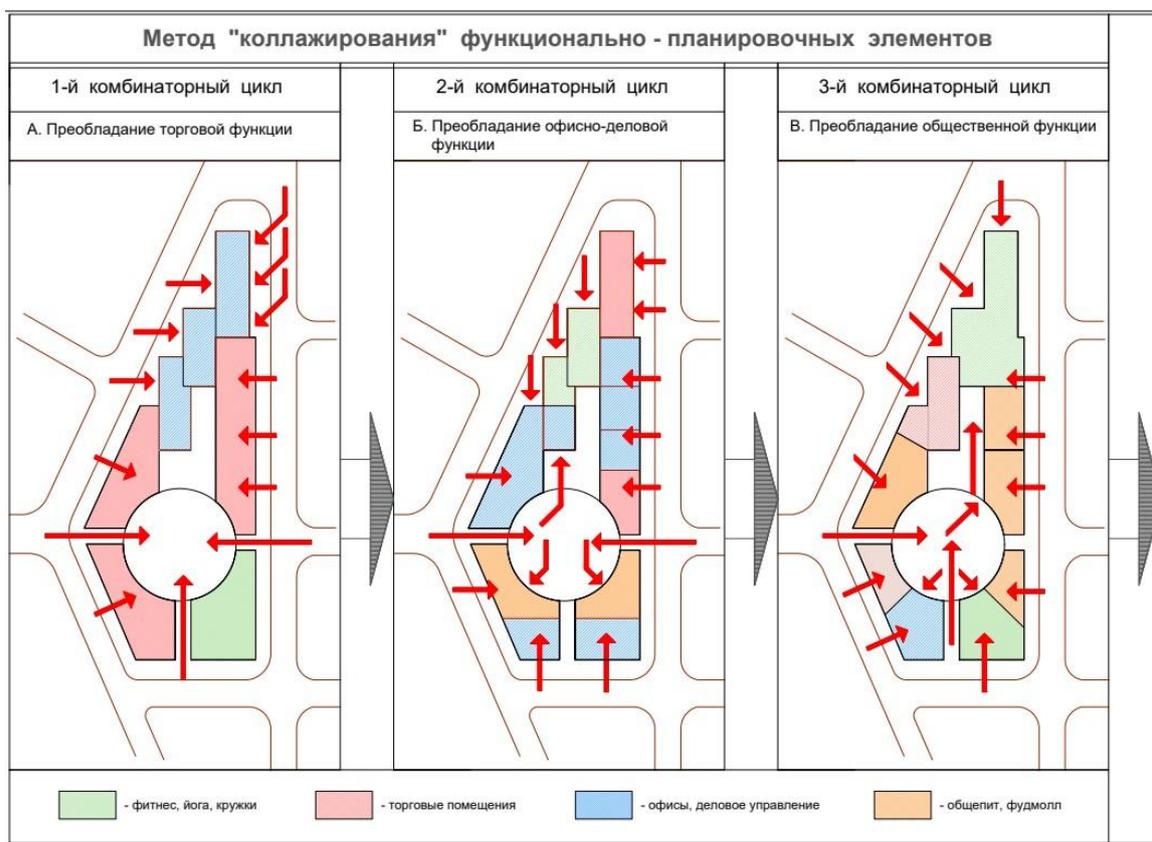


Рис. 2. – Метод комбинации функционально-планировочных элементов

Комбинаторный цикл включает распределение функциональных модулей в пределах уже найденного «формообразующего контура» генерального плана МФЖК или найденного сочетания планировочных решеток в уровне общественно-деловой или жилой части МФЖК. Распределение или «коллажирование» функциональных моделей осуществляется с учетом существующих въездов на участок, отсутствия пересечения технологических потоков, ориентации помещений и т.д. На рис. 2 представлены комбинаторные циклы с распределением «функциональных модулей» в пределах одного этажа общественно-деловой части МФЖК: а) с преобладанием торговой функции; б) с преобладанием коммерческо-деловой функции; в) с преобладанием общественной функции (рис. 2).

Анализ представленных методов комбинаторного моделирования показал, что процесс формообразования цикличен и включает на каждом уровне большое количество комбинаторных циклов, шагов и вариантов решений, что требует интенсификации этого процесса на основе применения методов цифрового проектирования и моделирования. Одним из таких подходов может выступать метод «генеративного проектирования». Автором проекта задаются параметры и условия (ограничения) комбинаторных процедур, а компьютерная программа генерирует «поле вариантов». Выбор приемлемых вариантов и переход на следующий уровень формообразования осуществляется автором на основе достижения (или приближения) выбранного варианта к «рейтинговым показателям устойчивости» МФЖК.

Литература

1. Колгашкина, В. А. Специфика функционально-планировочной организации многофункциональных жилых комплексов с интегрированной деловой составляющей. Архитектура и современные информационные технологии (АМИТ). 2013. № 2 (23). URL: marhi.ru/AMIT/2013/2kvart13/kolgashkina/abstract.php.



2. Гошева Д.М., Ирманова Е.В. Современные тенденции в проектировании многофункциональных жилых комплексов. Академическая публицистика. 2018. № 11. С. 259-266.

3. Есаулов Г. В. Устойчивая архитектура - от принципов к стратегии развития. Вестник ТГАСУ. 2014. №6 (47). URL: cyberleninka.ru/article/n/ustoychivaya-arhitektura-ot-printsipov-k-strategii-razvitiya.

4. Шеина С.Г., Балашев Р.В., Живоглядов Г.А., Шахиев Р.Д. Устойчивое строительство зданий. Инженерный вестник Дона. 2023. №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8911.

5. Amager Bakke. The Latest Architecture and News. URL: archdaily.com/tag/amager-bakke.

6. Любин Н.С. Архитектура как часть устойчивого развития. Инженерный вестник Дона. 2021. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6968.

7. Иващенко А.В., Погосова Е.Б. Формообразование в современном архитектурном проектировании. Инженерный вестник Дона. 2023. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2023/8382.

8. Billger, M., Thuvander, L., Wästberg, B.S. 2017. In search of visualization challenges: The development and implementation of visualization tools for supporting dialogue in urban planning processes. Environment and Planning B Urban Analytics and City Science. 2016. № 44(6), pp.1012-1035.

9. Пронин Е.С. Теоретические основы архитектурной комбинаторики. М.: Архитектура-С. 2004. 234 с.

10. Марков В.И. Комбинаторный тренинг в развитии пространственного мышления. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2012. №2. С.158–164.

References

1. Kolgashkina, V. A. Arhitektura i sovremennye informacionnye tekhnologii (AMIT). 2013. № 2 (23). URL: marhi.ru/AMIT/2013/2kvart13/kolgashkina/abstract.php.
2. Gosheva D.M., Irmanova E.V. Akademicheskaya publicistika. 2018. № 11. Pp. 259-266.
3. Esaulov G. V. Vestnik TGASU. 2014. №6 (47). URL: cyberleninka.ru/article/n/ustoychivaya-arhitektura-ot-printsipov-k-strategii-razvitiya.
4. SHeina S.G., Balashev R.V., ZHivoglyadov G.A., SHahiev R.D. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8911.
5. Amager Bakke. The Latest Architecture and News. URL: archdaily.com/tag/amager-bakke.
6. Lyubin N. S. Inzenernyj vestnik Dona. 2021. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6968.
7. Ivashchenko A.V., Pogosova E.B. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2023/8382.
8. Billger, M., Thuvander, L., Wästberg, B.S. 2017. In search of visualization challenges: The development and implementation of visualization tools for supporting dialogue in urban planning processes. Environment and Planning B Urban Analytics and City Science. 2016. № 44(6), Pp.1012-1035.
9. Pronin E.S. Teoreticheskie osnovy arhitekturnoj kombinatoriki [Theoretical foundations of architectural combinatorics]. M. Arhitektura-S. 2004. 234 p.
10. Markov V.I. Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'. 2012. №2. Pp.158–164.

Дата поступления: 27.05.2024

Дата публикации: 3.07.2024
