



Разработка эффективного планировочного решения офисного пространства путем прогнозируемой организации социального пространства

© Т. А. Дашиев

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Целью исследования является разработка эффективного планировочного решения офисного пространства путем прогнозируемой организации социального пространства. Также в статье выявляется принцип формирования функциональной структуры архитектурного объекта и приемы её последующей оценки. Исследование проведено на примере фрагмента реконструкции промышленного здания под функции коворкинг-центра. Методами работы послужили анализ и сбор данных в области проектирования коворкинг-центров с последующим топологическим анализом референсов, что позволило определить структуру связей между выделяемыми в пространстве элементами и функциональное наполнение помещения. На базе полученных данных сформированы варианты проектных решений офисного здания, для анализа которых были применены инструменты методологии пространственного синтаксиса. Для визуализации эффективности процессов «работа» и «отдых» составлены сравнительные графики их протекания, кроме того построен график процесса эвакуации. Данные графиков использованы для компиляции наиболее эффективных проектных решений. В результате трассировки маршрутов пользователей посредством симуляции человеко-потоков были определены уязвимости в логистических цепочках и структуре протекающего социального процесса. Графики показывали несколько пиковых значений, что означало отсутствие необходимых функциональных зон. После устранения уязвимостей построенные графики протекания основного процесса показывают повышение уровня социальной эффективности на 17%. График эвакуации также показал результативность разработанного варианта планировочного решения в виде сокращения общего времени эвакуации пользователей. Наиболее эффективным оказалось решение по размещению рекреационных зон, имеющих высокую посещаемость, в самых проходимых местах структуры архитектурного объекта.

Ключевые слова: симуляция человеко-потоков, выбор планировочного решения офисного пространства, эффективность эксплуатации, пространственный синтаксис, социальное пространство

Для цитирования: Дашиев Т. А. Разработка эффективного планировочного решения офисного пространства путем прогнозируемой организации социального пространства // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 3. С. 510–519. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-510-519>.

Development of an efficient planning concept for office space by projected organisation of social space

Timur A. Dashiev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: This study aims to develop an efficient planning concept for office space by a projected organisation of social space. The article shows a principle of developing the functional design of an architectural structure and methods of its subsequent assessment. The study was carried out using the example of a section under reconstruction in an industrial building for the functions of a co-working centre. The methods included analysis and acquisition of data on the design of co-working centres with the subsequent topological analysis of references. This allowed the structure of connections between the elements allocated in space and the functional content of the room to be determined. Based on the obtained data, the options for design solutions targeting an office building were formed. For their analysis, the tools of space syntax were applied. To visualise the efficiency of the "work" and "rest" processes,

comparative graphs of their behaviour were built, as well as a scheme for evacuation procedures. These graphs were used to compile the most effective design concepts. Tracing user routes through human flow simulations revealed vulnerabilities in supply chains and the structure of the ongoing social process. The graphs exhibited multiple peak values, meaning that necessary functional zones are missing. After eliminating these vulnerabilities, the built graphs of the key process show an increase of 17% in the level of social efficiency. The evacuation procedures also showed the efficiency of the developed layout concepts in reducing the total time for evacuating users. The most effective solution was to locate recreation areas with high attendance in the most accessible places in the framework of an architectural structure.

Keywords: simulation of human flows, the choice of a planning solution for office space, operational efficiency, space syntax, social space

For citation: Dashiev T. A. Development of an efficient planning concept for office space by projected organisation of social space. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(3):510-519. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-510-519>.

Введение

Каким образом архитектор может быть уверен в эффективности планировочных решений на этапе проектирования – вопрос, ответ на который автор пробует получить на примере реконструкции третьего этажа винной монополии «Кедр» в г. Иркутске.

Комплексные планировочные структуры имеют более сложный подход к функциональному зонированию, чем интерьер жилой квартиры, где можно положиться исключительно на эмпирический опыт [1–3]. Эффективные решения в области градостроительства требуют научного подхода, нужны инструменты анализа, систематизации и структурирования, на базе которых возможно формирование новой методики проектирования.

Основой для исследования стал процесс реконструкции промышленного объекта под функции коворкинг-центра как пример планировки с четкой структурой задач и высокой активностью эксплуатации помещения, эффективность которой зависит от логистических решений.

Основными референсами для объекта проектирования были выбраны два проекта коворкинг-центров, высоко оцененные пользователями и имеющие коммерческий успех. Референс «А» представляет собой здание «T-Rex Coworking Facility» в штате Миссури США, имеющее преимущественно крупноячеистую планировочную сетку офисных помещений, рассчитанных на 135 рабочих мест. Референс «Б» – коворкинг-центр «Hub Halifax» в Канаде с коридорной мелкоячеистой планировочной структурой, рассчитанной на 107 рабочих мест. Задача исследования – определить, какое планировочное решение окажется наиболее оптимальным и эффективным. Данная

задача реализуется путем разработки вариантов планировки пространства на основе референсов с их последующей оценкой при помощи симуляции производственного процесса.

Методы

Рассмотрим, что является основными структурообразующими функциями разрабатываемого объекта. Согласно М.В. Шубенкову [4], это и сформулирует социальный запрос [5], который нам необходимо будет удовлетворить.

Основной функцией коворкинг-центра является офисная деятельность, что означает необходимость создания рабочих мест, мест отдыха и питания, а также дополнительных удобств в виде санузлов и копи-центров. Далее данные функции, или же «локумы», будут отображены в виде цветных кругов, где каждый цвет будет обозначать определенную функцию. Также при анализе будут отмечены основные трансферные узлы, соединяющие эти функции, главной характеристикой которых является наличие прямой видимости между элементами с синтаксическим шагом, равным единице (термин, определенный в книге Билла Хиллиера «Social logic of space», означающий прямую связь между элементами без необходимости изменения вектора движения).

Целью анализа референсов является определение планировочной системы, принципов связей и функционального наполнения помещения. После определения структуры архитектурного объекта мы можем применить ее для организации планировочных решений на примере реконструкции здания винной монополии.

Для анализа референсов используется пространственный синтаксис – подход, разработанный Биллом Хиллиером и его партнерами [6–7]. Применяя данный подход, мы разбиваем пространство на существующие элементы и прокладываем связи между ними. В результате видим план графов, доступно отображающий функциональные решения, что позволяет построить пошаговую карту графов относительно входа как наиболее часто эксплуатируемого элемента системы. Благодаря этому мы увидим топологическую глубину

анализируемой структуры и характер ее связей.

На рис. 1 виден результат применения пространственного синтаксиса к зданиям «А» и «Б», прослеживаются принципиальные различия их планировочных структур [8]. А именно, в «T-Rex Coworking Facility», в отличие от «Hub Halifax», имеются крупные ячейки со свободным расположением рабочих мест (синие точки) и больше количество дополнительных узлов (красные точки).

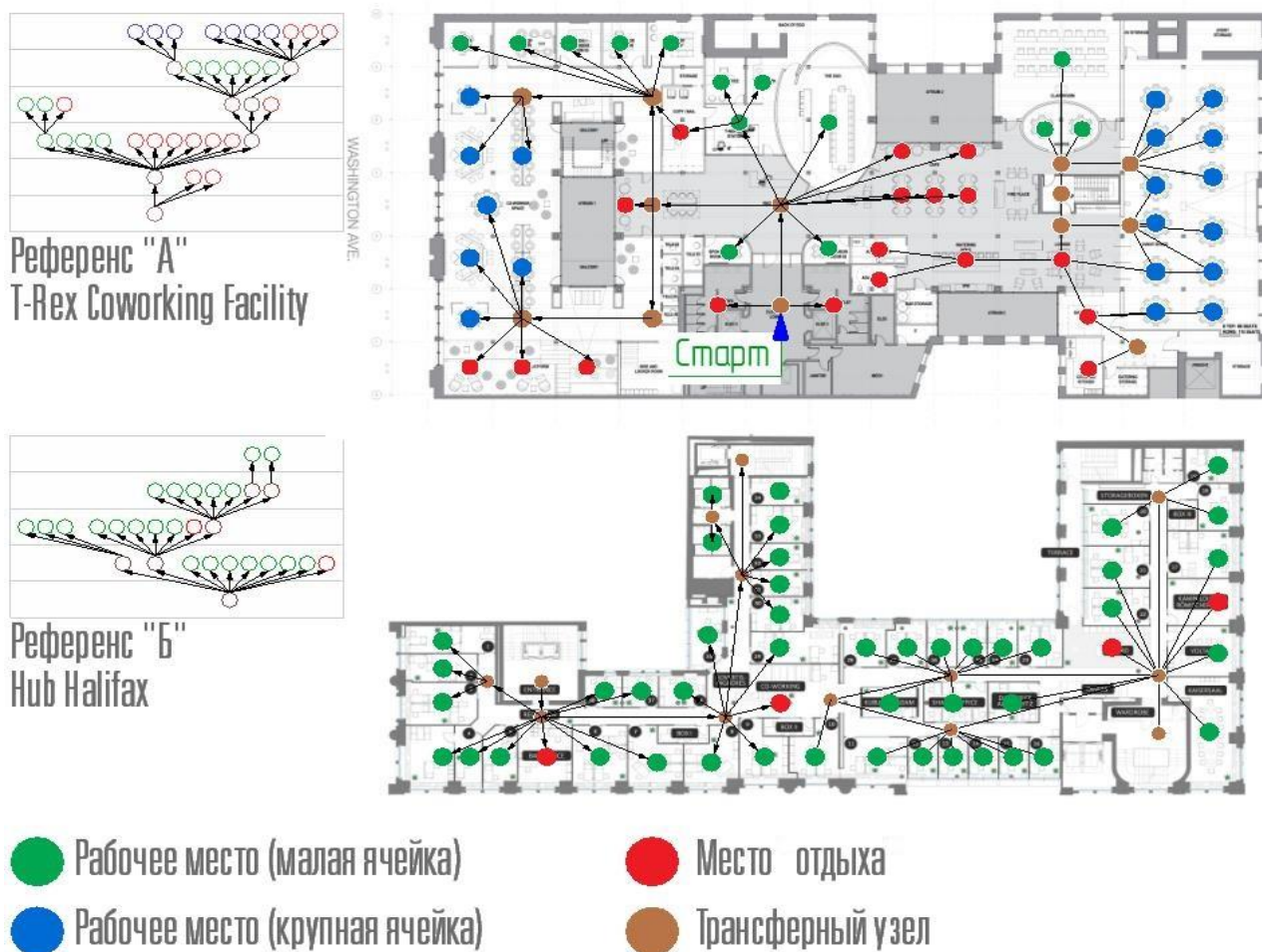


Рис. 1. Анализ референсов
Fig. 1. Reference analysis

Далее реализуем планировочные структуры из референсов на примере реконструируемого объекта (рис. 2). Для обоих вариантов соблюдены габаритные различия в масштабах планировочных решеток: в варианте «А» примерно равное количество рабочих мест в крупных и малых ячейках; в варианте «Б» отсутствуют крупные ячейки, соответственно, нет «синих точек» рабочих мест.

Можно обратить внимание на то, что в итоге пошаговая карта графов имеет для обоих

вариантов приблизительно одинаковый вид, схожий, в свою очередь, с решеткой референса «Б». Для варианта «А» получилось создать 138 рабочих мест, для варианта «Б» – 120.

Для выбора варианта планировочного решения коворкинг-центра BIM-модель третьего этажа главного корпуса винного завода «Кедр» импортируется в программную среду MassMotion –программное обеспечение нового поколения от компании «Oasys» для симуляции поведения отдельных пешеходов и це-

лых групп людей с целью последующего анализа. При сохранении параметров объекта и деталей (перекрытий, перегородок, несущих стен, предметного наполнения среды) происходит распознавание их пешеходами как поверхностей для движения или как барьеров, ограничивающих движение.

Для построения графика времени, затраченного на перемещения в зависимости от типа планировочного решения, перед пользователями ставится условная задача – написать текст объемом 1200 символов, что займет примерно 6 минут, с перерывом на отдых в обеденное время и посещением санузла.

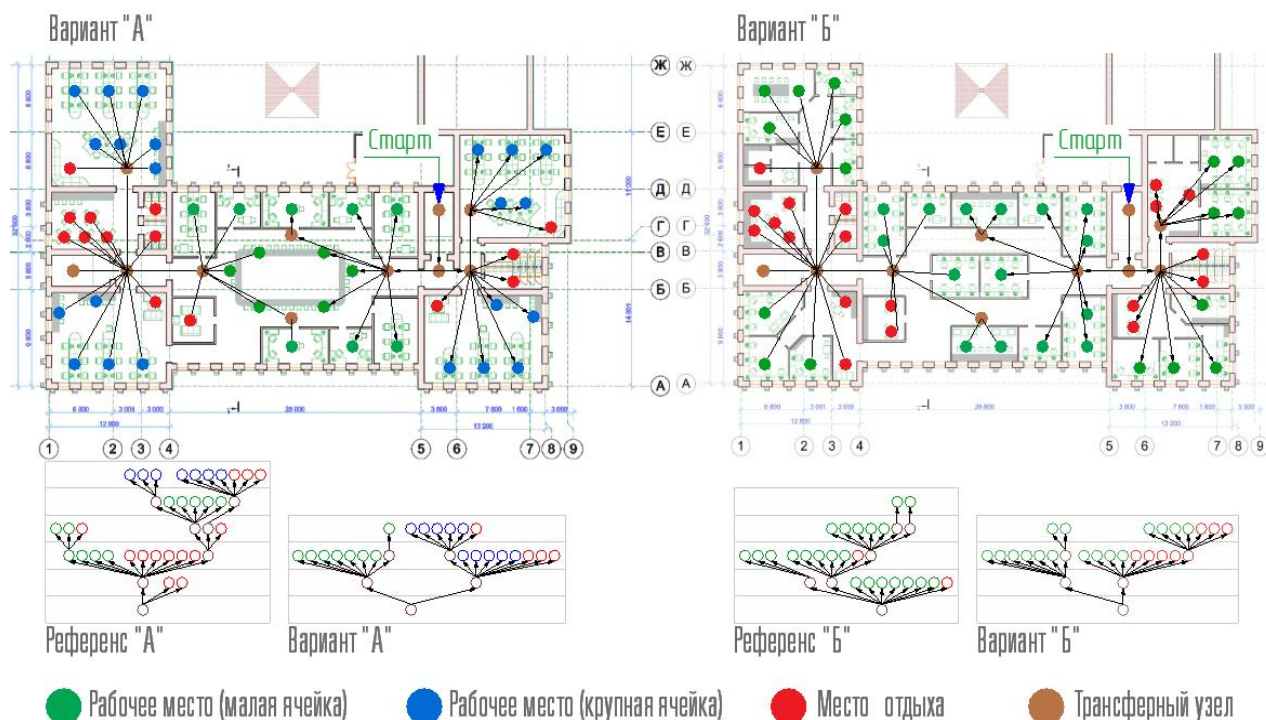


Рис. 2. Разработка вариантов планировки коворкинг-центра
 Fig. 2. Development of variants for the layout of the coworking center

От всех участников симуляции, количество которых определено выше планировочным решением, требуется выполнение рабочего задания. Характер эксплуатации пользователями здания диктует задачи исследования: проследить путь и время передвижения пользователей, начиная от входа в здание и заканчивая выходом из него, с учетом времени, затраченного на все этапы производства.

Таким образом, рассматривается время, затраченное: $a1$ – на маршрут от входа до рабочего места, закрепленного за каждым отдельным человеком; $b1$ – на выполнение первого этапа работы; $a2$ – перемещение до свободного места отдыха; c – отдых; $a3$ – возвращение на рабочее место; $b1$ – выполнение полного задания; $a4$ – спуск к выходу после окончания рабочего дня. Общее значение времени определяется суммой времени x , затраченного на выполнение задания:

$$a1 + b1 + a2 + c + a3 + b2 + a4 = x.$$

Каждое рабочее место, отмеченное на плане, имеет определенное количество за-

крепленных людей, равное количеству посадочных мест.

Это утверждение справедливо и для мест отдыха, однако человек за ними не закреплен и выбирает ближайшее свободное место.

Таким образом, мы можем определить общее время симуляции для каждого отдельного человека. Определив среднее время для всех участников, мы найдем время, характеризующее скорость выполнения задания.

Однако полученные данные не дают представления о течении процесса [9–12], поэтому автор использует информацию о наличии людей на рабочих местах, которая привязана ко времени. Таким образом, построив график, где ось Y будет означать количество людей, а ось X – временной промежуток, берущий начало со старта симуляции, мы получим наглядное отображение рабочего процесса. Построив аналогичный график присутствия людей на местах отдыха и объединив его с графиком, построенным нами ранее, получаем график (рис. 3), отображающий скорость

выполнения людьми поставленной задачи, учитывающий характер течения процесса. Для построения графика эвакуации (рис. 3) были приняты условия, в которых все участники си-

муляции уже находились на своих рабочих местах. После начала эвакуации каждый отдельный пользователь искал кратчайший маршрут до ближайшего выхода.

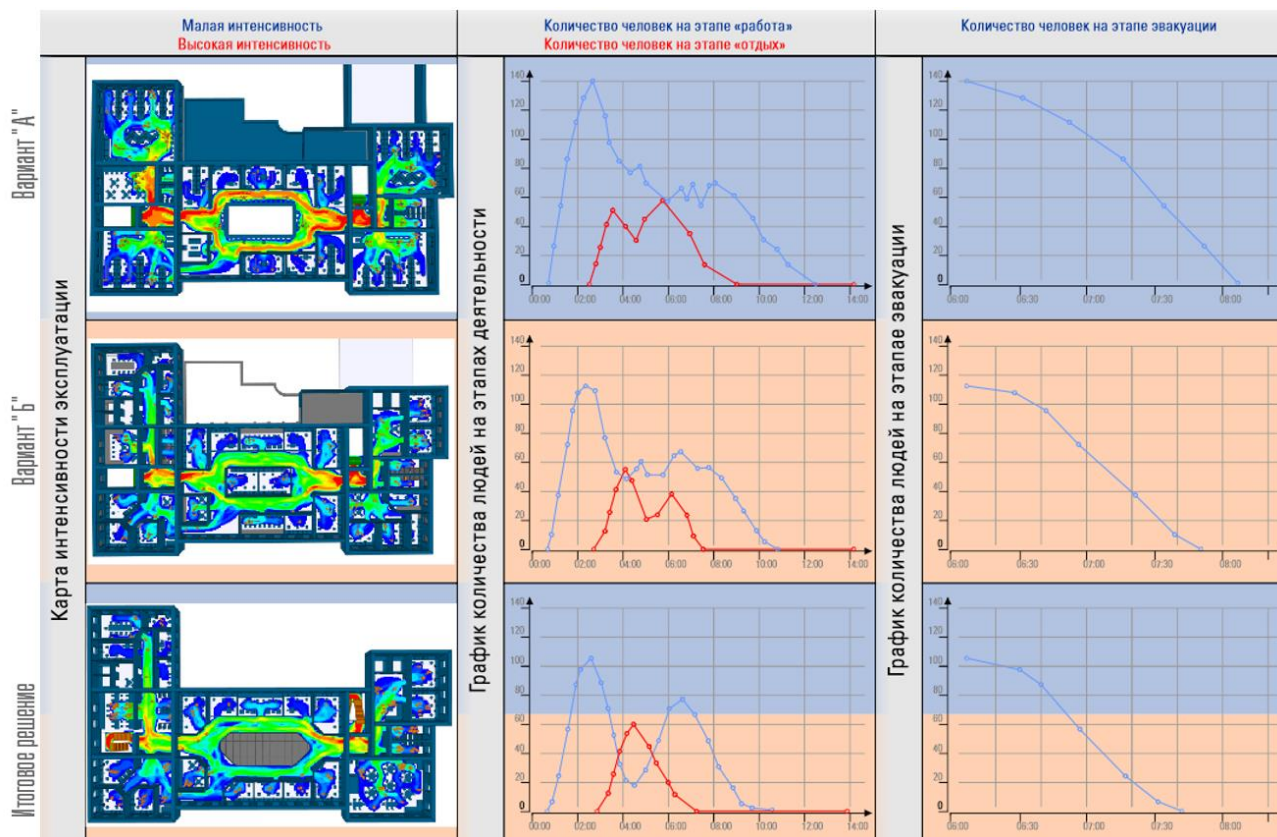


Рис. 3. Поэтапный анализ планировочных решений
Fig. 3. Step-by-step analysis of the planning solutions

Результаты и их обсуждение

Карта интенсивности эксплуатации (рис. 3) демонстрирует положение людей в рабочем процессе в помещениях 3-го этажа, где белым цветом обозначено полное отсутствие передвижения пользователей, а красным – максимальное количество маршрутов человеко-потоков.

Для большей наглядности графиков и карт симуляция проводится в режиме интенсивной эксплуатации помещений, таким образом определяются наиболее уязвимые места в планировочном решении этажа [13–15]. С максимальным числом пересечений потоков пользователей оказались входные зоны в офисные рабочие помещения и зоны коммуникаций для общего пользования. Такие пересечения и уплотнения потоков могут отрицательно сказаться на эффективности рабочего времени сотрудников. В варианте «А» довольно большая площадь отмечена красным цветом – это означает высокую плотность пользователей на данных участках, что, в

свою очередь, отрицательно скажется и на комфорте, и на скорости передвижения пользователей. Данную проблему можно было бы решить увеличением габаритов коридоров и дверных проемов, однако это невозможно из-за ограничений, накладываемых конструктивной схемой реконструируемого здания. При «островном» размещении рабочих мест в крупных помещениях отмечается постоянное пересечение потоков людей, что вызывает задержки в перемещениях по офису. В варианте «Б» перемещения служащих и характер их движения регулируется системой перегородок, что позитивно отразилось на уменьшении затрачиваемого времени на необходимые для производства перемещения.

Стоит обратить внимание на то, что рабочих мест в варианте «А» больше, чем в варианте «Б», что также сказывается на нагрузке трансферных сетей. Можно сделать вывод о том, что для выполнения поставленной задачи оптимальное количество пользователей равно 120.

При сравнении графиков количества людей при разных видах функциональной деятельности мы наблюдаем пиковые значения на этапах «работа» и «отдых» (рис. 3). Таким образом, мы можем увидеть как характер деятельности всех наблюдаемых субъектов, так и смену видов их деятельности, а также то, каким образом она осуществляется и какое время занимает [16–17]. График наглядно показывает степень оперативности пользователей и позволяет объективно оценить проектные решения с точки зрения оптимального выполнения функций и, как следствие, эффективности предприятия в целом. Скорость выполнения функций значительно выше при использовании планировочного решения коридорно-ячейкового типа. Решение поставленных задач пользователями в варианте «Б» заняло десять минут, что на две минуты меньше времени, затраченного пользователями в варианте «А». Принимая во внимание условия симуляции, можно заключить, что в варианте «Б» работа осуществлялась эффективнее на 17%. Вариант «Б» из-за большого количества рекреационных зон позволяет осуществить более быстрый переход между этапами деятельности.

Ранее уже упоминалось, что у вариантов «А» и «Б» карты графов похожи на решетку референса «Б». Однако в конструктивных рамках реконструируемого объекта лучший результат показывает аналог «Б» с мелкоячейковой структурой, наиболее похожей на структуру связей референса «Б».

В варианте «А» создано атриумное пространство, симуляция которого выявила его

неэффективность из-за сокращения коммуникационного пространства [18–19]. Однако данная симуляция не позволяет в полной мере оценить эстетико-практическое значение данного выбора, так как не учитывает инсоляционное и эмоциональное влияние второго света на пользователей.

В результате был разработан компромиссный вариант: убраны рабочие места в атриуме, сокращена площадь второго света в перекрытии центрального помещения коворкинг-центра. Для чистоты эксперимента в варианте «Б» отсутствовали планировочные решения с применением открытого офисного пространства, но они необходимы для более гибкого функционального зонирования коворкинг-центра. Поэтому планировочные решения одного из крупных офисов также были использованы при разработке итогового варианта планировки.

В результате анализа, проведенного с помощью нового аналитического подхода к проектированию офисных зданий, был разработан третий вариант планировочного решения делового пространства (рис. 4). После анализа карты интенсивности и изменения конфигурации атриума, предполагающего более удобные пути для перемещения пользователей, предлагается более экономичный, с учетом эргономики, характер движения пользователей при сохранении функциональных зон атриума. Это позволило добавить еще один кабинет в структуру фриланс-центра, дополнительные рекреации и сократить расстояние между отдельными функциональными зонами.

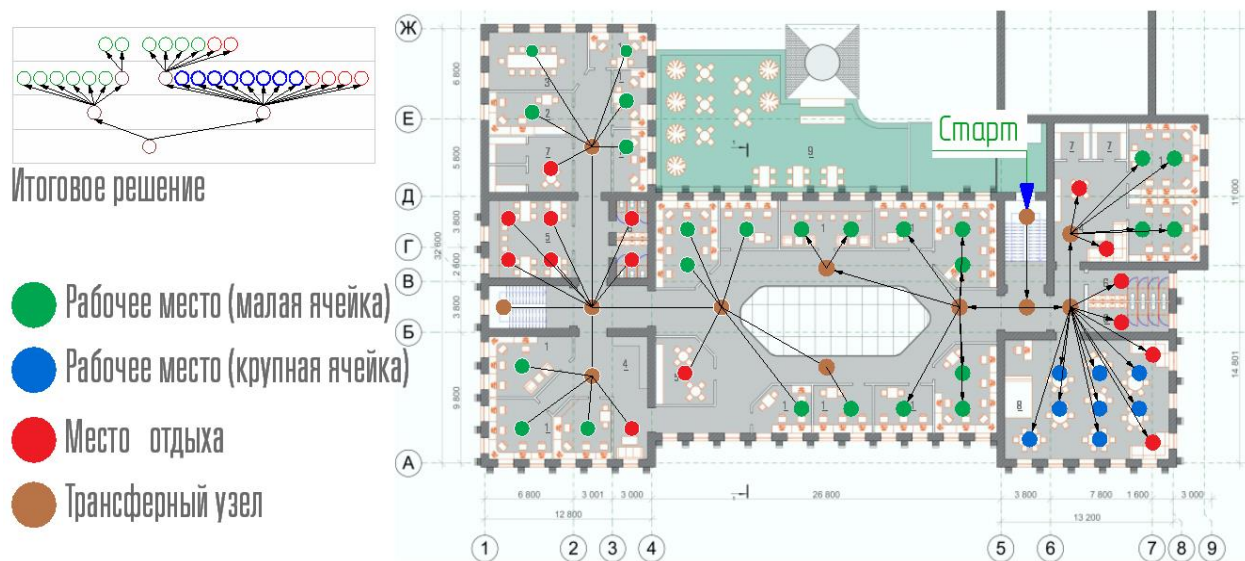


Рис. 4. Итоговое решение
Fig. 4. The final solution

Повышение эффективности деятельности отражено на рис. 3: графики количества людей демонстрируют эвакуацию основной массы сотрудников из здания уже к девятой минуте, что указывает на то, что проектное решение эффективнее варианта «Б» на 8%. Также изменился характер движения графиков, в итоговом варианте мы видим более плавную перемену задач у пользователей и отсутствие очередей, что было достигнуто путем оптимизации мест размещения рекреационных зон. Анализ карты интенсивности эксплуатации [20] показывает равномерное распределение пользователей в коммуникационном пространстве, указывает на уменьшение препятствий при перемещениях и вероятности возникновения давки в случаях экстренной эвакуации. Также наблюдается положительный эффект от увеличения ширины эвакуационных проемов лестничных клеток в местах уплотнения человеко-потоков.

Заключение

Таким образом, для изучения влияния топологических свойств архитектурного объекта на социальную эффективность процессов, в нем протекающих, была создана экспериментальная модель эффективного планировочного решения офисного пространства. В условиях определенной автором функции был сформулирован процесс, описывающий необходимые функциональные связи. Были взяты удачные референсы основной функции, определена их структура и применена в условиях

реконструкции. Возможность использования двух различных планировочных решений в границах реконструкции позволило определить дополнительные рамки исследования для чистоты эксперимента. Были созданы все условия для того, чтобы эффективность проекта определялась исключительно логистикой. Для анализа вариантов планировочных структур и определения степени эффективности решения была применена симуляция человеко-потоков, что позволило найти самый оптимальный вариант планировки помещения. Наиболее эффективным с точки зрения качества социального процесса оказалось решение по размещению функций с наибольшим числом пользователей в самых проходимых местах структуры архитектурного объекта.

Можно заключить, что, решая подобного рода задачи с другими условиями, мы сможем выявить новые способы и приемы планировки зданий, которые могут стать основой для нового взгляда на методику проектирования.

Анализ топологии пространства открывает новые инструменты для понимания планировочных систем в целом, что может позволить прогнозировать эффективность эксплуатации, понять, в каком направлении может происходить трансформация структуры архитектурного пространства в зависимости от социального запроса, набора функций, которые необходимы определенной группе людей в данный момент и в перспективном будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большаков А.Г. Стратегия развития кампуса ИРНТУ // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. Т. 9. № 2. С. 396–407. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-2-396-407>.
2. Bolshakov A.G. Urban topology of university campus // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019. Vol. 667. p. 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012014>.
3. Bolshakov A.G. INRTU campus development strategy. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019. Vol. 667. p. 012015. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012015>.
4. Shubenkov M.V., Khomyakov D.A. Space of the regional agglomerations and re-industrialization // Journal of applied engineering science. 2016. Vol. 14. Issue 1. p. 154–162. <https://doi.org/10.5937/jaes14-10217>.
5. Яргина З.Н. Эстетика города. М.: Стройиздат, 1991. 366 с.
6. Hillier B., Hanson J. The Social Logic of Space. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. 296 p.
7. Hillier B. Space is the Machine. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 370 p.
8. Крашенинников А.В. Социально-пространственная структура пешеходного пространства // Architecture and modern information technologies. 2012. № 4. С. 21.
9. Tomei V., Imbimbo M., Mele E. Optimization of structural patterns for tall buildings: The case of diagrid // Engineering Structures. 2018. Vol. 171. p. 280–297.
10. McCormack G.R., Koohsari M.J., Turley L., Nakaya T., Shibata A., Ishii K., et al. Evidence for urban design and public health policy and practice: Space syntax metrics and neighborhood walking // Health & Place. 2021. Vol. 67. p. 102277. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.102277>.

11. Fang Y., Mao J., Liu Q., Huang J. Exploratory space data analysis of spatial patterns of large-scale retail commercial facilities: The case of Gulou District, Nanjing, China // *Frontiers of Architectural Research*. 2021. Vol. 10. Iss. 1. p. 17–32. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.02.002>.
12. Lebendiger Y., Lerman Y. Applying space syntax for surface rapid transit planning // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2019. Vol. 128. p. 59–72. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.07.016>.
13. Askarizad R., Safari H. Investigating the role of semi-open spaces on the sociability of public libraries using space syntax (Case Studies: Sunrise Mountain and Desert Broom Libraries, Arizona, USA) // *Ain Shams Engineering Journal*. 2020. Vol. 11. Issue 1. p. 253–264. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.09.007>.
14. Alalouch Ch., Al-Hajri S., Naser A., Hinaia A.A. The impact of space syntax spatial attributes on urban land use in Muscat: Implications for urban sustainability // *Sustainable Cities and Society*. 2019. Vol. 46. p. 101417. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.01.002>.
15. Omer I., Kaplan N. Using space syntax and agent-based approaches for modeling pedestrian volume at the urban scale // *Computers, Environment and Urban Systems*. 2017. Vol. 64. p. 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.01.007>.
16. Xiana H., Lipeng Zh. Simulation of Pedestrian Flow in Traditional Commercial Streets Based on Space Syntax // *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 205. p. 1344–1349. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.117>.
17. Shatu F., Yigitcanlar T., Bunker J. Shortest path distance vs. least directional change: Empirical testing of space syntax and geographic theories concerning pedestrian route choice behavior // *Journal of Transport Geography*. 2019. Vol. 74. p. 37–52. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.11.005>.
18. Xia C., Zhang A., Wang H., Yeh A.G.O. Predicting the expansion of urban boundary using space syntax and multivariate regression model // *Habitat International*. 2019. Vol. 86. p. 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.03.001>.
19. Koohsari M.J., Oka K., Owen N., Sugiyama T. Natural movement: A space syntax theory linking urban form and function with walking for transport // *Health & Place*. 2019. Vol. 58. p. 102072. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.01.002>.
20. Alkamali N., Alhadhrami N., Alalouch C. Muscat City Expansion and Accessibility to the Historical Core: Space Syntax Analysis // *Energy Procedia*. 2017. Vol. 115. p. 480–486. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.044>.

REFERENCES

1. Bolshakov AG. Strategy for Irkutsk National Research Technical University (INRTU) campus development. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2019;9(2):396-407. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-2-396-407>.
2. Bolshakov AG. Urban topology of university campus. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2019;667:012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012014>.
3. Bolshakov AG. INRTU campus development strategy. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2019;667:012015. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012015>.
4. Shubenkov MV, Khomyakov DA. Space of the regional agglomerations and reindustrialization. *Journal of applied engineering science*. 2016;14(1):154-162. <https://doi.org/10.5937/jaes14-10217>.
5. Yarginah ZN. The aesthetics of the city. Moscow: Stroyizdat Publ.; 1991. 366 p. (In Russ.).
6. Hillier B, Hanson J. The Social Logic of Space. Cambridge: Cambridge University Press; 1984. 296 p.
7. Hillier B. Space is the Machine. Cambridge: Cambridge University Press; 1996. 370 p.
8. Krashennnikov AV. Structure of social space in pedestrian realm. *Architecture and modern information technologies*. 2012;4:21. (In Russ.).
9. Tomei V, Imbimbo M, Mele E. Optimization of structural patterns for tall buildings: The case of diagrid. *Engineering Structures*. 2018;171:280-297.
10. McCormacka GR, Koohsari MJ, Turley L, Nakaya T, Shibata A, Ishii K, et al. Evidence for urban design and public health policy and practice: Space syntax metrics and neighborhood walking. *Health & Place*. 2021;67:102277. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.102277>.

11. Fang Y, Mao J, Liu Q, Huang J. Exploratory space data analysis of spatial patterns of large-scale retail commercial facilities: The case of Gulou District, Nanjing, China. *Frontiers of Architectural Research*. 2021;10(1):17-32. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.02.002>.
12. Lebendiger Y, Lerman Y. Applying space syntax for surface rapid transit planning. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2019;128:59-72. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.07.016>.
13. Askarizad R, Safari H. Investigating the role of semi-open spaces on the sociability of public libraries using space syntax (Case Studies: Sunrise Mountain and Desert Broom Libraries, Arizona, USA). *Ain Shams Engineering Journal*. 2020;11(1):253-264. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.09.007>.
14. Alalouch Ch, Al-Hajri S, Naser A, Hinaia AA. The impact of space syntax spatial attributes on urban land use in Muscat: Implications for urban sustainability. *Sustainable Cities and Society*. 2019;46:101417. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.01.002>.
15. Omer I, Kaplan N. Using space syntax and agent-based approaches for modeling pedestrian volume at the urban scale. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2017;64:57-67. <https://doi.org/10.1016/j.compenvironments.2017.01.007>.
16. Xiana H, Lipeng Zh. Simulation of Pedestrian Flow in Traditional Commercial Streets Based on Space Syntax. *Procedia Engineering*. 2017;205:1344-1349. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.117>.
17. Shatu F, Yigitcanlar T, Bunker J. Shortest path distance vs. least directional change: Empirical testing of space syntax and geographic theories concerning pedestrian route choice behavior. *Journal of Transport Geography*. 2019;74:37-52. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.11.005>.
18. Xia C, Zhang A, Wang H, Yeh AGO. Predicting the expansion of urban boundary using space syntax and multivariate regression model. *Habitat International*. 2019;86:126-134. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.03.001>.
19. Koohsari MJ, Oka K, Owen N, Sugiyama T. Natural movement: A space syntax theory linking urban form and function with walking for transport. *Health & Place*. 2019;58:102072. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.01.002>.
20. Alkamali N, Alhadhrami N, Alalouch C. Muscat City Expansion and Accessibility to the Historical Core: Space Syntax Analysis. *Energy Procedia*. 2017;115:480-486. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.044>.

Сведения об авторе

Дашиев Тимур Алдарович,
аспирант кафедры архитектурного
проектирования,
Иркутский национальный
исследовательский технический
университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: dashiev-timur@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7769-8377>

Information about the author

Timur A. Dashiev,
Postgraduate student of the Department
of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical
University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: dashiev-timur@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7769-8377>

Заявленный вклад автора

Дашиев Т. А. владеет авторскими правами на статью и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the author

Dashiev T. A. owns the copyright to the article and bears the responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов относительно публикации данной статьи.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

The author has read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию 28.04.2021.
Одобрена после рецензирования 31.05.2021.
Принята к публикации 07.06.2021.

The article was submitted 28.04.2021.
Approved after reviewing 31.05.2021.
Accepted for publication 07.06.2021.