



Оценка эффективности градостроительного развития Иркутска методами пространственного синтаксиса

© Тимур Алдарович Дашиев

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия,
dashiev-timur@mail.ru

Аннотация. Цель работы заключается в проведении топологического анализа города Иркутска, изучении структуры города, выявлении путей повышения социальной эффективности городского функционального зонирования и формировании предложения по его пространственному развитию. Осуществлены анализ и сбор данных в области социологии архитектуры и структуры архитектурного пространства с целью определения градостроительных процессов, которыми архитектор может управлять, а также ресурсов, с помощью которых эти процессы могут осуществляться. Путем применения инструментов методологии пространственного синтаксиса рассмотрены интеграционные свойства осевой карты транспортной сети. Проведен сравнительный анализ интеграционных карт города за 1940 и 2021 гг. с целью определения тенденций развития городской застройки. После выявления функциональных зон с наибольшим числом пользователей был сделан вывод об их концентрации в районе исторического центра, центр интеграции же с течением времени увеличился и достиг районов бывших предместий. Ежедневные трудовые миграции подтверждают социальную неэффективность данной ситуации. На основе выявленных интеграционных свойств была проведена типологизация осевых пространств на улицы переднего плана и палисада. Анализу на соответствие интеграционной карте подверглись планы пространственного развития города, опубликованные на портале городской администрации. В итоге было предложено формирование подцентров с высокой концентрацией функций в районе интеграционного центра города и формирование подцентра города Иркутска в микрорайоне Жилкино. Как показало исследование, принятая городом концепция развития не соответствует интеграционным ресурсам.

Ключевые слова: пространственный синтаксис, карта «всеобщего выбора», карта уровня интеграции, устойчивая городская среда, топологические свойства архитектурной среды, социальная эффективность

Для цитирования: Дашиев Т. А. Оценка эффективности градостроительного развития Иркутска методами пространственного синтаксиса // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 4. С. 690–703. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-4-690-703>.

Original article

Efficiency evaluation of urban planning in Irkutsk using space syntax methods

Timur A. Dashiev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia,
dashiev-timur@mail.ru

Abstract. The present work presents a topological analysis of Irkutsk, studying its city structure, identifying ways of improving the social efficiency of urban functional zoning and proposals for its spatial development. In order to determine the urban development controlled by an architect, as well as the available resources, the data on the sociology of architecture and the structure of architectural space were collected and analysed. The emergent properties of the axial map for the transport network were evaluated using the tools of spatial syntax. In order to determine trends in urban development, a comparative analysis of city integration maps in 1940 and 2021 was performed. It was concluded that functional areas with the most users are concentrated in the historical centre; however, the integration centre expanded over time and reached former suburbs. Daily labour migrations confirm the social inefficiency of

this situation. The identified emergent properties allowed the axial spaces to be classified into streets in the foreground and palisade. The plans for spatial development published on the web page of the city administration were analysed for compliance with the integration map. As a result, forming the sub-centres with high function concentration in the area of the city integration centre, having the Irkutsk sub-centre in the Zhilkino microdistrict, was proposed. The research showed that the development concept adopted in the city fails to meet the integration resources.

Keywords: space syntax, “choice” map, integration level map, sustainable urban environment, topological properties of the architectural environment, social efficiency

For citation: Dashiev T. A. Efficiency evaluation of urban planning in Irkutsk using space syntax methods. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(4):690-703. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-4-690-703>.

Введение

На языке социологии архитектуры [1] социальные процессы состоят из субъектов процессов – человека или общностей людей, деятельности, отвечающей на вопрос «что они делают?», и среды, отвечающей на вопрос «где эта деятельность осуществляется?». На первый и второй субъекты архитектор и градостроитель опирается в своей профессиональной деятельности, третий они могут прогнозировать, планировать и могут им управлять. Поэтому важно определить роль топологии архитектурного пространства в качестве основного регулятора социальных процессов. В работе М.В. Шубенкова [2] определяются структурные закономерности архитектурного формообразования. Ключевым моментом для текущей работы является роль функции здания, задающая основные направления для развития его структуры. Строительным элементом является «локум» – пустота, наделенная функцией, процессом, который в ней протекает, связями между

ними, типология которых определяется принципами формирования устойчивой среды. При увеличении масштаба и уровня функций количество субъектов и текущих процессов многократно увеличивается, и если в рамках одного архитектурного формирования структуры это определено жестко, то при переходе на градостроительный масштаб количество заинтересованных сторон также возрастает, а архитектурная бифуркация пространства приобретает преимущественно эволюционный характер. Прямое управление также возможно, но при этом его результаты могут быть непредсказуемы. При работе с крупными системами современные практики предлагают локальные изменения с прогнозируемыми результатами [3–4]. В авторском исследовании [5] был поставлен эксперимент (рис. 1), в результате которого была выявлена ключевая роль топологии функций в архитектурном объекте как основного механизма по созданию социально эффективных пространств.

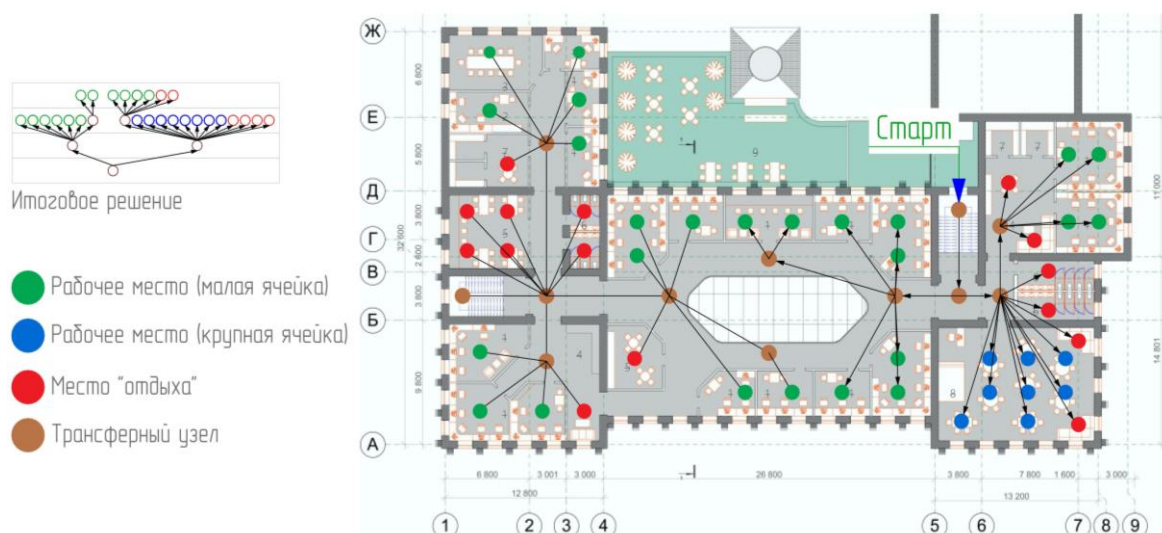


Рис. 1. Экспериментальное проектирование социально эффективного архитектурного пространства
Fig. 1. Experimental design of a socially effective architectural space

Максимальный эффект оказывает размещение локумов с наибольшим числом субъектов процессов (красные точки) в местах, куда они могут добраться с предельной быстротой. Проблемой настоящего исследования является вопрос применимости данного подхода на уровне градостроительных объектов и степени его социальной эффективности. На данный вопрос мы ответим на примере топологического анализа города Иркутска.

Методы

Характерной особенностью градостроительной ситуации Иркутска является наличие ежедневных трудовых миграций. Если представить передвижение субъекта процесса между пунктами А (место жительства) и Б (место трудоустройства), то на промежутке А–Б расположены функции, которые с наибольшей вероятностью будут пользоваться популярностью у этого пользователя [6–8]. Логично, что

большинство таких маршрутов будет расположено в наиболее интегрированных частях этой системы, а также там, где имеется высокая концентрация объектов активностей, потому что современному человеку свойственна оптимизация времени, затраченного на передвижение. На рис. 2 мы можем увидеть места концентрации населения города и рабочих мест. Их несоответствие и вызывает ежедневные трудовые миграции, длинные маршруты, которые, как мы выяснили ранее, снижают социальную эффективность горожан. На карте размещения рабочих мест мы видим концентрацию 80 % только в границах исторического центра города. Необходимо выявить причины этого и определить места для перераспределения и создания новых рабочих мест. Однако жилье и места работы – это распределенные локумы с небольшим количеством единовременных пользователей.

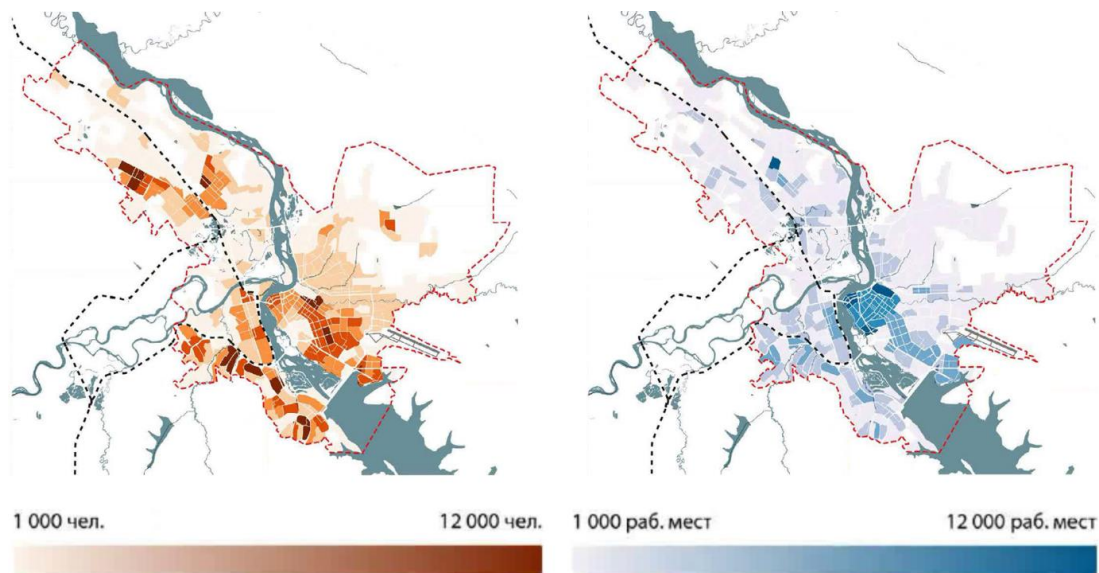


Рис. 2. Карты распределения населения и рабочих мест в г. Иркутске (ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы»)

Fig. 2. Maps of population and employment distribution in Irkutsk (Institute of the General Plan of Moscow)

Для определения локумов с наибольшим числом пользователей, характерных для г. Иркутска, обратимся к карте проекта *4sqstat*¹ (рис. 3), на ней мы можем увидеть самые посещаемые жителями города локумы. Зеленым цветом отмечены открытые городские пространства, они включают в себя набережные, скверы, видовые точки и общественные территории. Синим цветом обозначены транспортно-пересадочные узлы (вокзал, аэропорт и т.д.), серым – образовательные

учреждения. Самые крупные точки, голубые, отмечают места розничной торговли, такие как торговые и торгово-развлекательные комплексы. Красными точками обозначены места работы и жительства, количество их велико, но они распределены и не являются массовыми. Для анализа структуры городских связей используем программное обеспечение пространственного синтаксиса [9, 10] *DepthmapX*. На рис. 4 изображена схема уровня интеграции каждой улицы города в сравнении с другими.

¹Самые популярные места Foursquare в Иркутске [Электронный ресурс]. URL: <https://www.4sqstat.ru/irkutsk/map?sort=checkins.html> (12.05.2021).

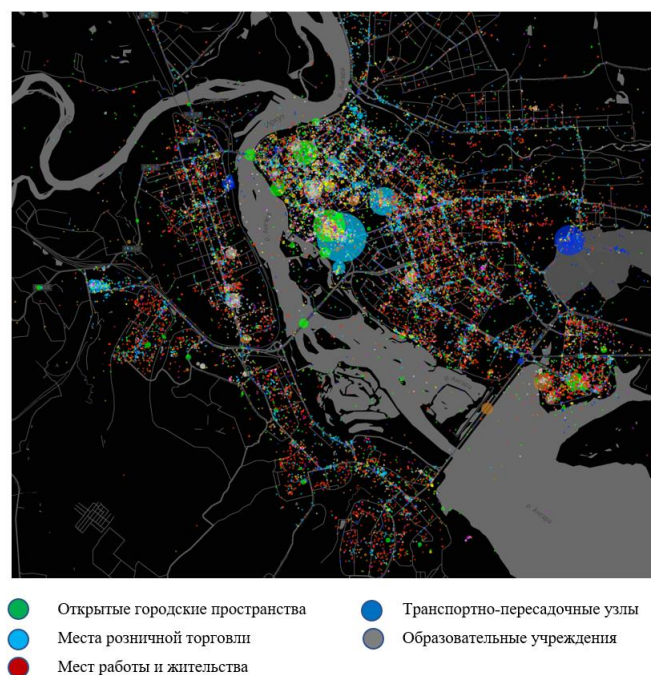


Рис. 3. Карта самых посещаемых локумов г. Иркутска (проект www.4sqstat.ru)
Fig. 3. Map of the most visited locums in Irkutsk (project www.4sqstat.ru)

В зависимости от того, как много рассматриваемое пространство имеет связей, осевая карта может быть окрашена в цвета от красного до синего, отображая степень интеграции. Красные линии означают наиболее часто пересекаемые оси — интегрированные про-

странства — синие линии, наоборот, плохо связаны и наиболее разделены. Используя цветовой спектр (от красного до синего), мы можем показать средние значения уровня интеграции.

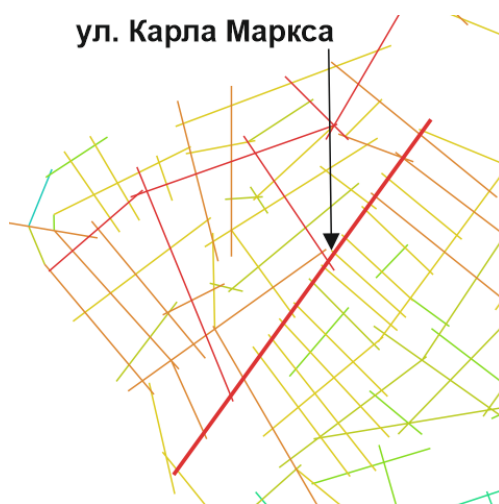


Рис. 4. Пример формирования осевой карты и измерения уровня интеграции
Fig. 4. Example of axis mapping and integration measurement

Осевая карта строится по принципу упрощения улицы до оси. Улица представляется прямым отрезком, при сохранении прямой видимости обоих его концов. В обратном случае в рамках улицы формируется новая ось в точке, где прямая видимость была нарушена [11, 12].

Осевые карты могут быть многоступенчатыми, т.е. глубокими, с синтаксической дистанцией от одной оси к другой, или малоступенчатыми. Связи между глубинами подразумевают понятие асимметрии, так как пространства могут быть глубокими от других пространств только

в том случае, если для их достижения необходимо пройти через промежуточные пространства. Показатель относительной асимметрии обобщает это путем сравнения того, насколько глубока система от конкретной точки, с тем, насколько глубокой или малой она теоретически может быть. Наименьшая глубина наблюдается, когда все пространства непосредственно связаны с исходным пространством, а наибольшая – когда все пространства расположены в однолинейной последовательности вдали от исходного пространства, т.е. каждое дополнительное пространство в системе добавляет еще один уровень глубины. Для вычисления относительной асимметрии от любой точки необходимо вычислить среднюю глубину системы от пространства, присваивая каждому пространству значение глубины в зависимости от того, насколько пространств оно удалено от исходного пространства, суммировав эти значения и разделив на количество пространств в системе минус одно (исходное пространство). Вычисляется относительная асимметрия следующим образом:

$$2(MD - 1) / (k - 2).$$

Таким образом, относительная асимметрия ул. Карла Маркса г. Иркутска:

$$2(4,89 - 1) / (273 - 2) = 0,0287,$$

где MD – средняя глубина и k – количество пространств в системе. Результатом будет значение между 0 и 1. Низкое значение указывает на пространство, из которого система неглубокая, т.е. на пространство с высоким уровнем интеграции. Высокое значение будет у пространства, которое имеет тенденцию к изолированности. Поэтому относительную асимметрию (ОА), или относительную глубину, можно считать более простой мерой интеграции.

Конечно, для всех систем, кроме самых маленьких, эти вычисления должны выполняться компьютером [13, 14]. Ключевая цифра – средняя ОА из всех точек системы. Это общий показатель степени интегрированности для системы в целом.

Для любой архитектурной структуры список ОА-значений для пространств даст верное изображение распределения уровня интегрирования. Это верно и при сравнении разных структур, примерно одинаковых по синтаксическому размеру, т.е. по количеству пространств. Но если мы хотим провести сравнения между системами, существенно отличающимися по размеру, то мы должны сделать еще одно преобразование, чтобы исключить

существенное влияние, которое размер может оказывать на уровень – хотя и не на распределение ОА-значений в реальных структурах. Достаточно найти d -значение для системы с таким же количеством пространств, как в рассматриваемом примере, затем разделить это значение на полученное для каждого из пространств. Таблица d -значений, т.е. значений ОА для систем разных размеров, приведена в «Социальной логике пространства» Билла Хиллиера. Это позволяет найти «реальную относительную асимметрию», или POA пространства:

$$OA/d = POA$$

POA ул. Карла Маркса г. Иркутска:

$$(2(4,89-1) / (273-2)) / 0,041 = 0,7.$$

Карта «всеобщего выбора» (рис. 5) определяется трассировкой кратчайших маршрутов сети. Однако для корректного анализа необходимо разделить оси, представляющие собой осевое пространство улиц, на сегменты, начинающиеся при пересечении одной улицы и другой и заканчивающиеся на следующем перекрестке. Таким образом и происходит формирование сегментной карты, на базе которой осуществляется трассировка кратчайших маршрутов в программном обеспечении пространственного синтаксиса [14, 15]. В зависимости от того, как много кратчайших маршрутов в рассматриваемом пространстве, осевая карта может быть окрашена в цвета от красного до синего, отображая степень интеграции.

В исследовании прослеживается логика размещения объектов общественного пользования в местах с высоким уровнем интеграции. На примере г. Иркутска (рис. 6) мы можем увидеть аналогичные ситуации. В исследовании А. Г. Большакова [6] была выявлена торговая ось по улице Пролетарской (1), на которой размещено большое количество коммерческих объектов, однако на момент конца 2021 года популярность объектов стремительно снижается. Большую часть пользователей перетянул 130-й квартал (2). Причиной популярности 130-го квартала является размещение на наиболее интегрированной магистрали г. Иркутска по улице Байкальской, которая была реконструирована в 2009 году в шестиполосную магистраль. Она расположена в шаговой доступности от благоустроенной набережной, ключевого аттрактора городской среды, что и вызвало смещение торговой оси г. Иркутска. Новая торговая ось сформировалась между 130-м кварталом и торговым центром «Комсомолл».

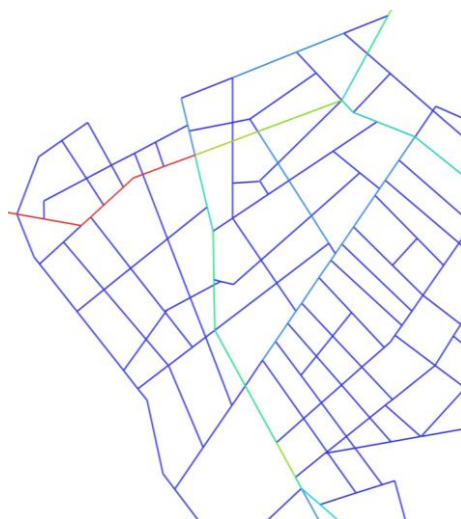


Рис. 5. Пример формирования сегментной карты и измерения «всеобщего выбора»
Fig. 5. Example of forming a segment map and measuring “global choice”

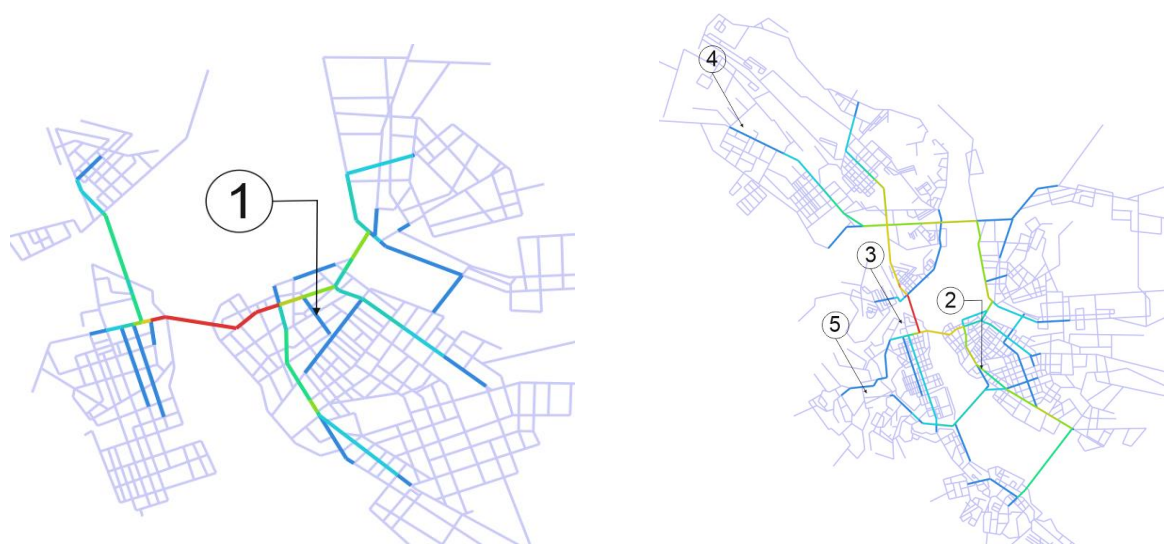


Рис. 6. Карты «всеобщего выбора» Иркутска 1940 г. (слева) и 2021 г. (справа):
1 – торговая ось по улице Пролетарской; 2 – 130-й квартал; 3 – строительный гипермаркет «Леруа Мерлен»; 4 – торговый центр METRO; 5 – ТРЦ «Сильвер Молл»
Fig 6. Map of “global choice” Irkutsk 1940 (on the left) and 2021 (on the right):
1 – Trading Axis along Proletarskaya Street; 2 – 130th Quarter; 3 – Construction Hypermarket “Leroy Merlin”; 4 – Shopping Centre “METRO”; 5 – “Silver Mall”

Однако наибольший эффект в отношении изменения топологии точек общественной аттракции дало строительство Академического моста в 2009–2013 гг. Уровень интеграции повлиял как на «Модный квартал», так и на «Сильвер Молл» (5). Размещение ТРЦ на ул. Сергеева являлось вопросом времени. Концентрация населения в микрорайонах Синюшина гора, Первомайский и в г. Шелехове как части Иркутской агломерации и их маятниковая активность создала большую коммерческую потребность, которую частично реализовал «Сильвер Молл». Какую пользу может из-

влечь градостроитель из проанализированного опыта эксплуатации уровня интеграции?

Мы можем предсказать векторы и точки концентрации городской активности и на основании этого вносить на этапе формирования генерального плана критерии к функциональному зонированию для формирования устойчивого архитектурного пространства.

Чтобы проследить развитие интеграционной структуры города Иркутска, рассмотрим генеральный план города за 1940 год (рис. 7). Немногим позднее произойдут значительные перемены, определяющие текущую ситуацию.

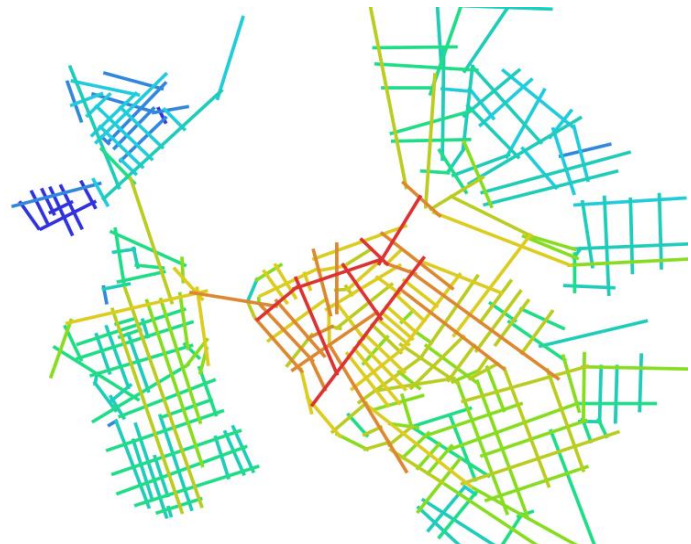
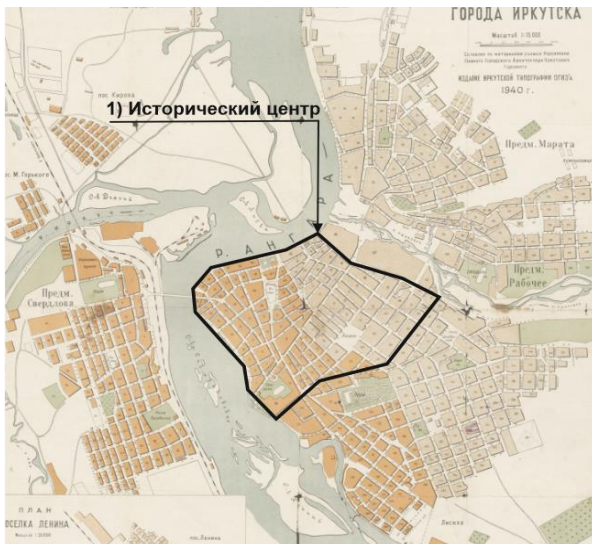


Рис. 7. Генеральный план Иркутска 1940 г. (слева). Карта уровня интеграции (справа)
Fig. 7. Irkutsk General Plan 1940 (on the left). Integration level map (on the right)

Как мы можем заметить в табл. 1, исторический центр города являлся центром и по уровню интегрированности.

В нем сосредоточено 65 % улиц переднего плана, остальные же 35 % распределены равномерно по предместьям, расположенным по периметру. Это и является причиной того, что

спустя 80 лет 80 % рабочих мест и ключевые точки общественного притяжения до сих пор находятся в пределах, ограниченных руслом реки Ангары и улицей Подгорная, название которой говорит само за себя. Ландшафт, таким образом, определил границы исторического центра.

Таблица 1. Значения интеграционной карты Иркутска по районам, 1940 г.
Table 1. Values of the integration map of Irkutsk by district in 1940

Характеристики	Улицы переднего плана		Палисад	
Реальная относительная асимметрия	0,69–0,70	0,68–0,69	0,66–0,68	0,63–0,66
Районы Иркутска:				
– исторический центр;	8	17	25	3
– предместья	8	6	69	173

В течение многих лет город активно развивался по всему периметру (рис. 8), но особенно это заметно в Ленинском округе после формирования крупного предприятия «Иркутский авиационный завод». Вслед за этим интеграционный центр города сместился на северо-запад.

Самые интегрированные осевые пространства, согласно табл. 2, сформировали транспортный каркас города, представленный улицами Чкалова, Олега Кошевого, Тракторной и т.д. Расположение на обоих берегах реки Ангары определило высокую степень интегрированности всех мостов и их значительное влияние на формирование топологии города [16, 17].

После анализа распределения рабочих мест и точек активности и анализа уровня интеграции мы можем увидеть нереализованный

потенциал территорий [18] с точки зрения доступности для горожан.

При увеличении масштаба анализируемой территории до уровня Иркутской агломерации (рис. 9) мы можем увидеть дальнейшее смещение центра интеграции сетей в сторону г. Ангарска и г. Шелехова, все дальше от исторического центра города.

Генеральный план города Иркутска предлагает развитие транспортной инфраструктуры области с помощью строительства новых мостов через реки Иркут и Ангара.

Перерасчет уровня интеграции показал значительные изменения, тенденция смещения центра продолжается, и мы можем сделать вывод о том, что существуют предпосылки развития города на левом берегу реки Ангары с высоким уровнем интеграции в районе микрорайона Жилкино.

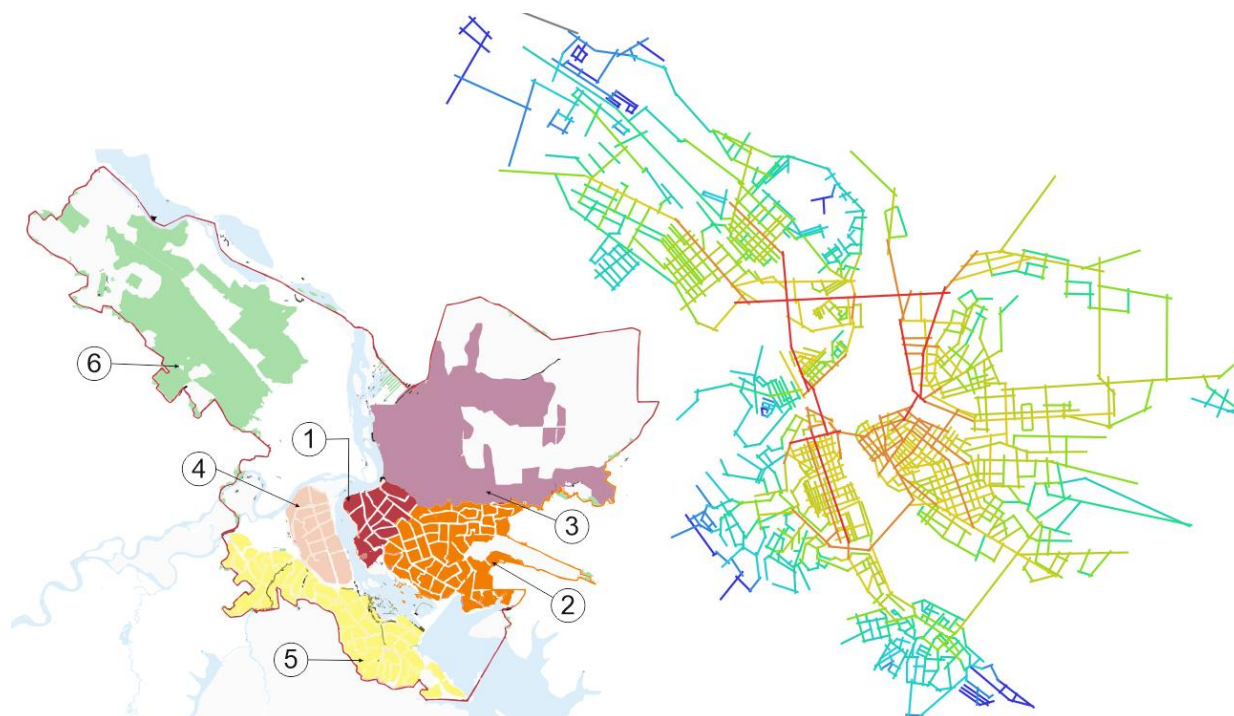


Рис. 8. План города Иркутска 2021 г. (слева). Карта уровня интеграции (справа)
Fig 8. Irkutsk City Plan 2021 (on the left). Integration level map (on the right)

Таблица 2. Значения интеграционной карты Иркутска по районам, 2021 г.

Table 2. Values of the integration map of Irkutsk by district in 2021

Характеристики	Улицы переднего плана		Палисад	
Реальная относительная асимметрия	0,69-0,70	0,68-0,69	0,66-0,68	0,63-0,66
<i>Районы Иркутска:</i>				
1. Исторический центр.	11	46	4	0
2. Октябрьский.	2	36	69	6
3. Правобережный.	7	49	66	1
4. Кайский холм.	4	49	26	23
5. Южные холмы.	1	15	122	82
6. Ленинский округ	5	65	169	104

Полученная информация может найти применение на уровне формирования генерального плана города и может рассматриваться городской администрацией в качестве опоры для социально эффективного планирования [19].

Отмечается тенденция к формированию полицентричного городского пространства ввиду высокого уровня сегрегированности структуры города в целом. Показания среднего уровня интеграции 0,67, цифра стремится к единице, это подтверждает заключение, сделанное согласно пространственному синтаксису. Рассмотрим концепции по пространственному развитию города до 2040 г., размещенные на официальном портале городской администрации. Оба предложения аналогично формируют полицентричный характер структурной организации города [20]. Согласно концепции пространственного развития го-

рода Иркутска ГУП «НИИПИ Генплана Москвы» (рис. 10) городские центры должны быть сформированы:

1) в Ленинском округе путем развития станции Иркутск-Сортировочный в крупный транспортно-пересадочный узел;

2) в Правобережном районе в устье реки Ушаковка;

3) в Свердловском районе в микрорайоне Университетский.

Если с точки зрения пространственного синтаксиса первые два пункта имеют интеграционные основания для формирования подцентров [21], то выявленные предпосылки развития третьего, достаточно удаленного от интеграционного ядра города, говорят о том, что этот подцентр окажется социально неэффективным ввиду опоры только на местных пользователей.

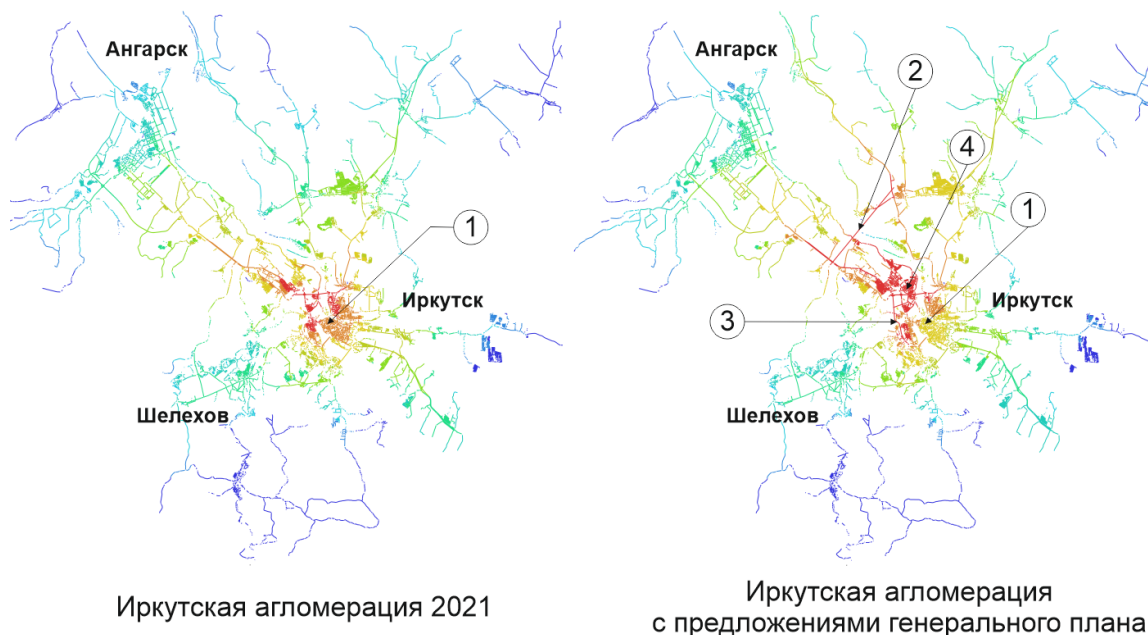


Рис. 9. Карты уровней интеграции Иркутской агломерации до и после введения предложений генерального плана:
1 – исторический центр; 2 – Новый мост через Ангару;

Fig. 9. Maps of the integration levels of the Irkutsk agglomeration before and after the implementation of the master plan proposals:
1 – historic centre; 2 – New bridge over Angara river;
3 – New bridge over the Irkut River; 4 – Zhilkino neighborhood

Предложение Иркутского союза архитекторов (рис. 11) формирует множество общественных пространств – подцентров, преимущественно сконцентрированных на левом берегу реки Ангары, однако размещение подцентра Иркутск-Сити на территории аэропорта вы-

зывает вопросы относительно удобства расположения для его пользователей.

Функционально в нем предлагают разместить бизнес-центры, органы управления и власти, а также Международный центр водных ресурсов как структуру ЮНЕСКО.

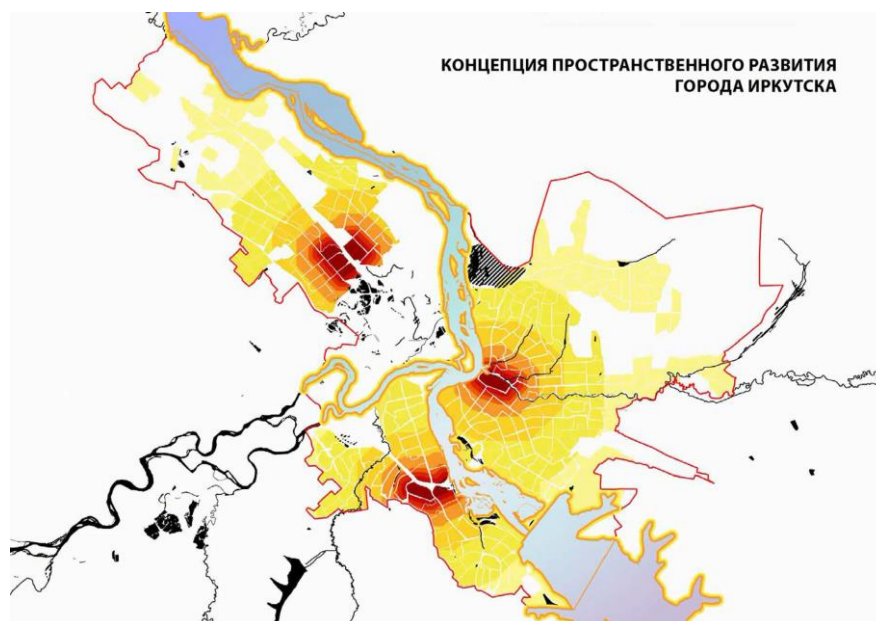


Рис. 10. Концепция пространственного развития города Иркутска (ГУП «НИИПИ Генплана Москвы»)
Fig. 10. The concept of spatial development of Irkutsk (Institute of the General Plan of Moscow)

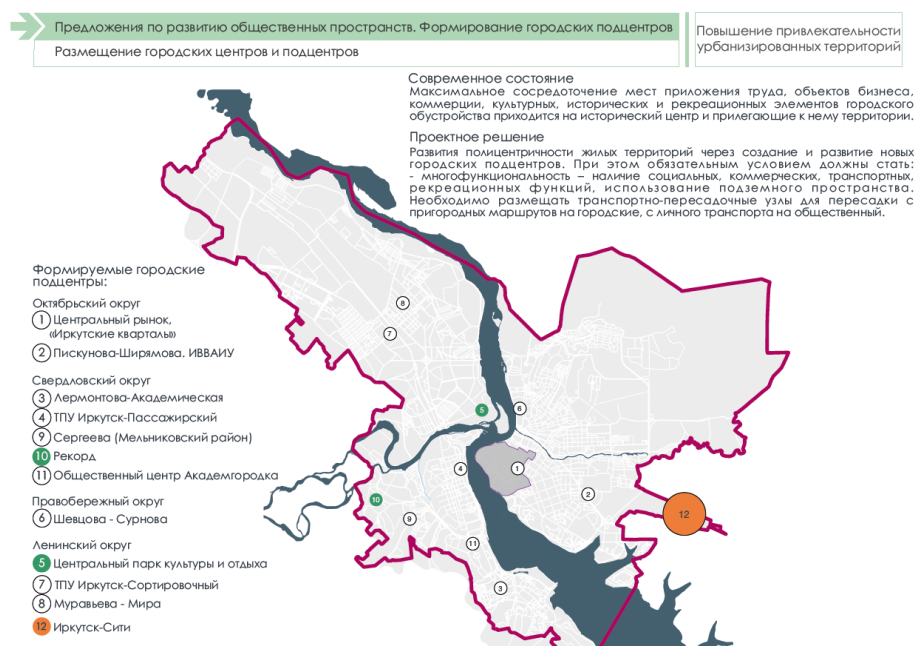


Рис. 11. Предложения по развитию общественных пространств – городских подцентров (Иркутское отделение Союза архитекторов России)

Fig. 11. Proposals for the development of public spaces – urban subcenters (Irkutsk branch of the Union of Architects of Russia)

Удаленность от центра интеграции снижает уровень социальной эффективности, если авторами проекта подразумевается использование объекта всеми жителями города. И напротив, создание на территории полуострова Кировский центрального парка культуры и отдыха, рассчитанного на пользователей со всего города, соответствует требуемому высокому уровню интеграции.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим сценарий применения результатов топологического анализа. Район Жилкино, бывший поселок, включенный в Иркутск в 1958 году, расположен в геометрическом центре Иркутска, однако функционально с городом не связан, мест приложения труда не имеет, как и иной рекреационной активности. Территория находится в Ленинском округе города Иркутска, она поделена на две части улицей Олега Кошевого на поселок и микрорайон Жилкино. Ландшафтные условия в границах городской черты характеризуются пересеченностью рельефа, представленного малыми и большими заболоченными территориями и долиной реки Ангара. Историческим ядром микрорайона является монастырский поселок XVIII в., однако после Октябрьской революции 1917 года Вознесенский монастырь был разрушен, а монастырский поселок и деревня Жилкино превратились в крупный промышленный район. К настоящему моменту Иркутск

сформировался как многофункциональный центр, выполняющий разнообразные промышленные, транспортные, административные и культурно-образовательные функции. В генеральном плане запроектированы новые мосты через реки Иркут и Ангара, что, как мы могли наблюдать, существенно изменяет уровень интеграции этой сети. Эксплуатация этого ресурса для обеспечения дополнительной активности жителей как самого Жилкино, так и районов Иркутск-2 и Ново-Ленино, очевидна, однако создание одного крупного ТРЦ не решит комплекс запросов жителей района и города.

Рассмотрим проект, разработанный в рамках Зимнего градостроительного университета командой архитекторов, в которой состоял автор данной работы. Был представлен проект-видение развития района Жилкино в г. Иркутске (рис. 12). Ключевым моментом является эффективное использование ресурсов территории набережной, будущего рекреационного каркаса территории. На карте пространственных связей в местах с низким уровнем интеграции расположены жилые здания, и наоборот, в местах с высоким уровнем интеграции создано общественно-деловое пространство с соблюдением формы, характерной для локумов Иркутска, что сохраняет идентичность города. В точке наибольшей интеграции размещен логистический центр, наиболее полно реализующий замысел авторов проекта и обес-

печивающий эффективность процессов его субъектов. Генеральный план микрорайона Жилкино в качестве нового подцентра опирается на карту интеграции Иркутска. В осевых пространствах с высоким уровнем интеграции будут расположены коммерческие объекты и

многофункциональные офисные пространства. На перекрестке улиц Генерала Доватора и Полярная будет расположена зона общественных пространств, имеющих как торгово-развлекательные, так и социально образующие функции.

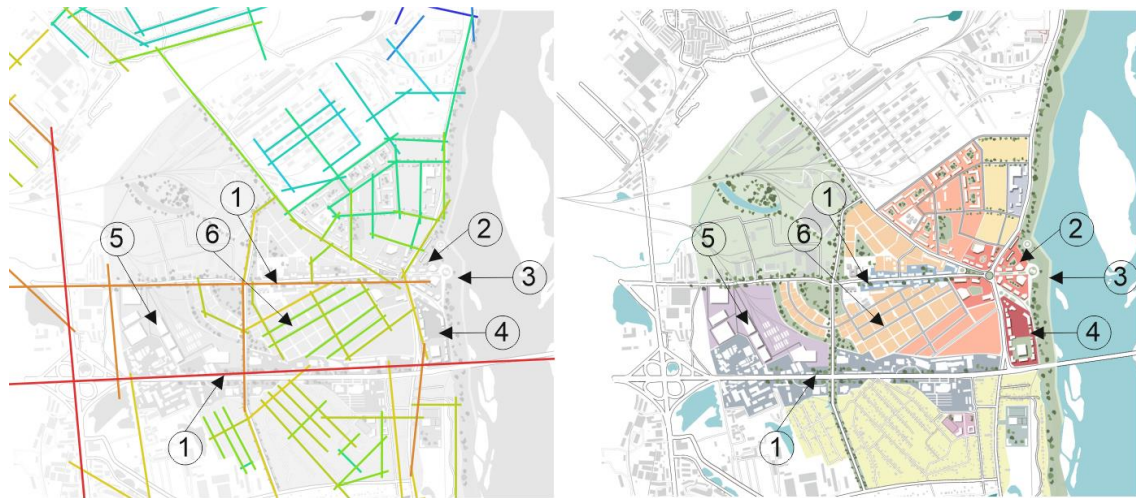


Рис. 12. Карта уровня интеграции (слева).

Генеральный план подцентра Иркутска в микрорайоне Жилкино (справа):

- 1 – зона офисов и торговли; 2 – многофункциональное пространство; 3 – рекреационное пространство; 4 – культурно-просветительская зона; 5 – логистический центр; 6 – жилая зона

Fig. 12. Integration level map (on the left).

Irkutsk sub-center master plan in the Zhilkiно neighborhood (on the right):

- 1 – office and commercial area; 2 – multifunctional space; 3 – recreational space; 4 – cultural and educational area; 5 – logistics centre; 6 – residential area

Имеющийся ландшафтный потенциал в виде набережной необходимо реализовывать посредством организации благоустройства и прогулочных территорий, завязанных на маршрут к ЦПКиО, предложенный Иркутской организацией Союза архитекторов России. На базе сохранившихся построек Вознесенского монастыря путем реконструкции морфотипов автор предлагает разместить Культурный центр как часть новых общественных и рекреационных пространств. Целью проекта развития микрорайона Жилкино является реализация существующего интеграционного потенциала путем наполнения микрорайона функциями общегородского значения, которые могут выполняться в полной мере ввиду доступности территории. Социальная эффективность такого решения доказана положениями, сформированными в этой статье. Согласно карте «всеобщего выбора» (рис. 13) микрорайон пересекают самые короткие маршруты города, и в случае реализации предложений генерального плана эта черта будет усилена, в связи с чем предлагается размещение крупного логистического центра, который аккумулирует малые логистические центры, уже размещенные на территории,

в результате чего заложенная функция будет реализована максимально эффективно как с социальной (рабочие места), так и с коммерческой (логистическая ценность) точки зрения.

Заключение

В процессе проведенного топологического анализа территории города Иркутска были построены карты уровней интеграции осевого пространства и карты «всеобщего выбора». В результате анализа карт определены улицы переднего плана и палисада, самые интегрированные улицы сформировали новый интеграционный центр города, смещенный в сравнении с центром, обозначенным на интеграционной карте Иркутска 1940 года.

Для обеспечения социальной эффективности необходимо размещать объекты с высоким количеством пользователей в самых интегрированных местах. В результате анализа карты популярных локусов города и ее соотношения с картой интеграции была предложена следующая восходящая градация, в зависимости от требуемого уровня интеграции: 1) жилая зона; 2) местная коммерция; 3) местная рекреация; 4) офисно-деловая функция; 5) массовая рекреация; 6) массовая коммерция.

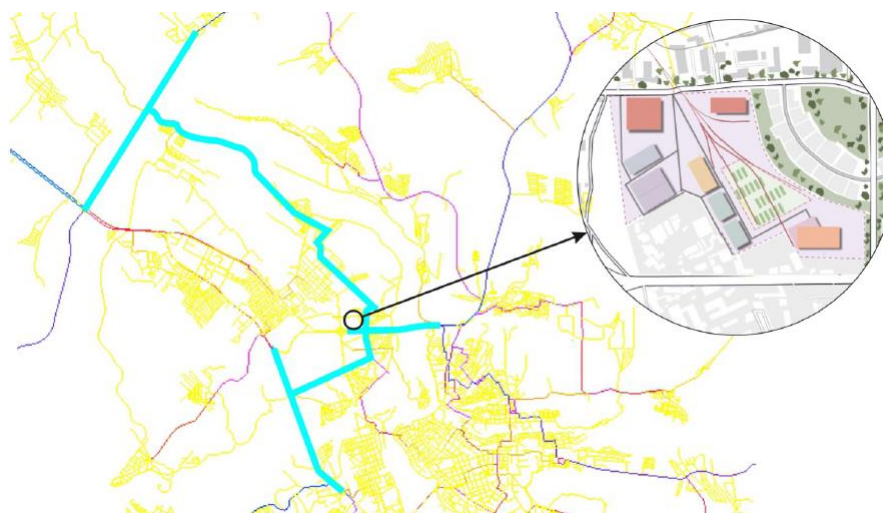


Рис. 13. Карта «всеобщего выбора». Размещение логистического центра
Fig. 13. Global Choice map. Location of the logistics centre

Сравнение карт «всеобщего выбора» и уровней интеграции с предложениями по пространственному развитию Иркутска до 2040 года позволило выявить решения с низкой социальной эффективностью: 1) формирование подцентра в Свердловском районе, микрорайон Университетский; 2) формирование подцентра Иркутск-Сити на территории аэропорта.

Карта уровня интеграции показала тенденцию развития города в сторону полицентричности. В качестве примера подцентра был предложен проект Жилкино с гибким функциональным зонированием, опирающимся на уровень интеграции улиц, с реализацией функций с высокой общественной аттракцией.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Яргина З. Н. Эстетика города. М.: Стройиздат, 1991. 366 с.
2. Shubenkov M. V., Khomyakov D. A. Space of the regional agglomerations and re-industrialization // Journal of applied engineering science. 2016. Vol. 14. Iss. 1. p. 154-162. <https://doi.org/10.5937/jaes14-10217>.
3. Крашенинников А. В. Социально-пространственная структура пешеходного пространства // Architecture and Modern Information Technologies. 2012. № 4(21). С. 4.
4. Крашенинников А. В. Микропространства городской среды // Architecture and Modern Information Technologies. 2014. № 4(29). С. 1.
5. 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>.
6. Большаков А. Г. Стратегия развития кампуса ИРНИТУ // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. Т. 9. № 2. С. 396–407. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-2-396-407>.
7. 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>.
8. 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>.
9. Hillier B., Hanson J. The Social Logic of Space. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. 296 p.
10. Hillier B. Space is the Machine. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 370 p.
11. McCormack G. R., Koohsari M. J., Turley L., Nakaya T., Shibata A., Ishii K. Evidence for urban design and public health policy and practice: Space syntax metrics and neighborhood walking // Health and Place. 2021. Vol. 67. p. 102277. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.102277>.
12. 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 Archi-

tectural Research. 2021. Vol. 10. Iss. 1. p. 17-32. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.02.002>.

13. 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>.

14. Askarizad R., Safari H. Investigating the role of semi-open spaces on the sociability of public libraries using space syntax // *Ain Shams Engineering Journal*. 2020. Vol. 11. Iss. 1. p. 253-264. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.09.007>.

15. Alalouch C., Al-Hajri S., Naser A., Al Hinaia 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>.

16. 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>.

17. 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 and Place*. 2019. Vol. 58. p. 102072. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.01.002>.

18. 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>.

19. 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>.

20. Xiana H., Lipeng Z. 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>.

21. 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>.

REFERENCES

1. Yarginah ZN. The aesthetics of the city. Moscow: Stroyizdat Publ.; 1991. 366 p. (In Russ.).

2. Shubenkov MV, Khomyakov DA. Space of the regional agglomerations and re-industrialization. *Journal of applied engineering science*. 2016;14(1):154-162.

3. Krashenninnikov AV. Structure of social space in pedestrian realm. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2012;4(21):4. (In Russ.).

4. Krashenninnikov AV. Microspaces of built environment. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2014;4(29):1. (In Russ.).

5. Dashiev TA. Development of an efficient planning concept for office space by projected organisation of social space. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'*. 2021;11(3):510-519. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-510-519>.

6. Bolshakov AG. Strategy for Irkutsk National Research Technical University (INRTU) campus development. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. 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>.

7. 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>.

8. 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>.

9. Hillier B, Hanson J. The Social Logic of Space. Cambridge: Cambridge University Press; 1984. 296 p.

10. Hillier B. Space is the Machine. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 370 p.

11. McCormack GR, Koohsari MJ, Turley L, Nakaya T, Shibata A, Ishii K. Evidence for urban design and public health policy and practice: Space syntax metrics and neighborhood walking. *Health and Place*. 2021;67:102277. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.102277>.

12. 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>.

13. 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>.

14. Askarizad R, Safari H. Investigating the role of semi-open spaces on the sociability of public libraries using space syntax. *Ain Shams Engineering Journal*. 2020;11(1):253-264. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.09.007>.

15. Alalouch C, Al-Hajri S, Naser A, Al Hinaia A. 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>.

16. 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>.

17. Koohsari MJ, Oka K, Owen N, Sugiyama T. Natural movement: A space syntax theory linking urban form and function with walking for transport. *Health and Place*. 2019;58:102072. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.01.002>.

18. 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>.

19. 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.compenvurbsys.2017.01.007>.

20. Xiana H, Lipeng Z. 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>.

21. 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>.

Информация об авторе

Т. А. Дашиев,

аспирант кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный
исследовательский технический
университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
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,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7769-8377>

Вклад автора

Дашиев Т. А. имеет все авторские права и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the author

Dashiev T. A. have all author's rights and bears the responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 25.10.2021.
Одобрена после рецензирования 23.11.2021.
Принята к публикации 26.11.2021.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by the author.

The article was submitted 25.10.2021.
Approved after reviewing 23.11.2021.
Accepted for publication 26.11.2021.