

ПОСТРОЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНО-РАЙОНИРОВАННОЙ МОДЕЛИ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА)

УДК 711.11(571.63-25)
ББК 85.118в6(2-2Владивосток)

А.А. Потапенко

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

Аннотация

Статья посвящена выявлению пространственной структуры города на основании анализа распределения объектов города по открытым геопространственным данным информационного пространства города согласно теории неравномерно-районированной модели А.А. Высоковского. Применение в исследовании методов алгоритмического моделирования и использование альтернативных городских данных позволяет получить научно обоснованные знания о ситуации проектирования и управления, а также обеспечить прогнозирование направлений эволюционного развития города. Альтернативные городские данные предоставляют актуальную информацию о социальном и физическом пространстве города, а использование алгоритмических методов, реализованных с помощью визуального языка программирования, позволяют автоматизировать обработку данных и обеспечить точность построения модели. В ходе исследования были реализованы следующие задачи: уточнение методики выявления неравномерно-районированной структуры города для алгоритмических методов и доступных типов городских данных информационного пространства города Владивостока; выявление территорий с функцией центральности и определение центров узловых районов; определение границ узловых районов; предложена классификация узловых районов города Владивостока и прогнозирование направлений развития.¹

Ключевые слова: неравномерно-районированная модель, узловые районы, центральность, пространственная структура города, городские данные

UNEVENLY-ZONED CITY MODEL DEVELOPMENT (VLADIVOSTOK CITY CASE STUDY)

A. Potapenko

Far Eastern State University, Vladivostok, Russia

Abstract

The article is devoted to the identification of the spatial structure of the city based on the analysis of the distribution of the city according to the open geospatial data of the information space of the city according to the theory of uneven-zoned model. The use of algorithmic modeling methods in the study and the use of alternative urban data allows to obtain scientifically sound knowledge about the situation of design and management, as well as to provide forecasting of the directions of the evolutionary development of the city. Alternative city data provide up-to-date information about the social and physical space of the city, and the use of algorithmic methods implemented with the help of visual programming language, allow to automate data processing and ensure the accuracy of the model. In the course of the study the following tasks were implemented: refinement of the methodology for identifying the uneven-zoned structure of the city for algorithmic methods and available types of urban data of the information space of the city of Vladivostok; identification of areas with the function of centrality

¹ **Для цитирования:** Потапенко А.А. Построение неравномерно-районированной модели (на примере г. Владивостока) // Architecture and Modern Information Technologies. – 2018. – №4(45). – С. 402-415 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2018/4kvart18/28_potapenko/index.php

and determination of the centres of nodal regions; defining the boundaries of the nodal regions; the proposed classification of nodal districts of the city of Vladivostok and the prediction directions of development.²

Keywords: unevenly-zoned model, nodal areas, centrality, spatial structure of the city, urban data

Одной из основ градостроительного регулирования территорий является получение актуального и объективного знания о морфологии городского пространства и закономерностях жизни и развития пространственных структур города. Решение этой задачи должно лежать в направлении построения теоретической модели города на основе данных информационного пространства. Работы по выявлению пространственной структуры города Владивостока ранее были осуществлены в исследованиях ряда авторов В.В. Аникеева, А.Г. Бабенко, В.А. Обертаса, В.К. Моора и других [1,3,8]. Указанные исследования не касались вопроса построения модели города с целью прогнозирования направлений эволюционного развития пространственной структуры г. Владивостока, но заложили основу для проведения данной работы.

Вычислительный подход к исследованию пространственной структуры города по территориально-коммуникационной модели города О.Э. Баевского на основе городских данных описан в работах М.В. Викторовой и А.А. Мельникова [4,7]. Принципы построения неравномерно-районированных моделей пространственной организации городов в совокупности с теорией математического программирования применялись в работе М.Р. Якимова [13] в аспекте анализа формирования транспортного спроса. Работа по разработке системы поддержки принятия решений в вопросах управления пространственным развитием городов и построению пространственной модели города проводилась для Перми с целью выявления потенциала перехода от моноцентрической к полицентрической структуре города [2]. Также алгоритмические методы ранее рассматривались в работах автора, касающихся предпроектного анализа городского пространства и определения его территориальной эффективности [9,10].

В данной работе алгоритмические методы анализа количественных городских данных применяются для уточнения методики построения неравномерно-районированной модели города А.А. Высоковского на примере территорий города Владивостока. Уточненная методика включает в себя следующие этапы работы:

- сбор, обработка и подготовка исходных данных об объектах города;
- выявление типов и категорий объектов;
- разработка алгоритма визуализации объектов в пространственной структуре города;
- определение принципов построения изолиний, характеризующих распределение и кластеризацию объектов на территории;
- выявление границ и параметров узлов города – центров пространственных единиц;
- определение принципа ранжирования узлов на несколько уровней организации;
- определение основных показателей для каждого узла;
- анализ полученных результатов.

Неравномерно-районированная модель города

В основе неравномерно-районированной модели А.А. Высоковского [5,6] лежит дифференциация поведения людей, упорядочиваемого с помощью пространственных

² **For citation:** Potapenko A. Unevenly-Zoned City Model Development (Vladivostok City Case Study). Architecture and Modern Information Technologies, 2018, no. 4(45), pp. 402-415. Available at: http://marhi.ru/eng/AMIT/2018/4kvart18/28_potapenko/index.php

ориентиров между ситуациями публичности и приватности. Согласно этой модели, в качестве фундаментальной характеристики поведения людей в городе принимается дихотомия коллективного (публичного) и индивидуального (приватного) пребывания в пространстве города. Точка отсчета публичности по А.А. Высоковскому – место города, являющееся наиболее значимым и привлекательным для жителей, содержащее основные городские смыслы и характеризующееся высокой интенсивностью протекающих на нем процессов, разнообразием видов деятельности, концентрацией объектов обслуживания, культуры, офисов. Точка отсчета приватности субъекта имеет значение для самого субъекта и не значима для остальных жителей города, место размещения связано с его личной, частной жизнью.

Идеи неравномерности, как неотъемлемого свойства формирования пространственных структур, доказаны в работах Э.К. Трутнева [12, с.47], где он также подчеркивает, что: «Неравномерность пространства, структурированного по оси центр – периферия, является условием для достижения максимума – экономического, этического, эстетического, экологического».

Под влиянием упорядочивающих факторов реализации публичных и частных стратегий поведения происходит формирование социальной и физической пространственной структуры города. Ключевым типом структур в неравномерно-районированной модели являются пространственные городские единицы – «узловые районы». Теория районирования была разработана в работах доктора географических наук Б.Б. Родмана [11]. Узловой район – это пространственная единица, зачастую с нечеткими границами, которая охватывает территорию, примыкающую к узлу пространственной структуры города, выделяемому как центр данной территории. Концентрация публичных объектов образует многофункциональный центр узлового района, на периферийной территории располагаются монофункциональные участки жилья, производства или рекреации (рис. 1). Каждая такая связка элементов образует устойчивую, относительно автономную структуру, обеспечивающую базовую жизнедеятельность проживающего населения.

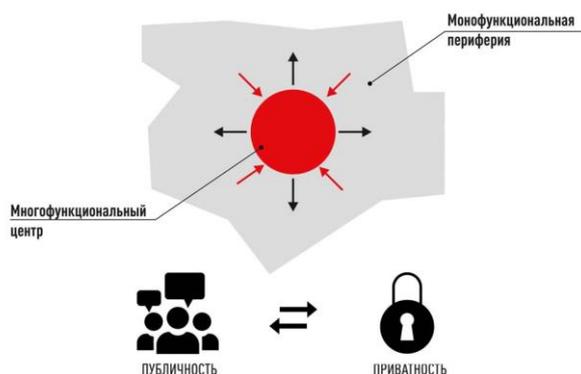


Рис. 1. Модель узлового района по Б. Б. Родману

Узловые районы характеризуются неоднородностью и неравномерностью. По мере движения от центра на периферию узлового района изменяются виды деятельности и степень их разнообразия в соответствии с изменением ситуаций публичности и приватности, а также показатели экономических и социальных явлений городской жизни. «Город формируется и развивается путем создания, развития, соединения и разделения территориальных единиц. Обычно, формирование города начинается с создания одной, первой пространственной единицы – узлового района. Далее, по мере роста города формируются следующие территориальные единицы» [6, с.100] (рис. 2).

Рядовые пространственные единицы – это городские узловые районы, которые имеют сформированную внутреннюю структуру, но более низкий уровень структурной

развитости по сравнению с центральной единицей. Согласно А.А. Высоковскому, «ядро рядовой единицы формируется при наличии хотя бы одного уникального общегородского объекта в сочетании с разнообразными объектами обслуживания и офисами» [6, с.98]. Как важнейшее свойство рядовых единиц, во многом определяющее их удобство для жизни и привлекательность для жителей города, выявляется смещение ядра рядовой единицы из ее геометрического центра по направлению к центру единицы следующего уровня структурной организации.

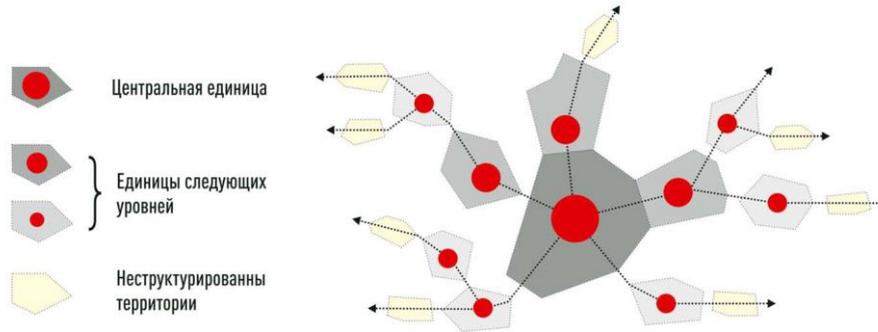


Рис. 2. Модель неравномерно-районированной структуры города

Построение неравномерно-районированной модели города Владивостока

1. Подготовка исходных данных. Построение неравномерно-районированной модели города Владивостока основывается на данных о местах, организациях и объектах города. Источником такого рода информации могут быть не только специально подготовленные базы данных коммерческих или муниципальных ГИС, но также открытые краудсорсинговые платформы и автоматически генерируемые в процессе активности пользователей данные информационного пространства. В сравнительно свободном доступе такого рода информация содержится в онлайн-сервисах Google Maps, Foursquare и Instagram (рис. 3).

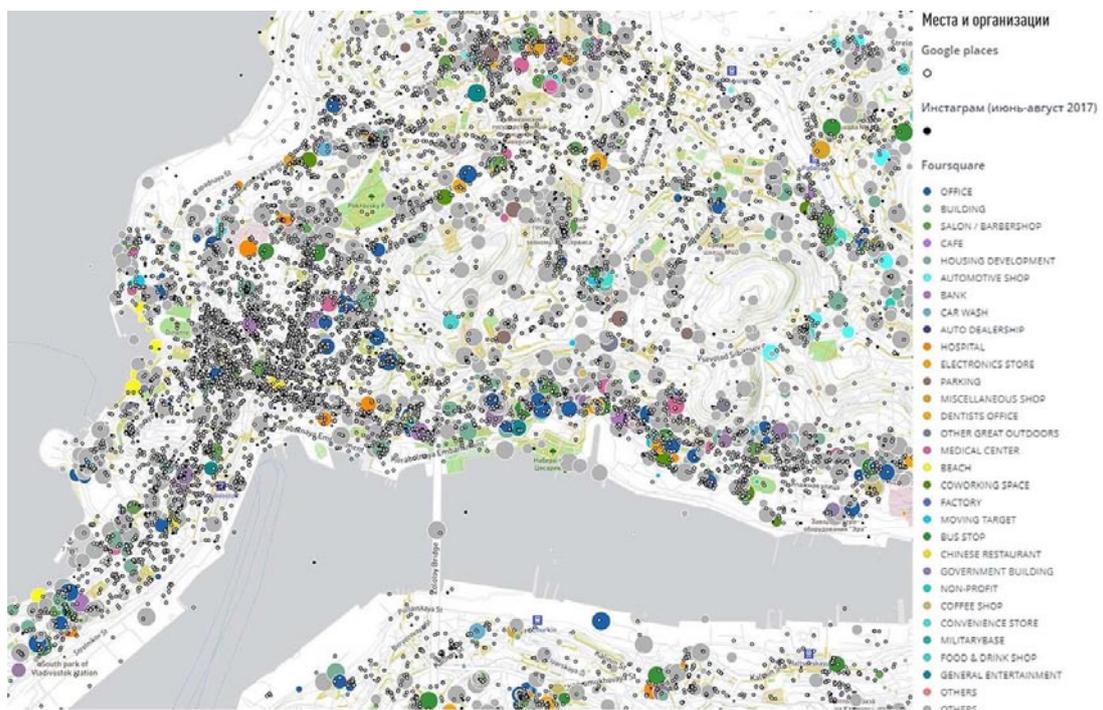


Рис. 3. Распределение объектов Google Places, Foursquare и Instagram в центральной части г. Владивостока

Google Maps – бесплатный картографический сервис, предоставляемый компанией Google. Кроме карт и спутниковых снимков сервис включает также информацию о физических местах («Google Places»), которые может добавить любой пользователь. Так как сервис является широко используемым в качестве навигатора и источника картографической информации, собственники организаций заинтересованы в том, чтобы их объекты значились в системе, и любой человек мог по запросу определить местонахождение объекта. Служба сервиса также заинтересована в актуальности информации об объектах города. Фактически это означает, что Google Places можно считать достоверным источником сведений о существующих местах города. Предусмотренный разработчиками сервиса интерфейс программирования приложения Google Places (API, Application Programming Interface) позволяет получить доступ к информации о местах, расположенных на определённой территории с заданными координатами. Помимо имени места и его координат в структуре данных содержится перечень типов, характеризующих назначение места, например: магазин, остановка, кафе, библиотека, автомойка и т.д.

Еще одним источником данных о городских объектах является социальная сеть Foursquare, которая предоставляет информацию о посещаемости и популярности объектов города. Данные Foursquare содержат координаты и имя места, его категорию, количество пользователей, количество отметок («check-in»). Посредством GPS-навигации происходит фиксация местоположения пользователя в определенном месте города, приложение предоставляет возможность оставить свое мнение и оценку места по десятибалльной шкале. Место выбирается либо из уже существующих в системе, либо создается пользователем, при этом присваивается определенное имя и категория. Принципиальным отличием от Foursquare Google Places как источника данных о местах города является мотивация использования. Основной функцией Foursquare является возможность фиксации оценки и отзыва, преимущественное назначение сервиса – выбор наиболее привлекательных мест города для свободного времяпрепровождения. Таким образом, социальная сеть Foursquare отражает свободный выбор гостей и жителей города, а данные этого сервиса являются семантически окрашенными, т.е. относятся не столько к физическому, сколько к социальному пространству города. При этом важно заметить, что, несмотря на то, что выборка пользователей Foursquare смещена по возрасту в сторону более молодых групп населения, эта категория включает в себя наиболее активных пользователей городского пространства.

Выявление узлов города в социальном пространстве производится с помощью данных о количестве отметок пользователей в местах города в Foursquare и геопространственных данных социальной сети Instagram, которые позволяют проанализировать отражение взаимодействия людей в физическом пространстве города. Чем более привлекательно, популярно или значимо то или иное место, тем с большей вероятностью люди оставляют следы в информационном пространстве, привязываясь к данной локации. Объекты в большей степени утилитарные и функциональные, нежели привлекательные, наоборот, не побуждают человека соотносить себя с этим местом, отметив его в социальной сети.

Для выявления узлов физического пространства города, т.е. территорий с функцией центральности, использовались данные Google Places, как наиболее полного источника, фиксирующего фактическую ситуацию. Тепловая карта, иллюстрирующая распределение объектов Google Places на территории г. Владивостока, подтверждает идеи неравномерности организации городского пространства (рис. 4).

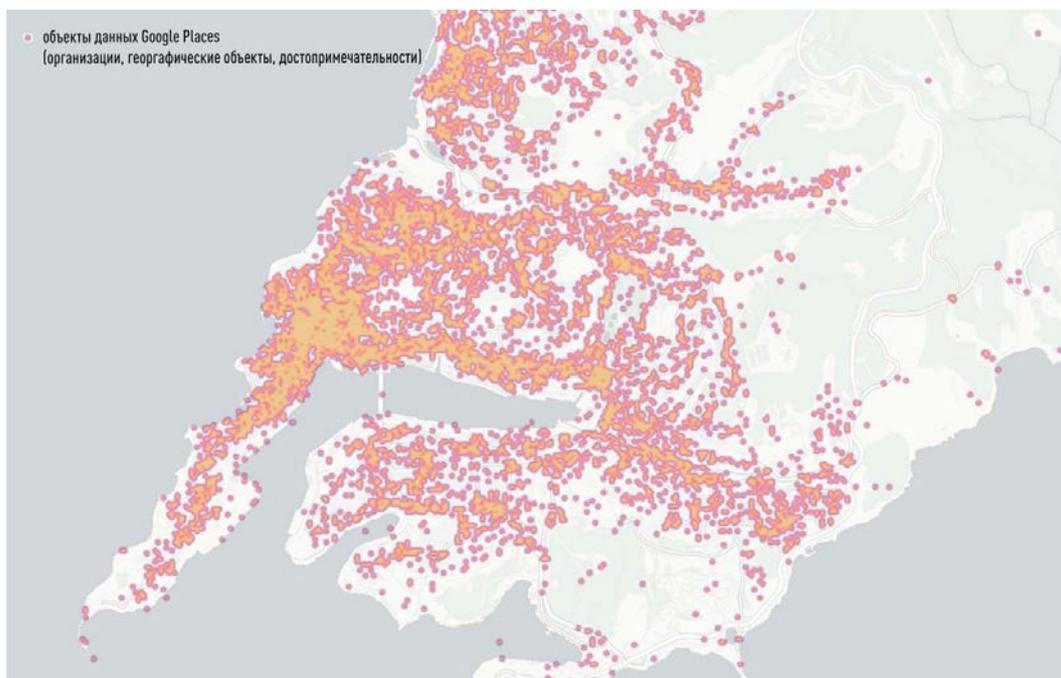


Рис. 4. Тепловая карта распределения объектов Google Places в центральной части г. Владивостока³

2. Определение границ узлов города. Выявление узлов города – центров пространственных единиц, осуществляется с помощью построения изолиний. Изолинии определяют границы групп точек, которые формируются по параметру максимальной дистанции таким образом, что выявляются территории с различной концентрацией объектов (рис. 5).

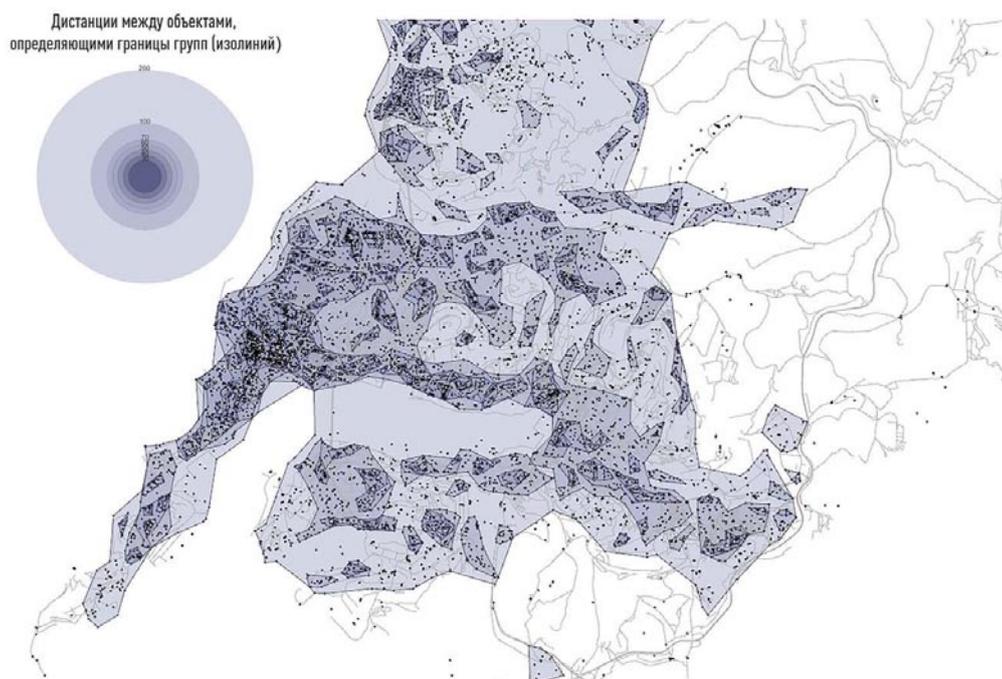


Рис. 5. Изолинии распределения объектов Google Places в центральной части г. Владивостока

³ Изображения выполнены автором с помощью сервиса визуализации геопространственных данных carto.com

В качестве критерия, определяющего параметр максимального расстояния между объектами в узлах, был принят критерий целостности центра города. При значении более требуемого, узел, соответствующий центру города, объединяется с прилегающими узлами второго порядка – крупными территориями в районе улиц Светланской и Первой речки, что не соответствует устоявшимся представлениям о границах центра Владивостока. При уменьшении значения от центрального узла происходит отделение территорий, осмысляемых как центральные, например участков Спортивной набережной. Таким образом, был определен параметр, при котором центр города имеет единую границу: максимальная дистанция между объектами, входящими в узел, составляет 59 метров (рис. 6). Количество получившихся областей с числом объектов составило 97 шт. В это число не входят территории с количеством объектов меньше 20.

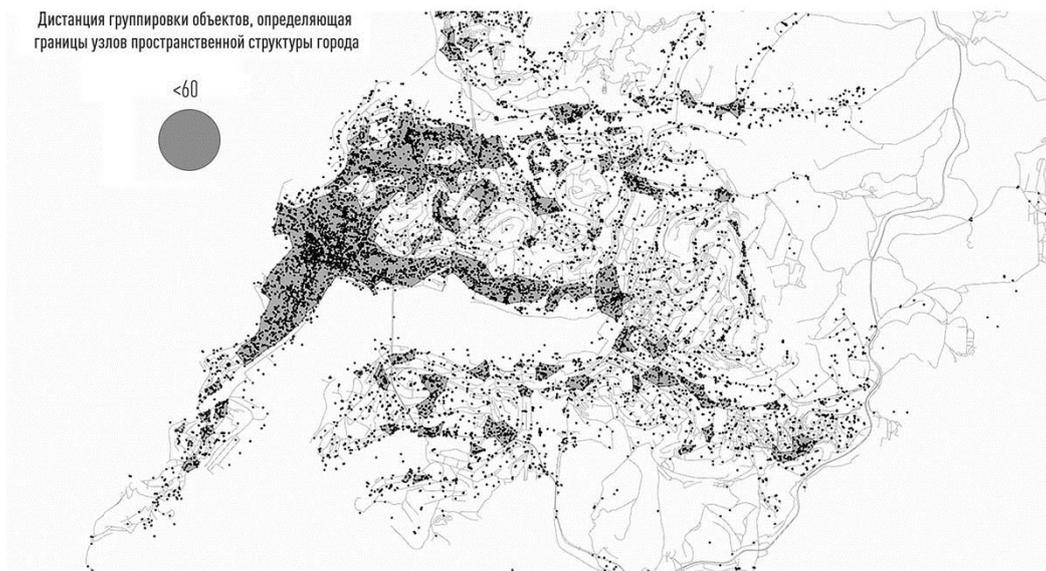


Рис. 6. Границы узлов города Владивостока

Площадь территорий с функцией центральности, определенной вышеописанным методом, составляет 19% (1299,13 га) от урбанизированной территории г. Владивостока (6808 га) и включает в себя при этом 74,5% всех объектов города.

3. Определение уровня градостроительной организации узла – порядка.

Следующим этапом работы является определение иерархии узлов, т.е. уровня градостроительной организации, который также можно обозначить, как степень центральности. Степень центральности определяется показателем разнообразия типов объектов, представленных в узле. Данные Google Places об объектах и местах города содержат свойство типа для каждого объекта в списке. Общее количество уникальных типов составляет 99, которые, в свою очередь, отнесены к 18 укрупненным категориям.

Показатель разнообразия – это отношение количества типов в узле к общему количеству типов. Данный показатель изменяется от 0 до 1 и делится на 5 равных интервалов. Попадание значения каждого узла в тот или иной интервал определяет порядок узла (рис. 7).

Коэффициент разнообразия в узле пятого уровня (центра города) составляет 0,87. Следующий по показателю разнообразия (0,73) узел относится к четвертому уровню и охватывает территорию, прилегающую к остановкам Столетие и Фирсова. К этой же группе относятся территории района остановки Первая речка (0,70), территории вдоль улицы Светланской от остановки «Цирк» до остановки «Гайдамак» (0,65), территории района Второй речки (0,64). Узлы четвертого и пятого уровней – наиболее важные

территории в жизни города, где сосредоточена основная масса объектов города. Показатели разнообразия узлов третьего уровня изменяются от 0,42 до 0,57, второго – от 0,20 до 0,40, первого – от 0,06 до 0,20. Узлы 3, 2, 1 уровней представляют наибольший интерес с точки зрения выявления эволюционных направлений развития города и определения территорий с наибольшим градостроительным потенциалом.

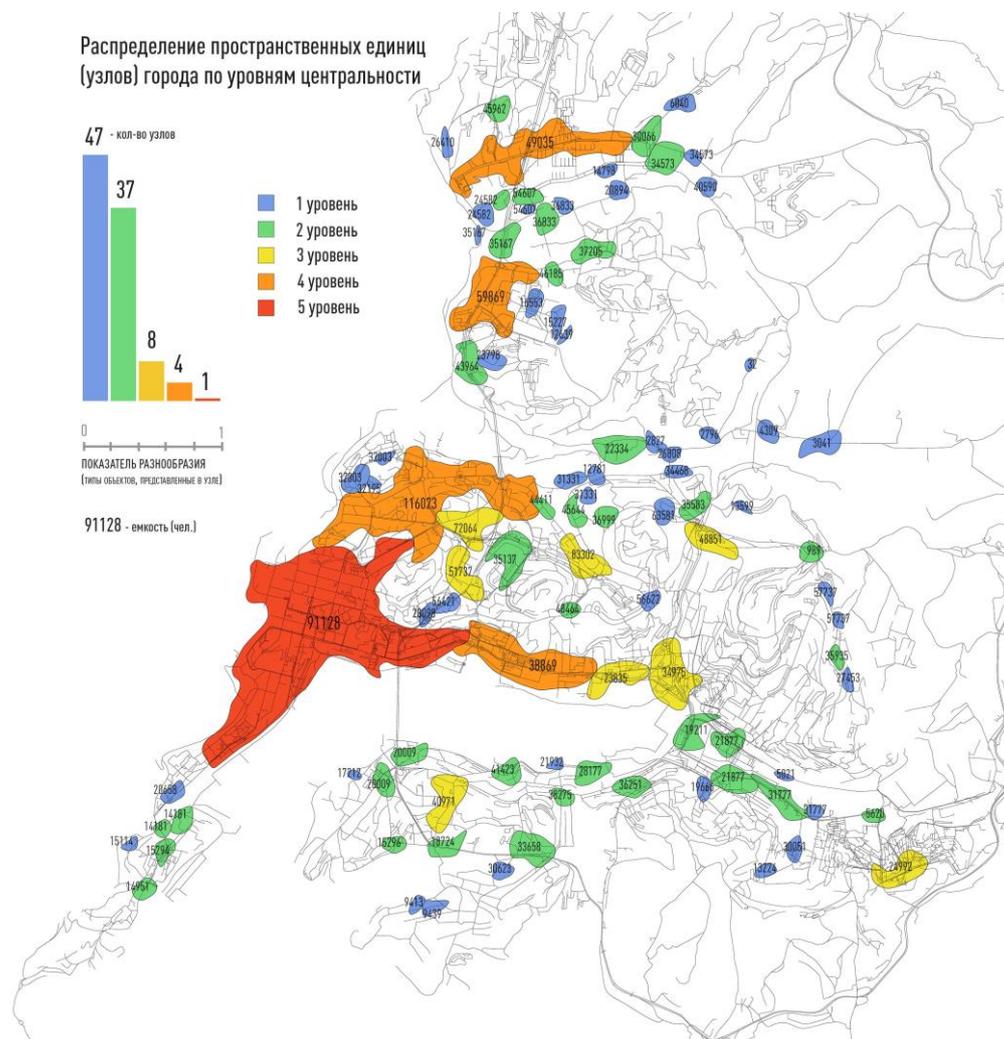


Рис. 7. Узлы пространственной структуры города по данным Google Places

Применение методики выявления узлов города к анализу объектов города по данным социальной сети Foursquare и сравнение результатов с полученными границами узлов на основе Google Places позволяет сделать выводы о значении узлов в социальном пространстве города. На рисунке 8 узлы Google Places представлены штриховкой, узлы Foursquare – градацией цвета от синего к красному, т.е. от минимального к максимальному показателю разнообразия категорий объектов на территории.

Некоторое несоответствие границ можно объяснить следующими причинами: во-первых, в Foursquare в меньшей степени представлены объекты, не ориентированные на широкий спектр посетителей; во-вторых, Foursquare менее популярен, чем приложение Google Map, которое содержит в себе данные Google Places, поэтому информация в Foursquare появляется с запозданием.

4. Определение функциональной насыщенности, границ узлового района и емкости узла. Для каждого узла были определены доли категорий объектов и степень отклонения от среднего значения, что позволяет выявить основные функции,

представленные в узле, а также те категории, объекты которых отсутствуют на данной территории. Степень отклонения долей категорий объектов от среднего по городу значения для узлов каждого уровня представлена на рисунке 9.

Важным фактором также является связность территории с населением. Для каждого узла была подсчитана емкость территории – количество человек, которое может добраться до нее за расчетное время движения на автомобиле 3 минуты. Среднее значение емкости составляет 31,3 тыс. чел., максимальный показатель составляет 116 тыс. чел. и принадлежит узлу четвертого порядка, охватывающему территорию района Первой речки. Центральный узел пятого порядка менее доступен для населения – его емкость 91,1 тыс. чел., несмотря на значительно большую площадь. Границы территорий, попадающие в этот диапазон доступности, соответствуют границам узлового района. Основные аналитические показатели узлов г. сведены в таблицу формата .xsl.

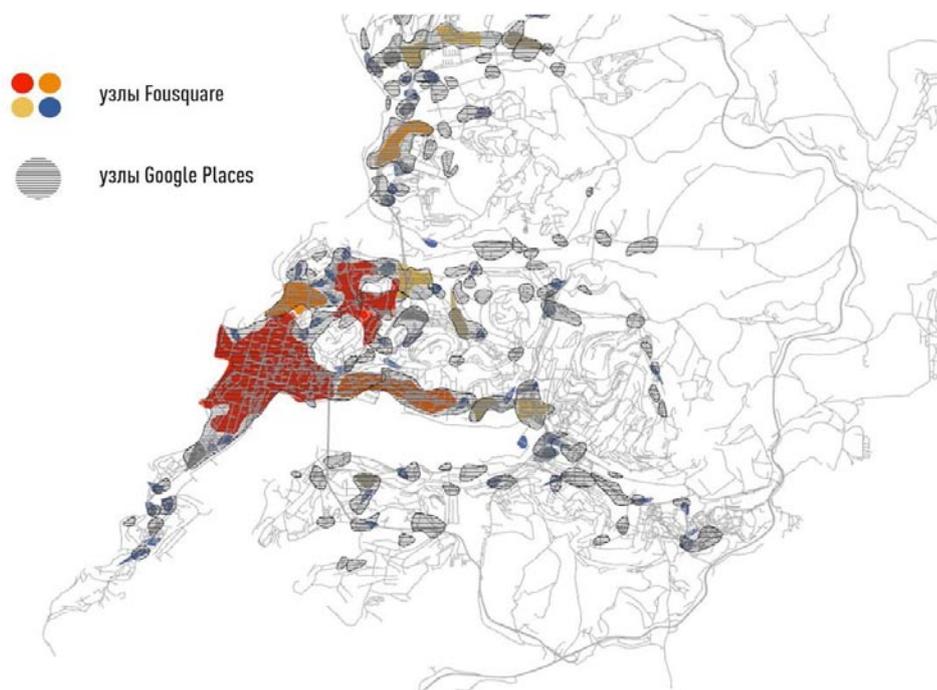


Рис. 8. Сравнение границ узлов по данным Google Places и Foursquare

5. Сравнительный анализ узловых районов. На рисунке 10 представлен пример визуализации аналитической информации по узлу №1 второго уровня, расположенного близ остановки Котельникова. Другие узлы, относящиеся к этому же уровню, выделены белым контуром и имеют номера. Рассматриваемый узел обладает коэффициентом разнообразия 0,394, включает 79 мест. Преобладающие категории для выделенного узла – сервисы ежедневного обслуживания: химчистка, ремонтные мастерские. Высокое значение категории «развлечения и досуг» обеспечено наличием контактного зоопарка. Административная функция представлена фондом капитального ремонта многоквартирных домов Приморского края. Также выше среднего значения имеет доля объектов торговли и других точек интереса. Ниже среднего значения имеет категория образования, которую формируют общеобразовательная школа и танцевальная студия. Организации, связанные с финансами – ломбард и потребительский кооператив. Автоуслуги представлены одной автомастерской. На территории отсутствуют общественные пространства, объекты искусства и культуры, а также религиозные и культовые. Емкость данного узла немного выше среднего значения – 37 тыс. чел.

Сравнивая гистограммы рассматриваемого узла со средними результатами по узлам 2-го порядка и других (рис. 10), можно сделать вывод, что данный узел близок к показателям 3-го порядка, о чем свидетельствует малое количество объектов, связанных

с автоуслугами, которые более свойственны узлам низкого порядка, и значительная доля объектов категории «Красота и здоровье». Отличительной особенностью является наличие уникального для города объекта категории «Развлечения и досуг» – контактного зоопарка. Дальнейшее развитие этой территории должно сопровождаться ростом объектов общественного питания и формированием общественных пространств.

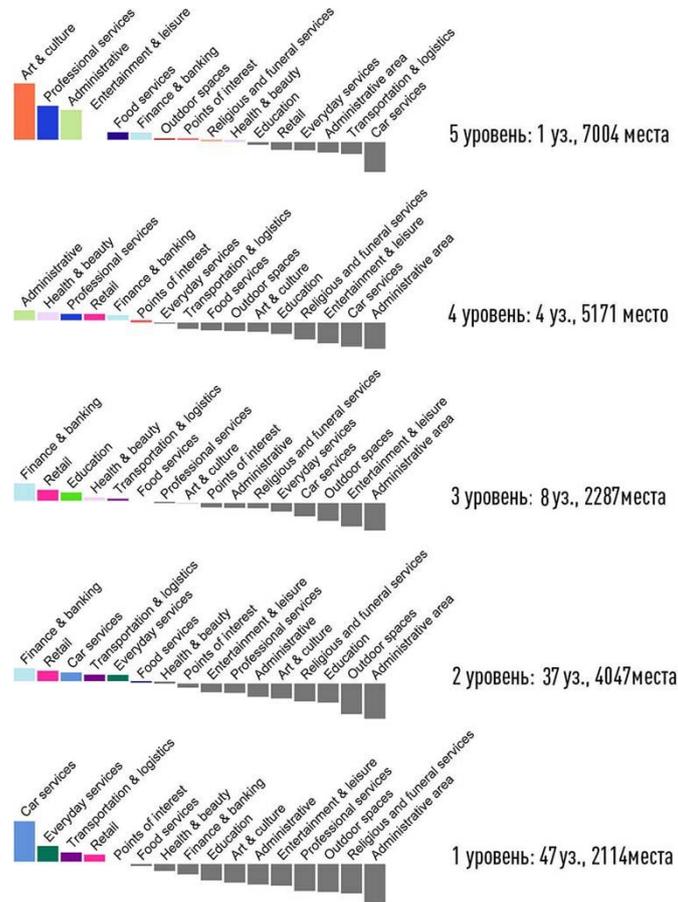


Рис. 9. Процент отклонения доли категорий мест для узлов каждого уровня от средних по городу значений



Рис. 10. Первый узел 4-го порядка, район ост. Котельникова, г. Владивосток: гистограмма функций, емкость узла

Основные результаты и выводы

В ходе выполнения исследования получены следующие результаты:

- описана методика выявления неравномерно-районированной структуры города Владивостока на основе открытых данных информационного пространства города, а именно – объектов Google Places;
- определены принципы построения изолиний, характеризующих распределение и кластеризацию объектов на территории;
- выявлены границы и параметры узлов города – центров пространственных единиц;
- определены принципы ранжирования узлов на несколько уровней организации;
- сформулирован принцип определения границ узловых районов;
- разработаны алгоритмы анализа и визуализации данных в пространственной структуре города;
- выявлены территории с функцией центральности – узлы города, их границы и основные показатели: уровень градостроительной организации, коэффициент разнообразия объектов, функциональная насыщенность, емкость территории, площадь, количество, типы и категории мест;
- предложена классификация узловых районов города Владивостока;
- подготовлен материал для дальнейшего прогнозирования развития узловых районов города Владивостока и формирования узлов в неструктурированных районах.

Выявление пространственной структуры города путем определения центров пространственных единиц (узлов) на основе данных информационного пространства об объектах города Google Places позволяет определить фактическую роль и значимость тех или иных территорий города.

Результаты имеют также прогностическую функцию: эволюционное развитие пространственных единиц происходит по направлению от меньшего уровня организации к большему. Если расположение узлов 5 и 4 уровней вполне предсказуемо, т.к. они сформированы в течение длительного времени формирования города, то распределение узлов меньших уровней обнаруживает результат естественного развития города и процессов, происходящих в настоящее время. Наибольшим потенциалом обладают узлы 1-2 уровней, которые могут быть рассмотрены как наиболее перспективные точки повышения эффективности пространственной организации города. Определение емкости узлов по отношению к населению и выявление представленных категорий и типов объектов для каждого из 97 узлов (также в среднем по уровням и по городу) позволяет выявить общие закономерности изменения функций узлов по мере увеличения их уровня организации, а также оценить экономический и социальный потенциал развития конкретных территорий с точки зрения размещения тех или иных типов объектов, функций.

Сравнение результатов анализа распределения объектов Google Places и социальной сети Foursquare выявляет два типа значимости территории: функциональную, связанную с необходимыми действиями пользователей города, и социальную значимость – территории, о которых люди хотят высказываться. Различия в этих двух типах распределений имеют значение в определении потенциала территорий и решений градостроительной политики по отношению к ним.

Применение алгоритмических методов обеспечивает высокую точность, актуальность и объективность результатов и методики исследования. Основную сложность представляет поиск источников, обработка и сбор данных, т.к. этот вид работ требует навыков скриптового программирования и работы с API различных сервисов, которые не входят в компетенции архитектурной специальности. Данная проблема решается в рамках междисциплинарного взаимодействия со специалистами в области информационных технологий. Направление дальнейшей работы по теме исследования связано с

развитием аналитики социального пространства и дополнением исследования экономических характеристик территорий. В перспективе – переход к динамической модели города, отражающей изменения во времени.

Рассматриваемая в статье методика построения модели города имеет не только констатирующую, но и формирующую роль по отношению к городскому пространству, на что должно опираться принятие решений по управлению пространственным развитием города, отвечающее цели повышения качества жизни и благосостояния граждан. Модель, выстроенная на основе реальных закономерностей процессов жизнедеятельности города, должна стать фундаментом для проектных разработок территорий.

Литература

1. Аникеев В.В. Градостроительные аспекты развития приморских систем расселения на базе портовых городов. - Владивосток: ДВФУ, 2012.
2. Аношкин П.А. Пространственная модель современного города // Проблемы современной экономики. - 2011. - № 4.
3. Бабенко А.Г. Реконструкция сложившейся жилой среды приморского города / А.Г. Бабенко, А.Г. Гаврилов, Е.А. Ерышева, Г.Е. Игнатов, А.В. Копьева, О.В. Масловская, В.К. Моор, С.И. Палиенко. - Владивосток: ДВГТУ, 2004.
4. Викторова М.В. Выявление резервов пространственного развития города (на примере г. Уфы): дис. ... канд. архитектуры. - М., 2014.
5. Высоковский А.А. Управление пространственным развитием // Отечественные записки. - 2012. - № 3(48) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.strana-oz.ru/2012/3/upravlenie-prostranstvennym-razvitiem>
6. Высоковский А.А. Правила землепользования и застройки: руководство по разработке. Опыт введения правового зонирования в Кыргызстане. - Бишкек: «Ега-Басма», 2005. - 326 с.
7. Мельников А.А. Система управления развитием городской инфраструктуры «Умный город» / А.А. Мельников, К.А. Донгузов, Л.П. Азнабаева // Архйорт. - 2015. - № 1.
8. Обертас В.А. Основы градостроительной структуры Владивостока. – Владивосток: Рея, 2011. - 115с.
9. Потапенко А.А. Вычислительные методы в предпроектном анализе пространственной структуры г. Владивостока / А.А. Потапенко, Д.А. Краснов, В.К. Моор // Architecture and Modern Information Technologies. - 2017. - № 1(38). - С. 315-328 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.marhi.ru/AMIT/2017/1kvart17/potaprnko_krasnov_moor/index.php
10. Потапенко А.А. Анализ эффективности территориальной организации полуострова Шкота города Владивостока // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2018. – №. 2(35).
11. Родоман Б.Б. География, районирование, картоиды: сборник трудов. - Смоленск: Ойкумена, 2007.

12. Трутнев Э.К. Градорегулирование: Основы регулирования градостроительной деятельности в условиях становления рынка недвижимости. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2007. – 97 с.
13. Якимов М.Р. Формирование модели городской структуры на основе пространственно-неравномерной модели формирования транспортного спроса // Научные исследования и образовательные практики в XXI веке: состояние и перспективы развития. – 2015. – С. 153-157.

References

1. Anoshkin P.A. *Prostranstvennaya model' sovremennogo goroda* [Spatial model of a modern city]. Perm, 2011.
2. Anikeev V.V. *Vladivostok vstupil v XXI vek: Gradostroitelnye aspekty razvitiya goroda* [Vladivostok entered the XXI century: Urban planning aspects of city development]. Vladivostok, 2011, 200 p.
3. Babenko A.G., Gavrilov A.G., Erysheva E.A., Ignatov G.E., Kopyeva A.V., Maslovskaya O.V., Moor V.K., Palienco S.I. *Rekonstrukciya slojivsheisya jiloi sredi primorskogo goroda* [Reconstruction of the existing residential environment of the seaside city]. Vladivostok, 2004.
4. Viktorova M.B. *Vyayvlenie rezervov prostranstvennogo razvitiya goroda (na primere goroda Ufa)* [Revealing reserves the spatial development of the city (on an example of Ufa). (Cand. Dis)]. Moscow, 2014.
5. Vysokovsky A.A. *Upravlenie prostranstvennim razvitiem* [Management of spatial development]. Available at: <http://www.strana-oz.ru/2012/3/upravlenie-prostranstvennym-razvitiem>
6. Vysokovsky A.A. *Pravila zemlepolzovaniya i zastroiki rukovodstvo po razrabotke. Opit vvedeniya pravovogo zonirovaniya v Kirgizstane* [Land use and development rules: a development guide. Experience in the introduction of legal zoning in Kyrgyzstan]. Bishkek, 2005, 326 p.
7. Melnikov A.A., Donguzov K.A., Aznabayeva L.R. *Sistema upravleniya razvitiem gorodskoi infrastrukturi «Umnii gorod»* [Urban infrastructure development management system «Smart city»]. Ufa, 2015.
8. Obertas V.A. *Osnovi gradostroitelnoi strukturi Vladivostoka* [Basis of the city-planning structure of Vladivostok]. Vladivostok, 2011, 115 p.
9. Potapenko A.A., Krasnov D.A., Moore V.K. Computational methods in the pre-design analysis of the spatial structure of Vladivostok. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2017, no. 1(38), pp. 315-328. Available at: http://www.marhi.ru/eng/AMIT/2017/1kvart17/potaprko_krasnov_moor/index.php
10. Potapenko A.A. *Analiz ehffektivnosti territorial'noj organizacii poluostrova SHkota goroda Vladivostoka* [Territorial organization effectiveness analysis of the Shkot Peninsula, Vladivostok]. Vladivostok, 2018, no. 2(35).
11. Rodoman B.B. *Geografiya_ raionirovanie_ kartoidi; sbornik trudov* [Geography, regionalization, cartoid; the collection of works]. Smolensk, 2007.

12. Trutnev E.K. *Gradoregulirovanie: v usloviyah rynochnoi ekonomiki* [Urban Regulation: The Basics of Regulation of Urban Development in the Conditions of Real Estate Market Formation]. Moscow, 2007, 97 p.
13. Yakimov M. R. *Formirovanie modeli gorodskoj struktury na osnove prostranstvenno-neravnomernoj modeli formirovaniya transportnogo sprosa* [Formation of city structure models on the basis of spatially non-uniform behavior model]. Smolensk, 2015, pp. 153-157.

ОБ АВТОРЕ

Потапенко Анастасия Аркадьевна

Аспирант кафедры Архитектура и Градостроительство Инженерной школы,
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия
e-mail: aap.arch@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR

Potapenko Anastasiia

Postgraduate Student, Department of Architecture and Urban Planning, Far Eastern Federal
University, Vladivostok, Russia
e-mail: aap.arch@mail.ru