

Эволюция пространственной структуры маршрутной сети городского общественного транспорта Владивостока

Денис Вадимович КОКОРИН
руководитель проектов в Академии транспортного планирования
dvkokorin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8162-2626>
Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия

Аннотация. В статье изложены результаты исследования эволюции пространственной структуры интегральной маршрутной сети городского наземного общественного транспорта г. Владивосток (трамвай, автобус, маршрутное такси, фуникулер, троллейбус, электробус) с 1912 по 2022 г. Такое исследование проведено впервые: выявлены три периода в эволюции сети (1912–1958, 1958–1981, 1981–2020 гг.), каждый из которых завершался формированием нового топологического яруса в циклическом остове сети и имеет свои характерные особенности. Первый период эволюции, когда основу сети составляли трамвайные и автобусные маршруты, отличается чередованием сетевых и сестеразрушающих актов, вызванных сложными условиями развития общественного транспорта в городе. Второй отмечен появлением фуникулера, троллейбуса и маршрутных такси, увеличением роли автобусов. Его отличает быстрый рост сети в условиях ускоренного развития города, выразившийся в дендритизации и циклообразовании. Третий период характеризуется ослаблением роли трамвая и троллейбуса, доминированием автобуса в развитии пространственной структуры сети на меняющемся социально-экономическом фоне. Этот период подразделяется на две фазы: инерционного роста (1981–1997 гг.), с простым формированием дендритов и циклов; консолидационного роста (1997–2020 гг.), когда развитие сети ускорилося, а структура претерпела различные трансформации: произошла пространственная консолидация главного и побочного циклических остовов, автономных компонентов на п-ве Шкота и о-ве Русский. Также сформировался единый циклический остов городских и пригородных маршрутов Владивостока, Артёма и Надеждинского района. Маршрутная сеть г. Владивосток продолжает эволюционировать по пути усложнения пространственной структуры, не исчерпав потенциала развития.

Ключевые слова: Владивосток, общественный транспорт, пространственная структура, эволюционное развитие, сеть маршрутов

Для цитирования: Кокорин Д.В. Эволюция пространственной структуры маршрутной сети городского общественного транспорта Владивостока // Тихоокеанская география. 2026. № 3. С. 39–49. https://doi.org/10.35735/26870509_2026_27_4

Evolution of the spatial structure of Vladivostok urban public transport route network

Denis V. KOKORIN

Project manager in the Academy of Transport Planning

dvkokorin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8162-2626>

Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russia

Abstract. This article presents the results of a study on the spatial evolution of the integrated ground public transport route network in Vladivostok, covering tram, bus, minibus, funicular, trolleybus, and electric bus services from 1912 to 2022. Using methods of transport geography and network topology, the study for the first time identifies three evolutionary periods: 1912–1958, 1958–1981, and 1981–2020. Each period concludes with the formation of a new topological tier in the network’s cyclic core, reflecting a fundamental structural transition. The first period, based on tram and bus routes, was marked by instability and alternating phases of network expansion and contraction, largely due to complex historical and infrastructural constraints. The second period saw the introduction of the funicular, trolleybus, and minibus systems, alongside the growing dominance of bus transport. That stage was characterized by rapid growth, expressed through processes of dendritization (branching) and cyclization (loop formation). The third period witnessed a decline in the structure-forming role of tram and trolleybus transport, with buses becoming the primary driver of spatial development. This period is subdivided into two phases: a phase of inertial growth (1981–1997), marked by the simple addition of dendrites and cycles, and a subsequent phase of consolidative growth (1997–2020). During the latter, development accelerated and became more integrated, leading to the spatial merger of the main and secondary cyclic cores, the incorporation of previously isolated network segments on the Shkota Peninsula and Russky Island, and the formation of a unified cyclic framework that connects urban routes in Vladivostok with suburban services to Artyom and the Nadezhdinsky District. The findings indicate that Vladivostok’s transport network continues to evolve toward greater spatial complexity and integration, with substantial unrealized potential for further development. This research provides an empirical foundation for informed transport planning in the expanding metropolitan area of the Russian Far East.

Keywords: Vladivostok, public transport, spatial structure, evolutionary development, route network

For citation: Kokorin D.V. Evolution of the spatial structure of Vladivostok urban public transport route network. *Pacific Geography*. 2026;(3):39–49. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2026_27_4

Введение

Для Владивостока, в силу его расположения на полуострове с сильно изрезанной береговой линией и сложным рельефом, высокой степени автомобилизации населения и острых проблем в работе общественного транспорта, актуален вопрос оптимальной конфигурации маршрутной сети последнего. На конец 2022 г. систему городского общественного транспорта города составляли несколько его видов: автобусы, маршрутные такси (автобусы малой вместимости), трамваи, троллейбусы, фуникулер, электробусы, электропоезда, катера и паромы. Несмотря на полимодальность, сеть маршрутов более чем на 90 % формировали маршруты автобусов.

Корректировка маршрутной сети, как правило, нацелена на устранение проблем, сложившихся на данный момент. Но конфигурация транспортной сети является также результатом эволюционных процессов пространственного саморазвития и самоорганизации сети [1]. При планировании изменений необходимо учитывать не только внешние фак-

торы, но и уровень зрелости пространственной структуры сети, достигнутый ею в ходе эволюции, а принимаемые решения по изменению конфигурации маршрутов должны соответствовать этому уровню.

Цель статьи – исследование эволюционного развития пространственной структуры маршрутной сети общественного транспорта г. Владивосток на протяжении всего времени ее существования. Задачи, поставленные для достижения цели: сбор данных об изменениях маршрутной сети, построение картосхем сети по годам, анализ хронологии изменений, выделение основных этапов и особенностей развития пространственной структуры.

Материалы и методы

Исследований, в которых рассматривается развитие городского транспорта Владивостока за некоторый продолжительный период, немного: глава книги В.А. Обертаса [2] в общих чертах освещает историю транспорта до 1917 г.; исторический очерк В.В. Розалиева рассказывает о владивостокском трамвае [3]; в статье Р.В. Вахненко в хронологическом порядке приводятся отдельные факты о развитии городского и внешнего транспорта [4]; статья Д.В. Кокорина охватывает начальный период развития трамвая и автобуса [5]. В основном публикации носят историко-краеведческий характер, ограничиваясь перечислением и описанием событий. Анализ маршрутной сети общественного транспорта г. Владивосток с точки зрения эволюции пространственной структуры сети не проводился.

По этой причине информация об изменениях в маршрутной сети собиралась из множества источников, которые можно разделить на четыре категории: 1) официальные документы органов власти г. Владивосток и Приморского края, предприятий и организаций сферы транспорта, коммунального хозяйства и градостроительства, как опубликованные, так и архивные; 2) газеты, выходившие в городе – более 30 наименований; 3) открытые источники, главным образом справочного характера: путеводители, адресно-телефонные книги и др.; 4) материалы личных архивов исследователей городского транспорта Владивостока.

Собранная информация позволила детально проследить развитие маршрутной сети общественного транспорта в 1912–2022 гг. и составить ретроспективные картосхемы интегральной маршрутной сети (включающей регулярные маршруты всех видов городского транспорта, за исключением морского и железнодорожного). При составлении картосхем учитывались все городские маршруты, в том числе выходящие за административные границы города, и пригородные маршруты, полностью пролегающие по территории современного Владивостокского городского округа (некоторые из них впоследствии стали городскими). В случае отсутствия точной информации о трассе маршрута и точках конечных остановок выбирались наиболее вероятные варианты их расположения по совокупности известных признаков, а датами открытия, изменения и закрытия маршрутов считались крайние даты зафиксированных упоминаний или утверждения графиков движения.

Анализ пространственной структуры сети проводился по методике С.А. Тархова [6], доступность и наглядность которой являются преимуществом перед сложными вычислительными моделями [1, 7, 8]. В соответствии с этой методикой картосхема сети преобразуется в планарный граф, выделяются простые элементы (ветви и циклы – линейные и замкнутые контуры) и компоненты (различные сочетания ветвей и циклов). Далее определяется тип сети: дерево (без циклов) или циклическая (есть хотя бы один цикл). В циклической сети при наличии выявляется циклический остов (два цикла или более, имеющих хотя бы одно общее ребро), сложность которого определяется количеством топологических ярусов (поясов циклов по периметру остова, которые нумеруются от внешней границы к центру), а в сети-дереве – ярусов разветвления (K). Ответвления от циклов именуются дендритами, а изолированные части сети – автономными компонентами. Эволюция сети состоит из сетеобразующих и сетеразрушающих актов.

Методику С.А. Тархова применял А.А. Уткин для анализа эволюции маршрутной сети общественного транспорта Твери [9], П.В. Зюзин при изучении пространственной трансформации сетей отдельных видов транспорта в городах Центральной и Восточной Европы [10], Р.Д. Панов в исследовании эволюции пространственной структуры метрополитенов мира [11], И.А. Иванов для ретроспективного анализа сети общественного транспорта г. Псков [12]. Пространственная структура сети маршрутов общественного транспорта г. Владивосток по состоянию на 2021 и 2022 гг. в различных аспектах при помощи этой методики проанализирована в работах П.В. Зюзина [13] и Д.В. Кокорина [14].

В статье приведены графы сети по годам (см. рис.), наиболее ярко отражающие развитие пространственной структуры маршрутной сети города и для которых имеются наи-

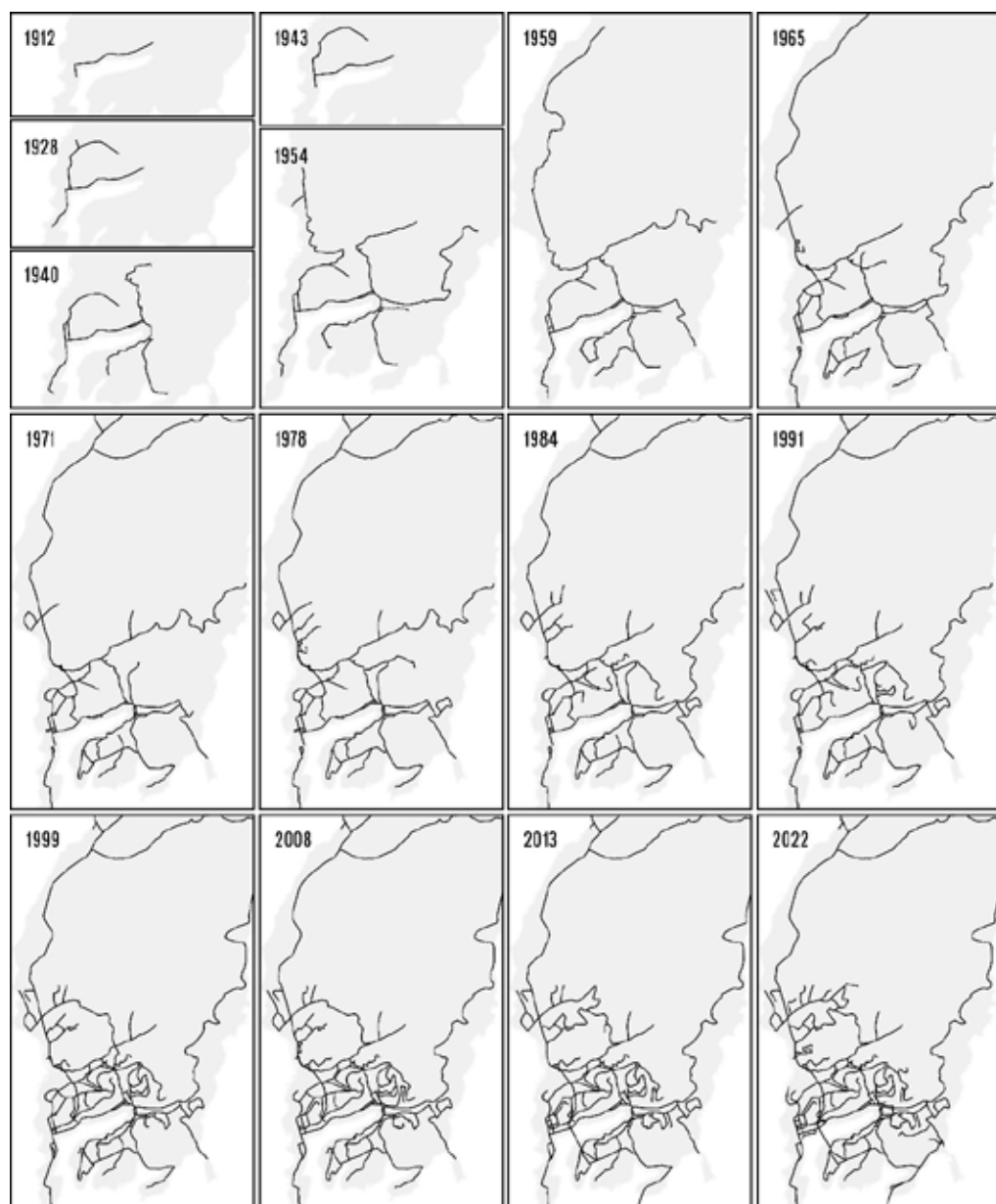


Рис. Эволюция маршрутной сети Владивостока

Fig. Evolution of the Vladivostok route network

более полные данные. Параметры сети на те же годы рассчитаны картометрически. Ввиду неполноты данных до 2013 г. не учитывались общая длина и структура автономных компонентов сети на островах Русский (с 1954 г.) и Попова (с 1974 г.), а также п-ове Песчаный. Известно, что их сети представляли собой простые ветви или деревья, а длина в разные годы варьировалась от 11 до 40 км.

Результаты и их обсуждение

Формирование маршрутной сети городского общественного транспорта Владивостока началось 27 октября (9 ноября по новому стилю) 1912 г., когда открылось регулярное движение трамваев по ул. Светланская, при том, что сама трамвайная линия была торжественно открыта чуть ранее – 9 (22) октября.

Хронологически эволюция пространственной структуры маршрутной сети общественного транспорта города делится на три периода, каждый из которых завершается усложнением морфологии сети – формированием нового топологического яруса (в 1958, 1981 и 2020 гг.).

Для **1-го периода, с 1912 по 1958 г.**, характерна неустойчивость пространственной структуры сети, основу которой составляли трамвайные и автобусные маршруты. В целом сохраняя тенденцию к постепенному расширению и уплотнению, сеть несколько раз упрощалась (табл. 1) вследствие внешних причин, как правило, исчезновения автобусных маршрутов (в 1924, 1932, 1942, 1943 гг.).

Таблица 1

Параметры маршрутной сети г. Владивосток в 1-й период эволюции

Table 1. Parameters of the Vladivostok route network in the 1st period of evolution

Индекс	1912	1928	1940	1943	1954
Длина сети маршрутов, км	5.2	12.1	29.1	11.9	52.7
Число циклов	0	0	2	0	2
Число автономных компонентов	1	1	1	1	2
Число внешних дендритов	0	0	4	0	4
Число внутренних дендритов	0	0	0	0	0
Число соединительных дендритов	0	0	1	0	1
Общее число дендритов в циклической сети	0	0	5	0	5

В 1912–18 гг. сеть представляла собой одну ветвь, соединявшую запад и восток города (линия трамвая Вокзал–Луговая), т.е. имела структуру простого дерева с $K = 1$. В 1918 г., с открытием второй трамвайной линии до ж.-д. станции Первая Речка сформировалась ветвь по направлению юг–север, до 1928 г. сеть соответствовала типу дерева с $K = 2$ («тройник» в терминологии С.А. Тархова [6]). Усложнение до дерева с $K = 3$ произошло со строительством в 1928 г. ответвления от Первореченской линии трамвая в направлении Рабочей слободки на севере города.

Автобусные маршруты в 1920–1924 гг. пролегали вдоль линий трамвая и поэтому влияли только на общую длину сети при выходе за пределы конечных остановок, а не на топологическую сложность – эти изменения были непродолжительными (например, в 1920 г. существовал маршрут до ст. Седанка, а зимой 1922 г. на Русский остров по льду). То же верно в отношении действовавшего в 1928–1932 гг. автобусного маршрута Вокзал–Эгершельд на п-ове Шкота.

В 1934–1935 гг. в маршрутной сети образовались первые два цикла, чему способствовал перенос трамвайных путей с ул. Китайская (ныне часть Океанского просп.) на ул. 25 Октября (Алеутская) и с ул. Ленинская (Светланская) на ул. Ивановская с одновременным восстановлением автобусного движения. В 1935 г. сеть приняла вид полициклической 0 класса с 3 ветвями, а в 1940 г. полициклической 0 класса многоостровной с 4 вет-

виями – в связи с открытием автобусных маршрутов в периферийные районы города: в долину Первой Речки (1936 г.), к бухтам Улисс (1939 г.) и Диомид (1940 г.); последний – на время бездействия паромной переправы через бухту Золотой Рог в зимний период.

В 1941–1942 гг. сеть упростилась до дерева с $K = 2$ по причине закрытия всех автобусных маршрутов в условиях военного времени и ликвидации в 1937 г. заезда трамвая к вокзалу станции Первая Речка. Временное восстановление движения автобусов от вокзала на Эгершельд осенью 1943 г. не стало началом возврата к прежней конфигурации. Кроме того, летом 1944 г. три недели бездействовал и трамвай (т.е. сеть находилась в состоянии консервации, по П.В. Зюзину [10]). Лишь возобновление его движения с 1 августа 1944 г. и автобусного в декабре (маршрут Вокзал–Луговая) обратили процесс сетеразрушения. Рост сети носил неровный характер до середины 1950-х гг., когда обновление подвижного состава и совершенствование покрытия улиц сделало работу автобусов и трамваев на маршрутах более стабильной.

В 1947–1958 гг. в сети наблюдалось ветвление на окраинах города, хотя некоторые ответвления быстро исчезали: в 1948–1949 гг. дважды открывался автобусный маршрут Вокзал–ст. Вторая Речка, в 1955 г. его продлили до 14-го км, а в 1956 г. до ст. Океанская. В 1949–1950 гг. открыты маршруты Луговая–6-й километр (Дальхимпром), Луговая–Загородная ул. (Борисенко), с продлением затем до Зелёного Угла (ныне район ул. Сахалинской), Вокзал–Горностай (через Снеговую). В 1953 г. введена в строй трамвайная линия от Луговой до Загородной.

Несмотря на появление новых автобусных маршрутов, движение сохранялось преимущественно там, где они дублировали трамвайные линии, а также в ограниченном виде на Эгершельд и мыс Чуркин (до 1954 г. вводился на зиму). В 1958 г. был открыт автобусный маршрут Вокзал–Морской городок и в том же году маршрут от вокзала на 6-й километр через долину Первой Речки (по ул. Военное шоссе и Снеговая). В результате сформировался циклический остов, ставший первым топологическим ярусом. Также в январе 1954 г. возник автономный компонент сети на о-в Русский благодаря открытию автобусного маршрута Дом офицеров флота–пос. Рында.

2-й период, с 1958 по 1981 г., характеризуется постепенным усложнением пространственной структуры маршрутной сети и относительной устойчивостью циклического остова при общем увеличении количества как циклов, так и дендритов.

В этот период существенно повысилось значение автобусных маршрутов. Ввод новых участков улиц и дорог, особенно в районах активного жилищного и промышленного строительства, требовал быстрых изменений в маршрутной сети, что мог обеспечить только автомобильный транспорт. В связи с этим сначала втрое (с 5 до 16) увеличилось число внешних, внутренних и соединительных дендритов, часть из которых ко 2-й половине периода сомкнулась в циклы, но затем, к его концу, количество дендритов вновь увеличилось и стало приближаться к 20 (табл. 2). Маршруты, их образовавшие, преимущественно пролегали либо в новые микрорайоны, либо к новым предприятиям (фабрика «Заря», завод «Варяг», ТЭЦ-2, совхоз «Приморье» и др.).

Дендритизация сети в северном направлении была обусловлена прежде всего освоением рекреационных ресурсов дачной и курортно-санаторной зоны, а не строительством жилья или промышленных объектов (маршруты до 28-го км в 1961 г., в Садгород в 1965 г., к бухте Шамора (Лазурная) в 1966 г., до ст. Угольная в 1969 г., к бухте Емар в 1979 г.). Исключением являются некоторые дендриты с восточной стороны остова: так, трасса маршрута № 7 (позднее № 26) Вокзал – Луговая – пос. Горностай / пос. Рыбачий переносилась несколько раз (в 1959, 1962, 1965, 1980 гг.) с ул. Беговая (Фадеева) на Снеговую и обратно по причине строительных работ в районе бухты Тихая и неудовлетворительного состояния дорог.

В 1959 г. сеть имела вид циклической 1 класса многоостровной, с изолированным циклом-островом в южной части (сформирован автобусными маршрутами от Луговой к бухте Диомид). На его основе в конце 1961 г. возник побочный циклический остов: в ре-

Таблица 2

Параметры маршрутной сети г. Владивосток во 2-й период эволюции

Table 2. Parameters of the Vladivostok route network in the 2st period of evolution

Индекс	1959	1965	1971	1978
Длина сети маршрутов, км	70.9	108.5	129.1	140.5
Число топологических ярусов	1	1	1	1
Число циклов	5	16	20	22
Число циклов в 1-м ярусе	4	9	11	11
Число циклов в главном циклическом остовае	4	9	11	11
Число внеостовных циклов	1	5	3	5
Число автономных компонентов	2	3	3	4
Число побочных остовов	0	1	1	1
Число внешних дендритов	3	10	7	10
Число внутренних дендритов	1	3	4	3
Число соединительных дендритов	1	3	1	3
Общее число дендритов	5	16	12	16

зультате продления по ул. Олега Кошевого до ул. Окатова маршрут № 4 соединился с маршрутом № 13 Луговая–мыс Анна, проходившим с 1959 г. через ул. 40 лет ВЛКСМ и Коммунаров. После открытия в 1967 г. маршрута № 8 Луговая–Запорожская ул. (в 1980 г. вместе с № 4 стал кольцевым) и в 1970–1971 гг. маршрутов № 27, 30, 31 из района бухты Тихая на мыс Чуркин и в центр города по ул. Фадеева структура побочного циклического остова в этот период почти не менялась.

В течение 2-го периода в сети появились два новых автономных компонента: в 1961 г. произошла изоляция части сети на п-ове Шкота в результате переноса участка автобусного маршрута № 1 Вокзал–Маяк с ул. Верхнепортовая на Посыетскую. А в 1974 г. с открытием автобусного маршрута возник автономный компонент на о-ве Попова. Таким образом, к концу 2-го периода сеть включала четыре автономных компонента (вместе с главным).

Влияние на развитие сети общественного транспорта стали оказывать и новые его виды: фуникулер (открыт 5 мая 1962 г.) и троллейбус (открыт 29 января 1965 г.). Если первый так и остался уникальным элементом транспортной системы, сформировавшим одну ветвь в структуре сети (до 1965 г. автономный компонент), то троллейбус на отдельных участках заменил или потеснил автобусы: в 1965–1966 гг. исчезли некоторые их маршруты с ул. Русская и просп. 100-летия Владивостока, а в 1976 г. троллейбусная линия по ул. Гоголя до верхней станции фуникулера заменила автобусный маршрут № 17 (от ул. Багратиона).

Одновременно ослабла структурообразующая роль трамвая: если продление линии от ул. Загородная до ул. Сахалинской в 1962 г. привело к появлению нового цикла при соединении с автобусным маршрутом № 6 (Луговая–мыс Басаргина), то линия вдоль ул. Луговой в Минный городок, открытая в 1967 г., повторяла трассы действовавших там автобусных маршрутов и на конфигурацию сети не повлияла.

Новые троллейбусные линии послужили формированию в 1981 г. второго топологического яруса из одного цикла: ликвидация конечной остановки в Спортивной гавани с открытием новой на ул. Адмирала Фокина, с выездом на ул. Колхозную (Семёновская), привела к исчезновению одного циклического элемента у внешней стороны остова и появлению внутреннего микроцикла, который и стал первым циклом второго топологического яруса. Сеть стала циклической 2 класса многоостовной.

В течение 3-го периода, с 1981 по 2020 г., эволюция сети шла с небольшим количеством сетеразрушающих актов, которые в основном были связаны с размыканием циклов внутри или по внешней стороне главного циклического остова.

3-й период эволюции включает две фазы, различающиеся по интенсивности формирования пространственной структуры маршрутной сети и специфике преобладающих

процессов. Различия между фазами отражают происходившие в городе социально-экономические изменения, в частности появление коммерческих автобусных маршрутов и массовую автомобилизацию населения, потребовавшую развития дорожной инфраструктуры, за чем последовало расширение и маршрутной сети.

В первой фазе, с 1981 по 1997 г., продолжались процессы, характерные для 2-го периода: рост внешних и внутренних дендритов, формирование циклов по периметру циклических остовов. Появились дендриты, образованные маршрутами автобусов, троллейбусов и маршрутных такси в районы ул. Днепроvская (1981 г.), завода «Варяг» (1982 г.), ул. Нейбута и Сабанеева (1983 г.), ул. Запорожская (1984 г.), ул. Толстого (1986 г.), ул. Сафонова и ул. Кирова (1987 г.), ул. Сабанеева (1991 г., повторно), Зелёного Угла (1993 г.); циклы, образованные маршрутами автобусов, трамваев, маршрутных такси – в 64-м микрорайоне (1987 г.), пос. Трудовое (1988 г.), ул. Баляева (1991 г.), ул. Вилкова (1997 г.).

Вторая фаза, с 1997 по 2020 г., отличается глубокой трансформацией морфологии сети. Граничным событием является дробление побочного циклического остова в результате открытия маршрута № 49 Вокзал–Окатовая. В 1997–1998 гг. началось уплотнение ядра главного остова: в связи со строительством развязки на ул. Гоголя автобусный маршрут № 38 Семёновская–Толстого стал пролегать через ул. Суханова, там же прошла троллейбусная линия. Необходимость разгрузки городского центра в условиях роста числа маршрутов требовала разграничения направлений их движения: количество циклов увеличилось с 5 в 1996 г. до 13 в 2020 г. Также произошло присоединение автономного компонента сети на п-ове Шкота.

Во время второй фазы в восточной части сети сформировался обширный цикл, образованный маршрутами автобусов к бухте Емар на участках от ст. Океанская и пос. Горнотай. С 1999 по 2006 г. цикл существовал только в летний сезон, при этом вначале временно консолидируя главный и побочный циклические остовы (пока сохранялась связь между улицами Фадеева и Сахалинской). С 2006 г., когда маршрут через пос. Горнотай стал круглогодичным, площадь главного остова выросла в 6 раз.

В 2008 г. начались работы по строительству новых и реконструкции существующих объектов дорожной инфраструктуры в рамках подготовки к саммиту АТЭС 2012 г. Параллельно в городе развернулось строительство новых жилых микрорайонов на периферии (Снеговая Падь, Патрокл, Зелёный Угол и др.). Маршруты трамвая и троллейбуса почти потеряли значение для эволюции сети из-за существенного сокращения обслуживаемых направлений, и быстрое расширение маршрутной сети в новые жилые микрорайоны, как и во 2-м периоде, могли обеспечить только автобусы: новые циклы по периметру «старого» остова снова увеличили его площадь.

В 2012 г. были открыты для движения автотранспорта мосты через бухту Золотой Рог и на о-в Русский, а в январе 2013 г. и первые маршруты автобусов по ним. В результате произошло окончательное соединение главного и побочного циклических остовов. Включение в общую сеть автобусных маршрутов о-ва Русский привело к исчезновению островного автономного компонента.

Благодаря открытию 18 июля 2020 г. автобусного маршрута № 5 Площадь Борцов Революции–Назимовская батарея, сформировался третий топологический ярус, что стало завершением 3-го и началом 4-го периода эволюции маршрутной сети. Цикл, образованный линиями маршрутов по ул. Гоголя, Некрасовская и Всеволода Сибирцева вблизи северной оконечности Золотого моста, по состоянию на 2022 г. оставался единственным элементом в составе третьего топологического яруса (табл. 3). Сеть приняла вид циклической 3 класса одноостовной. Появившийся в 2020 г. маршрут электробуса № 90 Вокзал–Луговая не оказал никакого воздействия на структуру сети, так как полностью повторял трассы существующих автобусных маршрутов.

Структурно значимым событием в рамках 3-го периода также следует считать и формирование единого циклического остова сетей городских и пригородных автобусных маршрутов г. Владивосток, г. Артём и Надеждинского района – с 2015 г. по низководному

Параметры маршрутной сети г. Владивосток в 3-й и 4-й периоды эволюции

Table 3. Parameters of the Vladivostok route network in the 3rd and 4th periods of evolution

Индекс	1984	1991	1999	2008	2013	2022
Длина сети маршрутов, км	158.5	165.9	211.4	213.0	273.4	327.6
Число топологических ярусов	2	2	2	2	2	3
Число циклов	23	21	47	40	51	58
Число циклов в 1-м ярусе	10	10	28	20	27	26
Число циклов во 2-м ярусе	1	1	11	9	18	27
Число циклов в 3-м ярусе	0	0	0	0	0	1
Число циклов в главном циклическом остове	11	11	39	29	45	54
Число внеостовных циклов	7	6	2	4	5	5
Число автономных компонентов	4	4	3	3	2	3
Число побочных остовов	1	1	2	1	0	0
Число внешних дендритов	11	14	13	14	12	14
Число внутренних дендритов	5	5	12	14	12	20
Число соединительных дендритов	4	3	4	4	5	5
Общее число дендритов	20	22	29	32	29	39

мосту через Угловой залив пролегает пригородный маршрут № 111, а с 2012 г. два городских маршрута № 45 и № 48 выходят на территорию г. Артём. Это свидетельствует о процессах интеграции в агломерации г. Владивосток [15].

Примечательно, что к концу каждого периода общая длина линейных элементов главного компонента сети увеличивалась примерно в 2 раза (с ~70 км в конце 1-го периода до ~150 км в конце 2-го периода, затем до ~300 км в конце 3-го периода), а к концу первой фазы 3-го периода примерно наполовину (до ~210 км). Данное наблюдение позволяет выдвинуть гипотезу о связи метрических свойств сети с морфологическими, что дополнило бы концепцию топологического предела сети (максимальное число циклов в остове, после которого повышается класс топологической сложности сети, по Р.Д. Панову [16]), но требует эмпирической проверки.

Закключение и выводы

Исследование эволюции пространственной структуры маршрутной сети общественного транспорта г. Владивосток показало, что сеть не достигла пределов сложности своей пространственной организации – лимитирующими факторами выступают географические барьеры: рельеф, сложная береговая линия, неоднородность территории. Выявлены три периода эволюции, которые различаются по скорости и характеру преобладающих процессов.

1-й период эволюции (1912–1958 гг.) характеризуется медленным неустойчивым ростом. Развитие сети было сопряжено с развитием города: увеличивалась транспортная связность разных его частей с центром и ключевыми городскими предприятиями. Структурно значимые события: появление сети (1912 г.), первое ветвление (1918 г.), появление первого цикла (1934 г.), появление первого автономного компонента (1954 г.), формирование циклического остова (1958 г.).

2-й период эволюции (1958–1981 гг.) характеризуется быстрым расширением (дендритизация) и уплотнением (циклообразование) сети. Развитие сети следовало за пространственно-функциональным развитием города. Структурно значимые события: появление побочного циклического остова (1961 г.), появление нескольких автономных компонентов (1961, 1962, 1974 гг.), увеличение топологического диаметра (1961, 1969 гг.), завершение формирования побочного циклического остова (1971 г.), формирование второго топологического яруса (1981 г.).

3-й период эволюции (1981–2020 гг.) делится на две фазы: инерционного роста (1981–1997 гг.) и консолидации (1997–2020 гг.). Вначале развитие сети было догоняющим, а затем стремящимся к насыщению территории маршрутами. Структурно значимые события: дробление побочного остова (1997 г.), расширение главного циклического остова (2006 г.), пространственная консолидация автономных компонентов (1998, 2013 гг.), главного и побочного остовов (2013 г.), формирование циклического остова агломерации (2015 г.), формирование третьего топологического яруса (2020 г.).

4-й период эволюции (с 2020 г.), вероятно, будет отличаться снижением интенсивности расширения циклического остова сети, более активным ростом внутренних и внешних дендритов, разделением и уплотнением циклов внутри остова. Однако для того, чтобы достичь 4-го класса топологической сложности, потребуется существенно уплотнить маршрутную сеть, что может оказаться неэффективно с точки зрения обслуживания территории общественным транспортом. Тем не менее даже небольшое увеличение числа циклических элементов в остове сети повышает ее надежность. Следовательно, планирование развития маршрутной сети в г. Владивосток должно быть направлено на преодоление лимитирующих факторов через избирательное увеличение цикличности.

Литература

1. Xie F., Levinson D.M. *Evolving Transportation Networks*. New York: Springer Science & Business Media, 2011. 278 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9804-0>.
2. Обертас В.А. Основы градостроительной структуры Владивостока. Владивосток: Ин-т архитектуры, искусств и дизайна ДВГТУ, 2011. 115 с.
3. Розалиев В.В. Трамвай Владивостока. Краткий исторический очерк. 1912–2012. М., 2014. 108 с.
4. Вахненко Р.В. Транспортные функции Владивостока и актуальные проблемы развития // Владивосток: история и современность: Материалы научно-практической конференции, посвященной 150-летию Владивостока. 19 апреля 2010 г. Владивосток: Издательство ГОБУ ДПО ПКППРО, 2011. С. 32–43.
5. Кокорин Д.В. Становление городского общественного транспорта Владивостока: трамвай и автобус // Записки Общества изучения Амурского края. 2025. Т. 50. С. 12–19.
6. Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей. Смоленск; Москва: Универсум, 2005. 384 с.
7. Barthélemy M. *Morphogenesis of Spatial Networks*. Cham: Springer International Publishing, 2018. 331 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-20565-6>.
8. Liang J., Xie S., Bao J. Analysis of a Multiple Traffic Flow Network's Spatial Organization Pattern Recognition Based on a Network Map // *Sustainability*. 2024. Vol. 16, N 3. 1300. <https://doi.org/10.3390/su16031300>.
9. Уткин А.А. Общественный транспорт крупного города: Географическое исследование на примере Твери. Тверь: Научная книга, 2010. 133 с.
10. Зюзин П.В. Пространственная трансформация сетей городского пассажирского транспорта в постсоциалистических странах ЦВЕ и бывшего СССР // Региональные исследования. 2012. № 1 (35). С. 124–134.
11. Панов Р.Д. Эволюция пространственной структуры сетей крупнейших метрополитенов мира // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. № 1. С. 20–26.
12. Иванов И.А. Эволюция сети маршрутов общественного транспорта города Пскова в XX – начале XXI вв. // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2022. Т. 15, № 3. С. 19–30.
13. Зюзин П.В. Транспортные системы городов России: современное состояние и перспективы развития: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. 80 с.
14. Кокорин Д.В. Дефекты пространственной структуры маршрутной сети общественного транспорта Владивостока // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные и социально-экономические структуры. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2023. С. 227–231.
15. Аникеев В.В. Территориальное развитие города Владивосток и его агломерации // Тихоокеанская география. 2023. № 2. С. 23–36. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_14_2.
16. Панов Р.Д. Изменения пространственной структуры сетей метрополитенов Китая // Проблемы региональной экологии. 2020. № 1. С. 79–87. <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2020-11079>.

References

1. Xie, F.; Levinson, D.M. *Evolving Transportation Networks*. New York: Springer Science & Business Media, 2011; 278 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9804-0>.
2. Obertas, V.A. *Foundations of the Urban Planning Structure of Vladivostok*. Vladivostok: Institute of Architecture, Arts and Design, FESTU, Russia. 2011; 115 p. (In Russian).
3. Rozaliev, V.V. *Vladivostok Tramway. A Brief Historical Essay*. 1912–2012. Moscow, Russia, 2014; 108 p. (In Russian).
4. Vakhnenko, R.V. Transport Functions of Vladivostok and Current Development Problems. In *Vladivostok: History and Modernity: Proceedings of the Scientific and Practical Conference Dedicated to the 150th Anniversary of Vladivostok*. April 19, 2010. Vladivostok: Publishing House of PSEI PTEI PCPRO, 2011:32–43. (In Russian).
5. Kokorin, D.V. Formation of urban public transport in Vladivostok: tram and bus. *Notes of the Amur Region Studies Society*, 2025;(50):12–19. (In Russian).
6. Tarkhov, S.A. *Evolutionary Morphology of Transport Networks*. Universum: Smolensk – Moscow, Russia. 2005; 384 p. (In Russian).
7. Barthelemy, M. *Morphogenesis of Spatial Networks*. Cham: Springer International Publishing, 2018; 331 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-20565-6>.
8. Liang, J.; Xie, S.; Bao, J. Analysis of a Multiple Traffic Flow Network's Spatial Organization Pattern Recognition Based on a Network Map. *Sustainability*. 2024;16(3):1300. <https://doi.org/10.3390/su16031300>.
9. Utkin, A.A. Public Transport of a Large City: A Geographical Study on the Example of Tver. *Nauchnaya Kniga: Tver, Russia*. 2010; 133 p. (In Russian).
10. Zhyuzin, P.V. Spatial Transformation of Urban Public Transport Networks in Post-Socialist Countries of CEE and the Former USSR. *Regional Research*. 2012;1(35):124–134. (In Russian).
11. Panov, R.D. Evolution of Spatial Structure of the World's Biggest Subway Networks. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2020;(1):20–26. (In Russian).
12. Ivanov, I.A. Evolution of the Public Transport Route Network of the City of Pskov in the 20th – Early 21st Centuries. *Bulletin of Pskov State University. Series: Natural and Physical-Mathematical Sciences*. 2022; 15(3):19–30. (In Russian).
13. Zhyuzin, P.V. Transport Systems of Russian Cities: Current State and Development Prospects. In *Report for the XXIII Yasinskaya (April) International Academic Conference on Economic and Social Development*. HSE Publishing House: Moscow, Russia. 2022; 80 p. (In Russian).
14. Kokorin, D.V. Defects of the Spatial Structure of the Public Transport Route Network in Vladivostok. In *Geosystems of Northeast Asia: Natural, Natural Resource and Socio-Economic Structures*. Pacific Geographical Institute FEB RAS: Vladivostok, Russia. 2023:227–231. (In Russian).
15. Anikeev, V.V. Territorial Development of Vladivostok City and Its Agglomeration. *Pacific Geography*. 2023;(2):23–36. (In Russian). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_14_2.
16. Panov, R.D. Changes of Spatial Structure of Chinese Subway Networks. *Problems of Regional Ecology*. 2020;(1):79–87. (In Russian). <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2020-11079>.

Статья поступила в редакцию 09.02.2026; одобрена после рецензирования 16.03.2026; принята к публикации 20.03.2026.

The article was submitted 09.02.2026; approved after reviewing 16.03.2026; accepted for publication 20.03.2026.

