

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Романова Е.А. Трансформация пространственного рисунка расселения в приграничных районах Юго-Восточной Балтики после Второй мировой войны // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. №3(42). С. 23–31. doi 10.17072/2079-7877-2017-3-23-31

Please cite this article in English as:

Romanova E.A. Transformation of the spatial pattern of settlement in the border areas of the South-Eastern Baltic rim after World War II // Geographical bulletin. 2017. № 3(42). P. 23–31. doi 10.17072/2079-7877-2017-3-23-31

УДК 911.9+656.022

С.А. Меркушев^{1,2}, А.В. Попов¹
ТРАМВАЙНЫЕ СЕТИ УРАЛЬСКИХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ
В МЕНЯЮЩЕЙСЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

¹*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь*

²*Пермский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Пермь*

На основе методики, предложенной авторами статьи, дается интегральная оценка состояния трамвайных сетей региональных центров Уральского экономического района, учитывающая их топологические особенности, качественные характеристики, степень обособленности линий уличного трамвая.

Рассматриваются различия между уральскими региональными центрами по степени развития сетей трамвайного сегмента городского общественного транспорта, в том числе с точки зрения их неиспользованного потенциала.

Анализируется, в какой степени мероприятия по совершенствованию и развитию трамвая, запланированные или уже реализуемые в некоторых городах, будут способствовать повышению эффективности использования имеющегося потенциала сетей. Упомянутые мероприятия также рассматриваются в контексте их влияния на преобразование городской среды, оптимизацию пространственного развития городских агломераций.

Даются предложения по корректировке приоритетных направлений развития и совершенствования сетевого сегмента трамвайных систем уральских региональных центров.

Ключевые слова: интегральная оценка, трамвайная сеть, региональные центры Урала, преобразование городской среды.

S.A. Merckushev^{1,2}, A.V. Popov¹
STREETCAR NETWORKS IN TRANSFORMING URBAN ENVIRONMENT
OF REGIONAL CENTERS OF URAL ECONOMIC REGION

¹*Perm State University, Perm*

²*The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Perm Branch), Perm*

The paper examines current state of streetcar networks of regional centers of Ural economic region by comparing their integral estimations, according to methodology, proposed by the authors of paper. Methodology considers topological and qualitative characteristics and the level of “Right-of-way” infrastructure of streetcar network.

The authors analyze the differences among the streetcar networks level of evolution, including index of unused potential.

In addition, paper studies how planned and ongoing activities of upgrading parts of streetcar networks will affect the efficiency of utilizing networks' current potential. These activities are also analyzed by grade of influence on urban environment transformation and agglomerations' spatial development optimization.

The authors propose series of activities, aimed to correct priority directions of development and improvement of network section of streetcar systems in regional centers of Ural economic region.

Keywords: integral estimation, streetcar network, regional centers of Ural economic region, transforming of urban environment.

doi 10.17072/2079-7877-2017-3-31-42

Введение

Успешный мировой опыт последних десятилетий по преобразованию городской среды крупнейших городов свидетельствует о том, что системы городского рельсового транспорта не просто являются важным сопутствующим условием успеха трансформационных процессов, зачастую их развитие ускоряет позитивные изменения, благотворно влияет на пространственную организацию городской среды. В то же время процесс изменения систем городского общественного транспорта в России в 1990–2010-е гг. приобрел характер хронических реформ, при которых размываются их главные целевые ориентиры – повышение качества среды и жизни населения. Утрачены многие достижения советского периода развития, процесс ренессанса рельсовых систем городского транспорта не затронул большинство российских городов. Все эти проблемы характерны и для региональных центров уральских субъектов Российской Федерации, в том числе и имеющих уличный трамвай. Их решение требует научно обоснованных подходов, опирающихся на интегральные показатели, характеризующие состояние систем и лежащих в их основе сетей.

Материалы и методы исследования

Многие исследователи обращают внимание в своих работах на особенности построения маршрутов и грамотное составление расписания, которые позволяют использовать весь потенциал транспортных систем [9; 10]. Исследование данных составляющих неизбежно затрагивает иерархический аспект транспортных сетей. В современной литературе существуют разные подходы к исследованию иерархии и топологических структур сетей общественного транспорта. Среди них можно выделить пространственно-математический, маршрутный и графоаналитический. В основе пространственно-математического подхода лежит построение оптимальных маршрутов с помощью различных математических приёмов. Данные оптимальные маршруты опираются на множество точек-узлов улично-дорожной сети как наименьших структурных элементов маршрутов [11]. Маршрутный подход рассматривает иерархию транспортных сетей с другой точки зрения. Анализ транспортной сети производится по трём видам маршрутов: главные (основные) маршруты, фидерные (подвозящие) маршруты и локальные маршруты [12]. Вид маршрута в первую очередь определяется типом улично-дорожной сети, по которой проходит данный маршрут. В отличие от вышеперечисленных подходов, графо-аналитический подход в анализе транспортных сетей опирается непосредственно на их конфигурацию без учёта особенностей улично-дорожной сети и других факторов. Данный подход предполагает комплексный анализ транспортной сети, основанный на теории графов. Подробное описание подхода приводится и в исследованиях С.А. Тархова [6]. Автор рассматривает конфигурации различных транспортных сетей и даёт определения их структурным элементам, а также характеризует различные эволюционные процессы в транспортных сетях. Для данного исследования нами был выбран графоаналитический подход, как наиболее полно раскрывающий пространственно-географическую составляющую транспортных сетей.

В соответствии с данным подходом мы провели оценку текущего состояния и обзор основных тенденций изменения трамвайных сетей региональных центров Урала. Поскольку наше исследование фокусируется на изучении пространственного аспекта функционирования сетей уличного трамвая, особое внимание было уделено расположению сетевых элементов в городском пространстве, особенностям их генезиса.

Далее мы использовали собственную методику оценки транспортных сетей, которая основана на теории графов и систематизации транспортных сетей, предложенных С.А. Тарховым [6], и претерпела по сравнению с более ранней публикацией [4] некоторые изменения. Суть методики заключается в выявлении того, насколько существующая сеть какого-либо вида общественного транспорта далека от эталонной.

Для этого мы ввели показатель «приведенная протяженность»:

$$K_j = L_j * P_j, \quad (1)$$

где K_j – «приведенная протяженность» j -го ребра сети (фактическая протяженность, скорректированная с учетом качественных характеристик), км;

L_j – фактическая протяженность j -го ребра сети, км;

P_j – комплексный показатель, характеризующий качественное состояние j -го ребра сети, доля ед. Он определяется по формуле 2:

$$P_j = N_j + D_j + S_j + E_j \quad (2)$$

где P_j – комплексный структурно-технический показатель качества элемента сети, доля ед.,

N_j – вид структурного элемента сети, доля ед.;

D_j – состояние путевой инфраструктуры, доля ед.;

S_j – состояние контактной сети, доля ед.;

E_j – степень обособленности участков элементов сети, доля ед.

Вес каждого отдельного показателя определялся с помощью экспертной оценки. В случае, если значение каждого частного показателя соответствует эталонному, то $P_j = 1$.

Таким образом, когда все качественные характеристики всех элементов транспортной сети соответствуют эталонным, ее «приведенная протяженность» равна фактической. Если хотя бы одно ребро характеризуется $P_j < 1$, то «приведенная протяженность» будет меньше фактической, и чем больше разность между ними, тем более отличается от эталонного реальное состояние сети.

Для каждого показателя из четырёх были установлены интервалы между уровнями оценивания и соответствующие характеристики каждого уровня. Остановимся более подробно на методике выделения уровней при отнесении ребер к тому или иному виду структурных элементов сети (величина N). Эталонным, по нашему мнению, будет ребро, одновременно являющееся элементом сразу двух смежных циклов (далее – центральное). Это связано с тем, что участок между двумя вершинами данного ребра можно преодолеть ещё двумя способами с использованием других ребер двух смежных циклов. Таким ребрам присваивается максимальное значение (N_{max}).

Следующий уровень – это ребра отдельных циклов (не принадлежащие одновременно двум циклам). Для оценки того, насколько эти элементы сети менее надёжны, нами были проведены замеры времени преодоления трамвайными вагонами трёх участков: центрального ребра (R), ребер цикла, составляющих два альтернативных маршрута (t_1 и t_2). Наблюдения проводились в Екатеринбурге, Краснодаре и Челябинске с помощью онлайн-сервисов отображения положения общественного транспорта на карте. С целью снижения воздействия внешних факторов на результат исследования (работа светофорных объектов, помехи для движения трамвайных вагонов, создаваемые автомобильным транспортом, погодные условия и др.) измерения проводились в будний день дважды в час-пик и дважды в межпиковое время. Далее было найдено среднее время преодоления трёх участков. Следующим шагом стало получение временного коэффициента (y_i), показывающего во сколько раз время преодоления расстояния между двумя точками по альтернативным маршрутам в рамках двух рассматриваемых циклов больше времени преодоления этого участка по центральному ребру для конкретного города (формула 3):

$$y_i = \frac{(T_{1i} + T_{2i})}{2 R_i}, \quad (3)$$

где y_i – временной коэффициент, ед.;

T_{1i} и T_{2i} – среднее для города время преодоления ребер цикла, формирующих два альтернативных маршрута, мин.;

R_i – время преодоления центрального ребра в конкретном городе, мин.

Далее мы нашли среднее значение временного коэффициента Y для всех трёх городов (формула 4):

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (4)$$

где y_i – временной коэффициент в i -м городе, ед.;

n – количество городов, ед.

Следовательно, значение величины N для ребер отдельных циклов (N_{med}) вычисляется по формуле 5:

$$N_{med} = \frac{N_{max}}{Y}, \quad (5)$$

где N_{max} – значение величины N для центрального ребра в циклическом элементе сети, ед.;

Y – среднее значение временного коэффициента для трех городов, ед.

Мы считаем, что ребро дендрита по сравнению с ребром, входящим в состав отдельного цикла, в два раза менее надёжно. Соответственно, величина N для ребер дендритов (N_{min}) рассчитывается по формуле 6:

$$N_{min} = \frac{N_{med}}{2}, \quad (6)$$

где N_{med} – значение величины ребра в составе циклического элемента сети, ед.

В результате проведённых наблюдений и расчётов по вышеприведённым формулам мы установили, что $N_{med} = 0,11$ ед., а $N_{min} = 0,06$ ед.

Состояние путевой инфраструктуры оценивалось по соответствию качественным уровням, представленным в табл. 1.

Таблица 1

Шкала качественных характеристик путевой инфраструктуры

Уровень	Балл	Характеристика
«Первый»	0,2	Новые пути или пути с отсутствием какого-либо износа головки рельса, выровненный балласт и нормативное состояние деревянных и железобетонных шпал; стыки имеют минимальный зазор
«Второй»	0,15	Присутствует небольшой износ головки рельса, наблюдаются небольшие проседания балластного слоя, шпалы также имеют незначительный износ
«Третий»	0,1	Характерен поперечно-волновой износ, в местах стыков возможны «ступеньки», сколы, вмятины; возможно частичное разрушение шпал, расстояние между рельсами в стыках в среднем 2-4 см, возможны проседания балласта, отклонения по вертикали и горизонтали от изначального положения рельсов и др.
«Четвертый»	0,05	Сильный волновой износ головки рельса. Расстояние по вертикали от подошвы до гребня волны может составлять 1,5-1,8 см и более. Наличие коротких вставок рельсов, наличие вмятин, стяжек, ненормативное состояние накладок, расстояние в стыках 2-7 см, более сильное «вихляние». Разрушение балластного слоя, разрушение шпал

Значение показателя, характеризующего состояние контактной сети, варьируется в диапазоне от 0,06 ед. до 0,2 ед. по трём качественным уровням. Показатель степени обособленности участка (ребра) трамвайной сети характеризует позиционирование данного структурного элемента относительно полос движения остального транспортного потока. Степень обособленности оценивалась по четырём уровням с шагом в 0,05 ед. в зависимости от типа выделения полосы движения или его отсутствия.

Таким образом интегральный структурно-технический показатель качества элемента сети (P_i) учитывает не только техническое состояние, влияющее на скорость движения, но и положение элемента сети в её структуре, а также позиционирование элемента в составе дорожной инфраструктуры.

С целью выявления потенциала развития транспортной системы был введён коэффициент неиспользованного потенциала, который рассчитывался по формуле 7:

$$K_i = 100 - \left(\frac{\sum P_i \times 100}{I} \right), \quad (7)$$

где Q_i – коэффициент неиспользованного потенциала, %;

P_i – интегральный структурно-технический показатель элемента транспортной сети («приведенная протяженность»), км;

Z – фактическая длина, км.

Результаты и их обсуждение

Из всех исследуемых городов Екатеринбург обладает наиболее развитой транспортной системой. Сеть уличного трамвая (31 маршрут) выполняет системообразующую функцию в распределении пассажиропотоков в городе, основными генераторами которых являются не только крупные промышленные предприятия, но и микрорайоны с высокой плотностью застройки. Она является наиболее топологически сложной и пространственно развитой, представляя собой циклическую одноостовную транспортную сеть 1-класса, состоящую из 5 циклов, 8 внешних и 2 внутренних дендритов, и отличаясь относительно высоким качеством путевой инфраструктуры и контактной сети, что в итоге выражается в наименьшем значении коэффициента неиспользованного потенциала (табл. 2, рис. 1), среди исследуемых сетей.

Основная проблема екатеринбургской сети заключается в недостаточном уровне обособления на трамвайных линиях в центральной части города: в частности, по проспекту Ленина, на улицах Луначарского, 8 Марта, Куйбышева, Московская. Трамвайные пути на перечисленных улицах находятся на одном уровне с проезжей частью, иногда они отделены специальной дорожной разметкой, которая не создаёт необходимого уровня защиты от помех со стороны автомобильного транспорта. Следует отметить, что данная ситуация, на наш взгляд, отчасти связана с ошибочными решениями по выбору приоритетных направлений развития городского общественного транспорта, характерных для всех российских городов-миллионеров, имеющих слабо развитую сеть метрополитена. Вместо того, чтобы постепенно формировать единую сеть рельсового комбинированного транспорта с сегментами ЛРТ (например по типу кельнской), постепенно модернизируя отдельные участки имеющейся сети наземного рельсового транспорта и интегрируя их с имеющимися подземными линиями, постоянно обсуждаются идеи строительства новых линий метро, которые имеют незначительные шансы воплотиться в жизнь. Так, из-за очень неопределенных планов по строительству второй линии метро в Екатеринбурге одна из системообразующих трамвайных линий по проспекту Ленина в ходе сравнительно недавней реконструкции не претерпела никаких изменений, направленных на повышение скорости и надежности сообщения по ней, поскольку в случае строительства упомянутой линии метро предусматривалась ликвидация значительного участка трамвайных путей по проспекту. По нашему мнению, при современных подходах к развитию сети, применении современного многосекционного низкопольного подвижного состава, линия на проспекте Ленина может не только обеспечить эффективную перевозку пассажиров, но и стать настоящим украшением исторического ядра Екатеринбурга.

Существуют и другие причины, из-за которых потенциал екатеринбургской сети используется не в полной мере. Несмотря на в целом относительно хорошее состояние путей, на ряде линий наблюдаются процессы разрушения стыков, особенно на проспекте Ленина (от улицы Пушкина до улицы Добролюбова). Данные процессы приводят к появлению вибраций, способствующих ускорению дальнейшего разрушению верхнего строения пути и окружающей транспортной инфраструктуры. Иерархически максимальные потери приходится на циклические элементы сети, в частности на цикл №1 (улицы Московская – Челюскинцев – Луначарского – проспект Ленина) и цикл №3 (улицы Луначарского – 8 Марта – Радищева – Московская – проспект Ленина), для которых коэффициент неиспользованного потенциала составляет 50,5% и 48,6% соответственно. Среди ответвлений наиболее существенные потери наблюдаются на четырех дендритах (к остановкам «Вторчермет», «Эльмаш», «ул. Фрезеровщиков», и «Зелёный остров»).

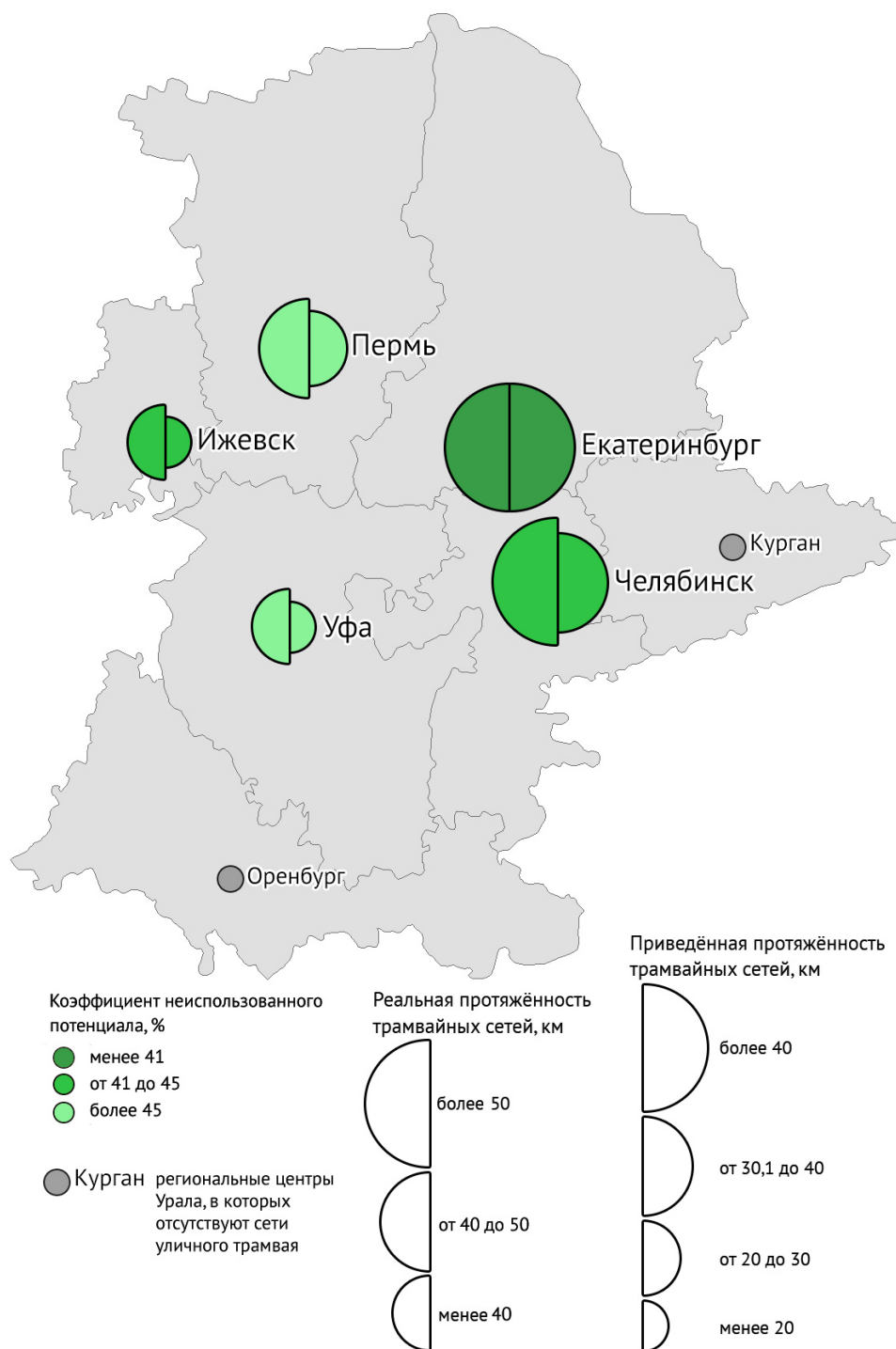


Рис. 1. Интегральная оценка сетей уличного трамвая региональных центров Урала

Таблица 2

Результаты интегральной оценки сетей уличного трамвая региональных центров Урала

Город	Фактическая протяжённость*, км	Приведённая протяжённость, км	Кoeffициент неиспользованного потенциала, %
Екатеринбург	76,33	45,04	41,00
Ижевск	30,95	17,73	42,73
Пермь	46,24	24,34	47,35
Уфа	33,13	16,66	49,71
Челябинск	64,81	36,67	43,42

* Фактическая протяжённость была посчитана в двухпутном измерении

Трамвайная сеть в Челябинске отличается меньшей развитостью и топологической сложностью (15 маршрутов). Тем не менее уличный трамвай играет существенную роль в перевозке пассажиров. Основными генераторами пассажиропотоков выступают крупные промышленные предприятия. Иерархически челябинская трамвайная сеть представляет собой циклическую одноостовную сеть 1-класса, состоящую из трёх циклов и 7 внешних дендритов, и по результатам анализа превосходит аналогичные сети Перми и Уфы, уступая екатеринбургской ввиду меньшей развитости. Однако по значению коэффициента неиспользованного потенциала челябинская сеть уступает не только сети уличного трамвая Екатеринбурга, но и Ижевска.

По сравнению с Екатеринбургом в Челябинске наблюдается больший процент обособленности, в то же время состояние путевой инфраструктуры несколько хуже. Ее ненормативное состояние, сочетающееся с недостаточным уровнем обособленности (фактически его отсутствием), характерно для центральной части города (улицы Цвиллинга, Карла Маркса, Труда, Блюхера, Кирова, Свердловский проспект, часть проспекта Победы). Наибольшие потери приходятся на цикл № 2 (улицы Российская – Первой Пятилетки – Горького – проспект Победы) и дендрит, ведущий к остановке «Медгородок». Коэффициент неиспользованного потенциала для данных топологических элементов выше 50% (51,3% и 56,1%). Также существенные потери наблюдаются на участках дендрита, связывающего центр с юго-востоком внешней зоны города.

Тенденции, сложившиеся в постсоветский период в функционировании трамвайной сети Уфы, оцениваются нами как неблагоприятные. Роль уличного трамвая в перевозках за последние 17 лет существенно снизилась. По состоянию на июнь 2017 г. в городе действовало 7 трамвайных маршрутов (в 1995 г. – 23). В результате двухэтапного уничтожения линии на проспекте Октября существует две разрозненные сети. Первая – сеть-дерево 0-класса, состоящая из одного дендрита, находится в северной части города. Вторая, имеющая формально (с учетом линий, используемых для нулевых рейсов) небольшой цикл, от которого отходит четыре дендрита, расположена в южной части города, частично захватывая историческое ядро. Неоднократно озвучиваемые намерения по воссоединению двух сетей, по нашему мнению, пока нельзя принимать за конкретные планы.

Для Уфы характерно наиболее высокое значение коэффициента неиспользованного потенциала (49,71%), что объясняется наименьшей топологической развитостью и неудовлетворительным техническим состоянием путевой инфраструктуры.

Наибольшие потери зафиксированы на сети в северной части города и дендрите, ведущем к конечной остановке «ул. Пушкина», южного сегмента сети, для которых коэффициент неиспользованного потенциала составляет 49,4% и 61,5%. Основные проблемы, наблюдаемые на участках данных дендритов, выражены в недостаточном уровне обособленности (улицы Революционная, Аксакова, Свердлова), аварийном состоянии путевой инфраструктуры (улицы Трамвайная, Свердлова, частично улицы Интернациональная, Трамвайная, Революционная) и в неудовлетворительном состоянии контактной сети (улицы Свердлова, Сельская Богородская, частично улица Интернациональная).

В Ижевске функционирует 11 маршрутов уличного трамвая, использующих сеть с двумя циклами и пятью внешними дендритами. Благодаря тому, что большинство линий имеют полное обособление и, в основном, удовлетворительное качество путевой инфраструктуры и контактной сети, ижевская сеть уличного трамвая имеет одно из самых низких значений коэффициента неиспользованного потенциала (42,73%), опережая по этому показателю Челябинск, Пермь и Уфу.

Характерной особенностью ижевской сети является то, что ни по одному из отдельных элементов сети (циклов и дендритов) коэффициент неиспользованного потенциала не превышает 46%. Наиболее существенные потери наблюдаются на дендритах, ведущих к конечным остановкам «ул. Промышленная» и «ул. Московская» (коэффициенты неиспользованного потенциала 45% и 45,9%). Главная причина – неудовлетворительное состояние путевой инфраструктуры на некоторых участках, в частности по улицам Магистральная, Халтурина, Орджоникидзе, Автономная, Авангардная и частично Карла Маркса. Здесь наблюдаются процессы разрушения стыков, шпал, верхнего строения пути, волновой износ рельсов, горизонтальные и вертикальные деформации строения пути. Особенно хочется отметить дендрит, который связывает с центром города 4-й микрорайон, расположенный в восточной части внешней зоны города (конечная станция «ул. Ворошилова»). Ранее считалось, что данный сегмент ижевской трамвайной сети соответствует по своим параметрам линии скоростного трамвая. Согласно нашим расчётам, сейчас снизившееся качество инфраструктуры уже не позволяет развивать высокие скорости. Как следствие, среди других

элементов сети уличного трамвая Ижевска рассматриваемый дендрит имеет достаточно высокое значение показателя неиспользованного потенциала – 48,3%.

Специфика территориальной организации Перми (вытянутость вдоль Камы и относительная обособленность отдельных частей из-за наличия долин малых рек) обусловила особенности конфигурации и расположения пермской трамвайной сети, выступающие в качестве лимитирующего фактора в повышении роли уличного трамвая в транспортной системе города. На сегодняшний день в Перми функционирует 9 маршрутов уличного трамвая, проложенных с использованием сети, состоящей из двух циклов (если учитывать в качестве цикла трамвайное кольцо по улицам Горького, Петропавловской и 25 Октября, где возможно движение только в одну сторону) с пятью внешними ветвями. В результате проведенного анализа приведенная протяженность сети уличного трамвая составила 24,3 км, а коэффициент неиспользованного потенциала – 47,4 %. Высокое значение коэффициента неиспользованного потенциала объясняется в основном неудовлетворительным состоянием путевой инфраструктуры. Наиболее существенные потери приходятся на цикл (улицы Горького, Сибирская, Белинского, Куйбышева, Революции, Пушкина, Борчанинова, Петропавловская, Ленина) и дендриты, ведущие к конечным остановкам «Станция “Осенцы”», «Микрорайон “Висим”», «Красный Октябрь». Основная проблема заключается в неудовлетворительном состоянии путевой инфраструктуры, которая среди всех рассматриваемых городов выражена в наибольшей степени. Наиболее значимые проявления наблюдаются на участках линий по улицам Уральская, Революции, Петропавловская, Куйбышева, Ленина, Промышленная и шоссе Космонавтов. Здесь были зафиксированы все виды деформаций верхнего строения пути, характерные для четвертого уровня шкалы качественных характеристик.

Следует отметить, что среди всех рассматриваемых городов масштабные планы по развитию трамвайной сети, которые частично уже реализуются, имеет только Екатеринбург. В рамках подготовки к проведению культурно-массовых мероприятий Чемпионата мира по футболу 2018 г. завершается строительство ребра по улице Татищева, которое свяжет более коротким путём трамвайную станцию «ВИЗ» с центральной частью города, пройдя в непосредственной близости от реконструируемого стадиона. Строительство новой линии приведёт к образованию дополнительного цикла, улучшится транспортная доступность некоторых кварталов, подвергнутых реновации и значительно увеличивших плотность населения.

Наиболее перспективными направлениями при строительстве новых линий являются связи новых строящихся микрорайонов, городов-спутников с большим центром (историческим ядром и зоной, примыкающей к нему). На сегодняшний день ведутся проектные работы и изъятие земли под трамвайную линию, которая соединит конечную станцию «улица Фрезеровщиков» со строящимся микрорайоном «Северная Корона» и южной частью города Верхняя Пышма. В начале июня 2017 г. был предложен проект, а 12 июля в рамках международной промышленной выставки «ИННОПРОМ-2017» подписано соглашение о строительстве линии уличного трамвая от улицы Окружной до строящегося микрорайона «Солнечный» [2]. Уже длительное время обсуждаются различные варианты строительства трамвайной линии в микрорайон «Академический», которое, однако, перенесено теперь уже на начало следующего десятилетия [5]. Если упомянутые планы будут реализованы, то протяженность трамвайной сети Екатеринбурга увеличится до 99,2 км (при двухпутном измерении), а коэффициент неиспользованного потенциала снизится до 31,3%.

Проект строительства линии в Верхнюю Пышму наиболее реален и очень интересен с точки зрения влияния развития трамвайной сети на трансформационные процессы, происходящие в городской среде. Верхняя Пышма относится к числу спутников Екатеринбурга первого пояса, при развитии такие спутники в российских городских агломерациях сталкиваются с серьезным противоречием: с одной стороны, их развитие должно быть регламентировано с учетом положения в лесопарковой зоне (эколого-компенсационной), необходимости предотвращения экстенсивного сценария развития крупнейших городов [1], с другой – очень часто ближайшие спутники имеют богатую промышленную историю развития, весьма удачную современную функциональную структуру, в них локализуются многие успешные инвестиционные проекты (что как раз характерно для Верхней Пышмы). Очевидно, что преодоление названного противоречия связано с формулированием и претворением в жизнь конструктивного компромиссного решения, которое предполагает эффективную и последовательную экологизацию и гуманизацию имеющихся и появляющихся вновь производственных функций, избирательное расширение функциональной базы, формирование среды, благоприятной для жизни и деятельности людей. Важным условием реализации этих направлений является развитие современного общественного транспорта,

обеспечивающего комфортные перемещения внутри городских агломераций с высокой скоростью. По нашему мнению, создание современных систем рельсового транспорта в условиях нарастающей автомобилизации и пока труднопреодолимых тенденций к сохранению многоэтажного жилищного строительства – важнейший способ стимулирования населения к избирательному пользованию личным автомобилем. Екатеринбургская агломерация может оказаться первой в России, где эта попытка будет сделана с помощью трамвая. Одновременно в сочетании с происходящим расширением функциональной базы Верхней Пышмы новая трамвайная линия будет способствовать и решению проблемы суточной асимметричности потоков маятниковых мигрантов, характерной для всех российских агломераций. Важно также обратить внимание на использование элементов государственно-частного партнерства при реализации проекта [7].

Отметим, что если трамвайная линия в Верхнюю Пышму через микрорайон «Северная Корона» будет построена в анонсированные сроки, то она станет одним из ключевых элементов трансформации функциональной структуры в северной части внешней зоны Екатеринбурга, способствуя расширению свободы выбора населения данной территории с точки зрения доступности мест приложения труда и проведения досуга, в отличие от микрорайона «Академический», где первоначальные планы [8] реализованы не были, что существенно снизило комфортность проживания в нем.

Помимо нового строительства для повышения надёжности функционирования трамвайной сети необходимо максимально использовать имеющийся потенциал (приблизить коэффициент неиспользованного потенциала к нулевому значению), что, по нашему мнению, можно достигнуть следующими мероприятиями:

- обособление трамвайных линий относительно других видов транспорта,
- создание программы, предусматривающей капитальную реконструкцию трамвайных линий в том числе с использованием механизмов частно-государственного партнерства.

Данные мероприятия актуальны для всех исследуемых городов, так как основными факторами увеличения неиспользованного потенциала является отсутствие обособления и ненормативное техническое состояние путевой инфраструктуры.

Говоря о повышении эффективности функционирования и перспективах развития пермской сети уличного трамвая, следует отметить, что предпринимаемые администрацией города и МУП «Пермгорэлектротранс» усилия являются, по нашему мнению, недостаточными, а приоритеты выбраны не совсем верно. Так, планируемое создание нового ребра вдоль границы исторического ядра (по ул. Революции) хотя и приведёт к образованию нового цикла, но, по нашим расчетам, снизит коэффициент неиспользованного потенциала городской трамвайной сети всего на 1,3% до уровня 46,0%. Тем не менее, транспортная доступность строящегося жилого комплекса в квартале №179 по улице Революции улучшится. На наш взгляд, первоочередные задачи следующие: проведение капитальной реконструкции наиболее загруженных участков сети в пределах большого центра, где проходят трассы маршрутов с наибольшими объемами перевозимых пассажиров (улицы Пушкина, Революции, Куйбышева, Петропавловская, Ленина и др.); обеспечение максимальных предпочтений трамваю и принятие административных и технологических мер в пределах зоны, примыкающей к историческому ядру.

За пределами большого центра и, особенно, на его границе при пересечении с внутренними объездными магистралями (улицы Стахановская, Чкалова) необходимо создание трамвайной инфраструктуры уровня, соответствующего требованиям к системам ЛРТ. Более подробно предложения применительно к разным частям города были рассмотрены ранее [3]. Отметим, что реконструкция трамвайных путей на Северной дамбе по стандартам, близким к ЛРТ, позволит снизить коэффициент неиспользованного потенциала на данном дендрите, по нашим расчетам, до 40,2%, а для всей сети – до 46,0%, в то время как традиционная реконструкция, проводимая в сезон 2017–2018 гг. на данном участке приведет к снижению значений упомянутых коэффициентов соответственно до 51,9% и 47,2% соответственно. Таким образом, полумеры не приводят к значительному повышению эффективности функционирования трамвая, поскольку не увеличивается скорость движения, не повышается надёжность сообщения, а значит, не увеличивается привлекательность этого вида транспорта.

Рекомендуется учесть опыт Челябинска и Екатеринбурга по внедрению системы адаптивного управления светофорными объектами, когда трамвайным вагонам, подъезжающим к светофорам, обеспечивается «зелёная волна» при помощи специального аппаратно-программного комплекса.

Опыт Екатеринбурга по развитию трамвайной сети, в том числе с использованием механизмов частно-государственного партнерства, способствующего преобразованию городской среды, по нашему мнению, должен быть внимательно изучен в Перми. При вытянутости и неоднородности пермского городского пространства особенно актуальным является повышение эффективности использования существующих территорий вместо освоения новых. При проектировании новых жилых микрорайонов, ревитализации районов с преимущественно индивидуальной застройкой или промышленных территорий необходимо предусмотреть проектирование линий городского рельсового общественного транспорта, которые обеспечат доступ трансформируемых территорий к основным направлениям корреспонденций.

Выводы

Таким образом, среди рассмотренных городов лидирующие позиции по значению интегрального структурно-технического показателя качества трамвайной сети занимает сеть уличного трамвая г. Екатеринбурга, хотя потенциал и этой сети использован далеко не в полной мере. В то же время планы по развитию сети этого города, которые будут не только способствовать выведению ее на новый качественный уровень, но и окажут комплексное позитивное влияние на преобразование среды регионального центра и его ближайшего спутника – г. Верхняя Пышма, должны быть внимательно изучены при планировании развития агломераций других региональных центров.

В Челябинске и Ижевске пока нет конкретных планов по преодолению инерционных сценариев функционирования трамвайных сетей и тем более по включению их в общий контекст преобразования городской среды. Однако потенциал сетей используется относительно неплохо, а особенности топологических структур данных сетей, их технические характеристики, степень охвата городского пространства позволяют прогнозировать, что инерционный сценарий не перейдет в деструктивный.

Наиболее неблагоприятная ситуация характерна для Перми и, особенно, Уфы. Необходимы принятие управленческих решений, позволяющих вывести функционирование трамвайных сетей на качественно иной уровень, всестороннее осмысление передового мирового опыта развития систем городского рельсового транспорта в контексте общей трансформации городской среды.

На наш взгляд, все исследованные сети уличного трамвая перспективны. Мероприятия по развитию трамвайной сети должны быть направлены на повышение степени использования потенциала имеющейся сети, а также строительство новой.

Библиографический список

1. Бурьян А.П., Коробейников А.М., Меркушев С.А. Пермская агломерация: территориальная структура, проблемы и перспективы развития // Город и регион: проблемы сбалансированного развития. Пермь, 1999. С. 30–32.
2. В Екатеринбурге продлят 34 трамвай до «Солнечного» // ЕТВ. URL: http://ekburg.tv/novosti/gorod/2017-07-12/v_ekaterinburge_prodljat_34_tramvaj_do_solnechnogo (дата обращения: 26.07.2017).
3. Меркушев С.А. Трансформация городской среды и развитие городского электрического транспорта г. Перми // Географический вестник. 2016. № 2 (37). С. 49–60.
4. Меркушев С.А., Попов А.В. К вопросу о разработке методики комплексной оценки состояния городских транспортных систем // (в печати)
5. Панин С. Застройщик Академического: «Трамвай в районе появится через три-четыре года» // E1.RU. Екатеринбург онлайн. URL: http://www.e1.ru/news/spool/news_id-472273-section_id-105.html (дата обращения: 12.07.2017).
6. Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей. Смоленск-М.: Универсум, 2005. 384 с.
7. Черных М. Проект трамвайной ветки из Екатеринбурга в Верхнюю Пышму прошёл экспертизу // E1.RU. Екатеринбург онлайн. URL: http://www.e1.ru/news/spool/news_id-470377.html (дата обращения: 22.07.2017).
8. Щукин А. Новый российский город. Версия номер один // Эксперт. 2008. № 34 (623). С. 28–38.
9. Ceder A. Public Transit Planning and Operation: Theory, modelling and practice. Butterworth-Heinemann, 2007.
10. Dodson J., Mees P., Stone J., Burke M. The Principles of Public Transport Network Planning: A review of the emerging literature with select examples. Griffith University, Brisbane, Australia, 2011.

11. Zhao F. Large-Scale Transit Network Optimization by Minimizing User Cost and Transfers // *Journal of Public Transportation*, 2006. Vol. 9 (2). pp. 107 – 129.
12. Jian G., Peng Z., Chengxiang Z., Hui Z. Research on Public Transit Network Hierarchy Based on Residential Transit Trip Distance // *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Hindawi, 2012.

References

1. Burian, A.P., Korobeynikov, A.M. and Merckushev S.A. (1999), “Perm conurbation: territorial structure, problems and prospects of development”, *City and region: problems of sustainable development: Conf. Proc. Per.* Perm State University, pp. 30–32.
2. “Streetcar route No. 34 will be prolonged to “Solnechnyy” microdistrict in Yekaterinburg”, *ETV*. Available at: http://ekburg.tv/novosti/gorod/2017-07-12/v_ekaterinburge_prodljat_34_tramvaj_do_solnechnogo(Accessed 26 July 2017).
3. Merkushev, S.A. (2016), “Transformation of the urban environment and development of urban electric transport in the city of Perm” *Geographical bulletin*, no 2 (37), pp. 49–60.
4. Merkushev, S.A and Popov, A.V. (2017), “By the question of the development of a methodology for the integrated assessment of the state of urban transport systems”,
5. Panin, S. (2017), “Developer of the Academic: "A tram in the district will appear in three to four years"”, *E1.RU*. Yekaterinburg online, available at: http://www.e1.ru/news/spool/news_id-472273-section_id-105.html (Accessed 12 July 2017).
6. Tarkhov, S.A. (2005), *Evolucionnaya morfologiya transportnykh setej* [Evolutionary morphology of transport networks], Universum, Smolensk, Moscow, Russia.
7. Chernykh, M. (2017), “The project of a tram branch from Ekaterinburg to Verkhnyaya Pyshma was examined”, *E1.RU*. Yekaterinburg online, available at: http://www.e1.ru/news/spool/news_id-470377.html (Accessed 22 July 2017).
8. Shchukin, A. (2008), “New Russian city. Version number one”, *Ekspert* [Expert], no. 34 (623), pp. 28–38.
9. Ceder A. (2007), *Public Transit Planning and Operation: Theory, modelling and practice*, Butterworth-Heinemann.
10. Dodson J., Mees P., Stone J., Burke M. (2011), *The Principles of Public Transport Network Planning: A review of the emerging literature with select examples*, Griffith University, Brisbane, Australia.
11. Zhao F. (2006), “Large-Scale Transit Network Optimization by Minimizing User Cost and Transfers”, *Journal of Public Transportation*, vol. 9 (2), pp. 107–129.
12. Jian G., Peng Z., Chengxiang Z., Hui Z. (2012), “Research on Public Transit Network Hierarchy Based on Residential Transit Trip Distance” // *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Hindawi.

Поступила в редакцию: 01.08.2017

Сведения об авторах

Меркушев Сергей Александрович

кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии Пермского государственного национального исследовательского университета;
614990, Россия, Пермь, ул. Букирева, 15;
доцент кафедры экономики и менеджмента Пермского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации;
614990, Россия, Пермь, бул. Гагарина, 10;

e-mail: merck.sergey@yandex.ru

Попов Александр Вадимович

бакалавр географии, Пермский государственный национальный исследовательский университет;
614990, Россия, Пермь, ул. Букирева, 15;

e-mail: alexispopov15@gmail.com

About the authors

Sergey A. Merkushev

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Social and Economic Geography, Perm State University
15, Bukireva str., Perm, 614990; Russia;
Associate Professor, Department of Economics and Management; Perm Affiliate of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration;
10, Gagarin bul., Perm, 614060, Russia

Alexander V. Popov

Bachelor of geography, Perm State University
15, Bukireva str., Perm, 614990; Russia;

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Меркушев С.А., Попов А.В. Трамвайные сети уральских региональных центров в меняющейся городской среде // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. №3(42). С. 31–42. doi 10.17072/2079-7877-2017-3-31-42

Please cite this article in English as:

Merckushev S.A., Popov A.V. Streetcar networks in transforming urban environment of regional centers of Ural economic region // Geographical bulletin. 2017. № 3(42). P. 31–42. doi 10.17072/2079-7877-2017-3-31-42