

СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ: ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ

В. А. Игнатьюгин, А. И. Петров
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

BALANCE OF TRANSPORT SERVICES FOR THE POPULATION OF CITIES: BASIC APPROACHES

Vladislav A. Ignatyugin, Artur I. Petrov
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В данной статье отобраны, изучены и структурированы возможные подходы к оценке сбалансированности транспортного обслуживания населения городов. Проанализированы опыт решения задачи сбалансированности системы транспортного обслуживания населения городов и некоторые нормативные документы в сфере организации пассажирских перевозок, в том числе регламентирующие оптимизацию структуры пассажирского транспорта общего пользования. Представлены соображения о текущем уровне сбалансированности системы пассажирского транспорта общего пользования г. Тюмени. Сформулированы выводы об актуальности и перспективности подобного рода исследований применительно к системам транспортного обслуживания в крупных городах Российской Федерации.

Abstract. The article selects, studies and structures possible approaches to the assessment of the balance of transport services for the population of cities. The authors have been analyzed the experience in solving the problem of balance the system of transport services for the population of cities and some regulatory documents in the organization of passenger transportation, including those governing the optimization of the structure of public passenger transport. The paper presents ideas about the current level of balance of the Tyumen public passenger transport system. It has been formulated the conclusions about the relevance and prospects of this kind of research in relation to the transport service systems in large cities of the Russian Federation.

Ключевые слова: транспортная система, транспортное обслуживание населения, организация и управление, виды пассажирского транспорта, пассажирский транспорт общего пользования, индивидуальный автомобильный транспорт, автобусные перевозки, сбалансированность транспортного обслуживания

Key words: transport system, transport services for population, organization and management, types of passenger transport, public passenger transport, individual transport, bus transportation, balance of transport services

Для цитирования: Игнатьюгин, В. А. Сбалансированность транспортного обслуживания населения городов: основные подходы / В. А. Игнатьюгин, А. И. Петров. – DOI 10.31660/2782-232X-2023-2-64-78. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2023. – № 2 (104). – С. 64–78.

For citation: Ignatyugin, V. A., & Petrov, A. I. (2023). Balance of transport services for the population of cities: basic approaches. Architecture, Construction, Transport, (2(104)), pp. 64-78. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2023-2-64-78.

Введение

Транспортная система является важнейшей подсистемой любого города, и чем крупнее город, тем большую значимость она имеет в городском хозяйстве. Известно, что с ростом численности городского населения повышается его подвижность [1]. Данный тезис актуален и для такого крупного российского города, как Тюмень. В течение последних лет транспортная система Тюмени активно развивается: растет не только численность подвижного состава индивидуальных владельцев (в 2021 г. парк индивидуальных автомобилей составил около 390 тыс. ед.), но и объемы транспортных передвижений. Параметры улично-дорожной сети (УДС) города при этом не соответствуют уровню спроса на передвижения индивидуальным автомобильным транспортом (ИАТ). Потенциально это может привести к кризисным явлениям в сфере транспортного обслуживания населения города. В этой связи важно отметить, что сегодня недостаточное внимание уделяется развитию сектора пассажирского транспорта общего пользования (ПТОП). В то же время было бы неправильно говорить о кризисе в сфере пассажирских перевозок Тюмени. В последние годы объемы перевозок силами ПТОП уверенно растут и достигли в 2019 г. уровня 150,5 млн пасс./год. Локдаун, вызванный всплеском заболеваемости коронавирусной инфекцией, и последующие социально-экономические

изменения в жизни российского общества повлияли на динамику развития ПТОП Тюмени достаточно негативно. Тем не менее, в 2022 г. объем перевозок ПТОП в Тюмени составил 127,9 млн пасс. Перевозки горожан выполняются по 124 автобусным маршрутам. Общая протяженность маршрутной сети Тюмени в настоящее время составляет 619,6 км; в перевозках задействовано 1 307 автобусов. В то же время количественные показатели не отражают фактическое место общественного транспорта в транспортной системе города в целом, в соотношении с передвижениями на личном автотранспорте, численностью населения и другими факторами. Соотношение взаимно связанных показателей применительно к какой-нибудь деятельности или процессу принято называть балансом [2]. Вопрос сбалансированности транспортного обслуживания населения городов (ТОНГ) рассматривался многими исследователями, поэтому для оценки сбалансированности могут использоваться совершенно разные подходы, рассмотрению которых и посвящена данная статья.

Объект и методы исследования

Объектом исследования в данной статье является система ТОНГ. Предметом – существующие подходы к поиску оптимального баланса в сфере ТОНГ. Основной акцент при этом сделан на подсистеме ПТОП как основе всей транспорт-

ной системы города, максимально эффективной и производительной. Уточним, для Тюмени подсистема ПТОП идентична подсистеме автобусного транспорта как единственного вида ПТОП в городе.

Результаты и обсуждение

Вопрос сбалансированности ТОНГ можно рассмотреть с разных сторон. В этой связи видится необходимым сгруппировать и классифицировать основные подходы к вопросу оценки сбалансированности ТОНГ.

Если рассматривать транспортную систему в целом, то можно подойти к исследованию данного вопроса с позиции баланса использования различных видов транспорта и способов городских передвижений. С другой стороны, взглянув на данную проблему более узко, можно рассматривать сбалансированность элементов в рамках отдельного вида транспорта. В общих чертах основные подходы к формированию структуры сбалансированности ТОНГ можно представить в виде схемы (рис. 1).

Единственным видом ПТОП в Тюмени, как и во многих других городах России, является автобусный транспорт. Ему и будет уделено особое внимание в данной статье при рассмотрении вопроса сбалансированности элементов в рамках отдельно взятого вида транспорта.

Для автобусного ПТОП данный подход может быть разделен на две подгруппы: с точки зрения

используемого подвижного состава и с позиции структуры маршрутов.

При этом необходимо отметить, что вопрос сбалансированности ТОНГ связан с различными внешними факторами городской среды, к которым можно отнести социально-экономические характеристики города, его градостроительное развитие и т. д. Остановимся подробнее на каждом из них.

Сбалансированность транспортного обслуживания по видам транспорта и способам передвижения

Проблематика сбалансированности системы ТОНГ была актуальна еще 80–90 лет назад. Так, в 1937 г. А. Х. Зильберталь писал: «Основными вопросами, возникающими при решении транспортной проблемы города на перспективу, являются следующие: установление качественных показателей, определяющих роль и место каждого вида городского пассажирского транспорта в системе городского хозяйства» [3].

Фактические и целевые доли различных способов передвижения зависят от множества факторов, как в части социально-экономического развития города и государства в отдельный период времени, так и в части транспортной парадигмы, характерной для этого времени. Так, например, предложенный А. Х. Зильберталем целевой вариант структуры передвижений (без учета метрополитена) по видам транспорта можно представить в следующем виде (таблица 1).

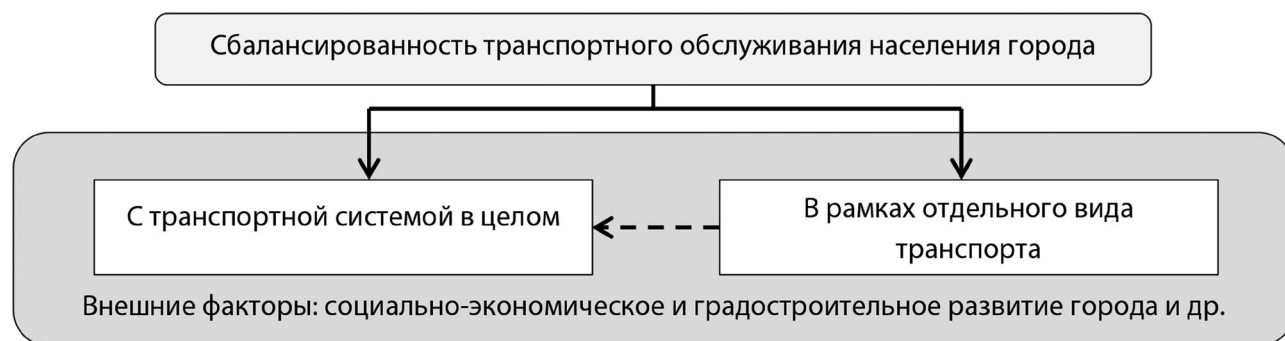


Рис. 1. Общая группировка подходов к оценке сбалансированности ТОНГ
Fig. 1. General grouping of approaches to the assessment of the balance of transportation services for the population of cities

Таблица 1

Table 1

Удельный вес различных видов транспорта по А. Х. Зильберталю, % (1937 г.) [3]

Specific weight of different types of transport according to A. H. Zilbertal, % (1937) [3]

Частный автомобиль	Учрежденческий автомобиль	Прокатный автомобиль	Такси	Мотоцикл	Велосипед	Массовый пассажирский транспорт
2–5	ничтожно	0,5–1	3–5	ничтожно	1–2	87,0–93,5
Всего 6,5–13,0						

Естественно, что указанные пропорции распределения пассажирских перевозок по видам транспорта виделись специалистам вполне обоснованными в реалиях советских городов 1930-х гг. с учетом реально существовавшего тогда уровня автомобилизации. В наше время такое распределение передвижений можно было бы смело назвать мечтой урбаниста.

Начиная с 1950-х гг. среди специалистов западных стран разделение передвижений в пространстве города по видам транспорта в процессе транспортного планирования стало принято называть Modal Split [4].

Уже в начале XXI века крупнейшие города России, отказавшись от ориентированной в большей степени на развитие ПТОП градостроительной и транспортной политики советского времени, стали остро испытывать транспортные проблемы, связанные с ростом уровня автомобилизации. Баланс структуры передвижений начал смещаться в пользу доли передвижений на ИАТ.

Перед транспортными инженерами современности стоят ровно те же самые проблемы, что и в 1930–1950 гг., – поиск оптимального баланса между способами передвижения городских жителей и использованием различных видов транспорта.

Глубокий анализ накопленного опыта зарубежных стран в части планирования и внедре-

ния сбалансированных транспортных систем был проведен В. Р. Вучиком в рамках концепции «Города, удобные для жизни». Рассматривая роль различных видов транспорта в транспортной системе городов, он сформулировал понятие сбалансированной транспортной системы как «интермодальной системы, спроектированной и функционирующей таким образом, чтобы каждый вид транспорта исполнял ту роль, в которой он наиболее эффективен» [5]. В. Р. Вучик сталкивается в итоге почти с тем же вопросом, что и А. Х. Зильберталь: какая комбинация видов транспорта в конкретном городе может соответствовать перечисленным выше требованиям?

В большинстве случаев задачей сегодняшнего дня является сокращение доли нерациональных передвижений на ИАТ в пользу ПТОП, пеших и других немоторизованных передвижений. Такая же задача рассматривалась, например, в рамках Программы комплексного развития транспортной инфраструктуры г. Тюмени на период 2018–2040 гг. (ПКР ТИ г. Тюмени).¹

При разработке прогноза транспортного спроса, объемов и характера передвижения населения в рамках данной программы было сформировано планово-прогнозное распределение передвижений тюменцев по видам транспорта (таблица 2).

¹ Об утверждении программы комплексного развития транспортной инфраструктуры города Тюмени на период 2018–2040 годов : Постановление Администрации г. Тюмени от 25 июня 2018 г. № 331-пк. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550135337> (дата обращения: 12.02.2023).

Таблица 2

Table 2

*Ориентировочный план-прогноз ПКР ТИ г. Тюмени
по распределению передвижений горожан по видам транспорта
Indicative plan-forecast of the Program of complex development of Tyumen transport infrastructure
on the distribution of movement of citizens by different types of transport*

Подсистема транспорта	Распределение по годам, %					
	2016	2020	2025	2030	2035	2040
индивидуальный транспорт	44	41	35	35	35	31
пассажирский транспорт общего пользования	40	42	48	50	52	55
пешеходные и велосипедные передвижения	16	17	17	15	13	14

При определении пропорций передвижений жителей Тюмени по видам транспорта (по состоянию на 2016 г.) в ПКР ТИ г. Тюмени опирались на результаты анкетирования населения. Остальные значения были прогнозными. Ожидалось, что комплекс реализуемых в рамках ПКР ТИ мероприятий должен сформировать условия для создания более устойчивой транспортной системы, в большей степени использующей ПТОП и немоторизованные виды передвижения. В то же время предполагается, что общий рост территории городской застройки к 2040 г. приведет к некоторому сокращению доли пешеходов и велосипедных передвижений.

Ввиду огромного количества осуществляемых передвижений, различных вариантов комбинаций видов и способов передвижения, а также множества влияющих на них факторов, по-прежнему не существует общепризнанных методик точного определения оптимальной структуры городских передвижений. Во многом для получения пропорций Modal Split для существующей ситуации приходится использовать данные социологических исследований в форме различного рода анкет и опросов. Однако результаты опросов так или иначе опираются на некую выборку респондентов, что накладывает на них определенную субъективность.

Также для определения структуры передвижений могут использоваться специализированные программные продукты, что в какой-то мере позволяет оценивать возможное влияние тех или иных мер по развитию транспортной систе-

мы на распределение передвижений по способам и видам транспорта. Одна из таких программ разработана в Тюменском индустриальном университете [6].

В любом случае определение доли ПТОП в структуре передвижений как отражение сбалансированности его развития относительно других элементов транспортной системы не теряет своей актуальности.

Сбалансированность транспортного обслуживания в рамках отдельного вида транспорта

ПТОП теоретически может быть представлен различными видами транспорта, начиная от автобусного и троллейбусного, трамвая и метрополитена и заканчивая такими экзотическими видами, как монорельс или канатные дороги. Впрочем, метрополитен в России имеет место быть только в отдельных крупнейших городах. Трамвайное и троллейбусное движение тоже представлено далеко не везде. Для большинства систем ТОНГ основным видом ПТОП является автобус. Тюмень также утратила в 2009 г. советское наследие в виде городской троллейбусной системы [7]. На сегодняшний день ПТОП Тюмени представлен исключительно автобусами, поэтому в данной статье будет рассматриваться именно этот вид транспорта.

Сбалансированность структуры парка подвижного состава

Автобусы могут быть классифицированы исходя из различных критериев. Еще в советское время была принята классификация автобусов

по габаритной длине [8]. Она достаточно условна и, по сути, не в полной мере отражает главную характеристику автобуса как транспортного средства, используемого для перевозки пассажиров, а именно – его пассажировместимость. На данное обстоятельство указывал в частности И. В. Спирин еще в 2010 г. [1]. Однако подход к классификации автобусов по габаритной длине с незначительными изменениями применяется и сегодня. Так, Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 220-ФЗ² предлагает схожую с ранее использовавшейся в СССР классификацию автобусов и делит их на пять классов – от особо малого до особо большого по габаритной длине.

Так или иначе, возникает вопрос сбалансированности парка подвижного состава автобусного ПТОП с точки зрения количества задействованных для перевозки пассажиров автобусов разных классов, а следовательно, доли автобусов каждого класса в общей структуре парка. Главный вопрос – насколько оправдана конкретная структура парка для определенного города?

После распада СССР для городов России стало характерно существенное увеличение доли объема перевозок, выполняемых автобусами малого класса. Это было вполне закономерно и обоснованно. Приобретение таких автобусов было более доступно частным перевозчикам и в условиях деградации крупных пассажирских автотранспортных предприятий в 1990-х гг., вероятно, неизбежно. На одной из лекций В. Р. Вучик назвал московские маршрутки пародией на массовый общественный транспорт, которая появилась в результате непродуманного дерегулирования его деятельности [5]. С данным утверждением сложно не согласиться.

В Тюмени ситуация была схожей. Так, в 2015 г. доля автобусов малого класса (ГАЗ-32212 «Газель» различных модификаций, Fiat Ducato и т. п.) составляла более половины – 53,7 % от общего количества автобусов, задействованных в перевозках. В результате реализованного за последние годы комплекса мер, направленных на повышение вместимости транспортных средств и общей провозной способности ПТОП, к концу 2022 г. доля таких автобусов в Тюмени снизилась до 32,7 %. Но насколько сегодняшнее состояние можно назвать соответствующим потребностям города?

Нормативные показатели сбалансированности структуры подвижного состава общественного транспорта для городов России сформулированы в Методических рекомендациях по оптимизации систем транспортного обслуживания городских агломераций, а также внедрению цифровых технологий оплаты проезда и мониторинга транспортного обслуживания населения³ (таблица 3).

Для Тюмени, относящейся к числу городов с населением от 500 до 1000 тыс. чел., структура распределения парка автобусов по классам с учетом постепенного сокращения доли малоэтажной застройки должна быть ориентировочно следующей:

- 10 % – автобусы малого класса (максимальное значение);
- 40 % – автобусы среднего класса (менее порогового значения в 40 %);
- 50 % – автобусы большого и особо большого класса (минимальное значение).

Фактическая структура парка подвижного состава ПТОП г. Тюмени на начало 2023 г. представлена на рис. 2.

² Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 220-ФЗ. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. – URL: <https://base.garant.ru/71129200/> (дата обращения: 07.02.2023).

³ Об утверждении методических рекомендаций по оптимизации систем транспортного обслуживания городских агломераций, а также внедрению цифровых технологий оплаты проезда и мониторинга транспортного обслуживания населения : Приказ Министерства транспорта РФ от 30 декабря 2021 г. № 482. – Текст : электронный // Информационно-правовой портал «ГАРАНТ.РУ» : сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403423478/> (дата обращения: 02.02.2023).

Таблица 3

Table 3

Рекомендуемый баланс парка транспортных средств в зависимости от размера городской агломерации и соотношения малоэтажной и многоэтажной застройки
Recommended balance of vehicle fleet depending on the size of the urban agglomeration and the ratio of low-rise to high-rise development

Численность жителей города, тыс. чел.	Доля парка транспортных средств определенного класса, %											
	малого класса				среднего класса				большого и особо большого класса			
	Доля территорий малоэтажной застройки, %				Доля территорий малоэтажной застройки, %				Доля территорий малоэтажной застройки, %			
	> 50	30–50	10–20	< 10	> 50	30–50	10–20	< 10	> 50	30–50	10–20	< 10
более 1000	до 20			до 5	до 30			≤ 10	≥ 70			≥ 90
500–1000	до 30	до 20	до 10	до 5	до 70	до 60	до 50	до 40	≥ 15	≥ 40	≥ 50	≥ 70
200–500	до 40	до 30	до 20	до 10	до 70		до 60	до 50	≥ 10		≥ 30	≥ 40
100–200	до 50		до 40	до 30	≥ 20 (включая А/Б большого класса)		≥ 50 (включая А/Б большого класса)					
50–100	до 60		до 40	до 30			≥ 10 (включая А/Б большого класса)				≥ 10 (включая А/Б среднего класса)	
менее 50	до 50				20–80							

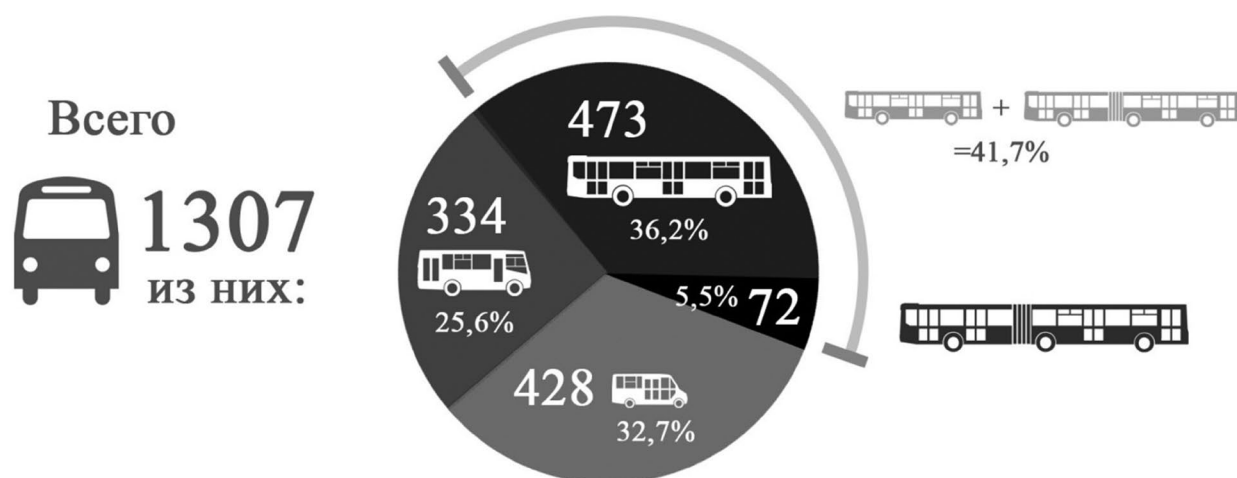


Рис. 2. Структура парка подвижного состава ПТОП Тюмени на начало 2023 г.
Fig. 2. The structure of the stock of public passenger transport in Tyumen at the beginning of 2023

Сопоставим фактическую структуру парка подвижного состава ПТОП Тюмени (рис. 2) с целевой структурой (таблица 3), приведенной в ранее упомянутых методических рекомендациях. Доля автобусов малого класса в настоящее

время в Тюмени примерно в три раза выше нормативной. Очевидно, что это издержки системы организации транспортного обслуживания населения Тюмени, сформировавшиеся в течение 1990–2010 гг.

Отметим, что странной особенностью рекомендуемого баланса парка транспортных средств, приведенного в таблице 3, является отсутствие каких бы то ни было рекомендаций для доли территорий малоэтажной застройки в диапазоне 20–30 %.

При этом для шкалы показателей часто характерна проблема пограничных значений, при которых наивысшие целевые значения предыдущего сегмента шкалы недостаточны, а следующего – избыточны. Так, разница между городами с численностью населения в 190 и 210 тысяч человек с точки зрения общего количества передвижений не так велика. Однако в первом случае для городов с долей территорий малоэтажной застройки более 50 % доля автобусов среднего класса должна составлять не менее 20 % (в том числе большого класса), а во втором – до 70 %. Смягчающим фактором здесь все же является некая размытость шкалы (значения указаны с предлогом *до*), что допускает определенную вариативность.

В любом случае подобные рекомендации полезны и могут рассматриваться в качестве некоего целевого ориентира, но, тем не менее, они не могут существовать в отрыве от маршрутной сети, так как автобусы в конечном итоге распределяются по конкретным маршрутам.

Сбалансированность структуры регулярных автобусных маршрутов ПТОП

Регулярные автобусные маршруты могут быть классифицированы по различным признакам. Наиболее распространенные варианты предполагают дифференциацию маршрутов по территориальному признаку (радиальные, диаметральные, кольцевые и т. д.), по времени действия (например, сезонные, круглогодичные) и т. д. [1].

Рассматривая маршрутную сеть как систему, а не просто набор связей, можно выделить определенные группы маршрутов ПТОП исходя из их назначения и параметров их обслуживания. Основные потребности в передвижении удовлетворяются маршрутами, в которые включается большая часть остановочных пунктов по пути следования с режимом работы в промежутке с

5:00–6:00 до 23:00–24:00 круглогодично и приостановкой работы в ночное время. Такую форму транспортного обслуживания населения можно назвать стандартной, она характерна для большинства населенных пунктов [9].

Взяв за пример реализуемый в настоящее время в г. Москве проект «Магистраль 2.0», мы обнаружим, что маршрутная сеть поделена на три основные группы [10]:

- магистральные маршруты обеспечивают связь центра Москвы с районами по основным улицам с наименьшими интервалами движения;
- районные – предназначены для передвижений внутри района или между районами со средними интервалами движения до 15 минут;
- социальные маршруты связывают значимые социальные объекты: поликлиники, школы, МФЦ и другие с интервалами движения до 30 минут.

При этом для удовлетворения различных специфических потребностей в передвижении могут применяться специфические формы транспортного обслуживания населения с особыми видами маршрутов [9]. Обобщенное представление о стандартных и специфических формах транспортного обслуживания можно получить с помощью схемы (рис. 3).

В этой связи видится перспективным формирование методических рекомендаций по сбалансированности маршрутной сети автобусного ПТОП в части применения стандартных и специфических форм транспортного обслуживания исходя из ряда критериев, выступающих в качестве характеристики социально-экономического развития города. К таким критериям можно отнести не только численность населения, но также и развитость сферы услуг, включая сервисы, работающие в ночное время, туристическую привлекательность города (долю сферы туризма в городской экономике) и др. Кроме того, во внимание может приниматься площадь города, наличие иных внеуличных видов скоростного пассажирского транспорта и другие факторы. Данный вопрос требует дальнейшей детальной проработки.



Рис. 3. Стандартные и специфические формы транспортного обслуживания
Fig. 3. Standard and specific forms of transportation services

Сбалансированность ТОНГ с другими факторами жизнедеятельности города

Города постоянно меняются: происходит расширение территории застройки и строительство новых жилых комплексов, закрываются предприятия и открываются новые социально значимые объекты. Развитие систем ТОНГ должно идти в соответствии с этими процессами. Отчасти этот баланс отражают вышеупомянутые подходы к структуре передвижений, парка подвижного состава по классам и маршрутной сети. Однако данный перечень нельзя назвать исчерпывающим, поэтому рассмотрим сбалансированность ТОНГ с учетом нескольких важных признаков.

Сбалансированность общего количества подвижного состава, используемого для ТОНГ, с ростом численности населения

Даже имея сбалансированную по классам транспортных средств структуру парка подвижного состава, необходимо на постоянной основе поддерживать баланс количества задействованного подвижного состава в соотношении с численностью городского населения. При этом количество подвижного состава должно определяться с учетом необходимости сохранения уровня провозной способности ПТОП. Данный вопрос

был детально рассмотрен авторами в одной из работ [11]. В качестве примера приводилась динамика изменения численности населения и объемов перевозок ПТОП Тюмени. С учетом обновления статистики по объемам перевозок за 2022 г. такая динамика представлена на рис. 4.

В целом необходимое прогнозное общее количество задействованных транспортных средств ПТОП, необходимых для обслуживания возрастающего населения города на прогнозный период, рассчитывается по формуле:

$$N_{автj}^{прог} = \frac{0,001 N_{гj}^{прог} \cdot q_{птоп}^{1000}}{q_{ср}}, \quad (1)$$

где $q_{птоп}^{1000}$ – удельная провозная способность ПТОП на 1 000 человек, пассажиро-мест/1 000 чел. городского населения;

$N_{автj}^{прог}$ – прогнозное общее количество транспортных средств, используемых ПТОП города на j -й год, ед.;

$N_{гj}^{прог}$ – прогнозируемая на j -й год численность населения города, человек.

Более подробное описание данного подхода также приведено в [11].



Рис. 4. Динамика изменения численности населения и объемов перевозок ПТОП Тюмени
Fig. 4. Dynamics of change in the population and the volume of public passenger transportation in Tyumen

Сбалансированность ТОНГ с локализацией размещения отдельных социально значимых объектов

В последние годы подходы к планированию развития социальной инфраструктуры, включая учреждения здравоохранения, образования, культуры и некоторые другие социальные объекты, все чаще подвергаются реформированию. В основном это делается для решения нескольких задач: сокращения затрат на административно-управленческий персонал, более эффективного использования ряда специализированных помещений (например, спортзалов и бассейнов в школах), медицинского оборудования и т. д. Одним из основных способов решения этих задач можно назвать укрупнение учреждений. Однако если в отношении уже действующих объектов оптимизация административного персонала не сказывается на их территориальной доступности, то в случае ликвидации отдельных филиалов и перевода их функций в более крупные учреждения возникают дополнительные передвижения на ИАТ и ПТОП. Аналогичная тенденция может прослеживаться и в районах новой жилой застройки за счет укрупнения школ, поликлиник и т. д.

Таким образом, обратной стороной решений по оптимизации социальной инфраструктуры может стать расширение территории их обслужи-

вания и ухудшение пешей доступности таких объектов для населения, следовательно, возникает дополнительная потребность в затратах на организацию ТОНГ.

В отдельных случаях в целях сокращения затрат на аренду помещений либо расширения площадей для размещения социально значимых объектов принимаются решения о переводе таких учреждений в другое здание. При этом зачастую может значительно ухудшаться транспортная доступность таких объектов.

Так, например, при переезде отделения Пенсионного фонда РФ в г. Тюмени в январе 2020 г. [12] из центральной части города (ул. Ленина, 78) в другой район (ул. 50 лет ВЛКСМ, 27), значительно ухудшилась доступность данного объекта посредством ПТОП. До переезда в пешей доступности (в радиусе 400 м) располагались остановочные пункты «Центральный рынок 1», «Центральный рынок 2», «Центральный рынок 3» и «Ул. Мориса Тореза», которые в общей сложности обслуживались 45 маршрутами регулярных перевозок и обеспечивали беспересадочную доступность офиса Пенсионного фонда РФ для жителей практически всех районов города. После переезда в относительной доступности осталось только четыре маршрута регулярных перевозок, три из которых проходят по ул. Малыгина через остановочные пункты «Ул. Малыгина» на рассто-

янии, превышающем нормативное значение пешей доступности. Впоследствии для улучшения транспортного обслуживания Пенсионного фонда РФ в непосредственной близости от здания была обустроена дополнительная автобусная остановка на ул. М. Горького и внесены соответствующие изменения в схему маршрута регулярных перевозок № 60.

В общем виде примерный вариант оценки сбалансированности транспортного обслуживания с мероприятиями по размещению социально значимых объектов может быть выражен в виде формулы:

$$K_{CB} = (\mathcal{E}_{онм}^{год} - \mathcal{Z}_{тр}^{год}) / C_{онм}^{год}, \quad (2)$$

где K_{CB} – коэффициент сбалансированности;

$\mathcal{E}_{онм}^{год}$ – годовой экономический эффект от мероприятий по оптимизации размещения социально значимых объектов, руб.;

$\mathcal{Z}_{тр}^{год}$ – дополнительные затраты на организацию ТОНГ, обусловленные реализацией мероприятий по оптимизации размещения социально значимых объектов, руб.

Сбалансированность финансирования ТОНГ и дорожного строительства

Многократное превышение объемов выделяемого финансирования на программы дорожного строительства по сравнению с финансированием проектов по развитию ПТОП в конечном итоге стимулирует жителей к использованию автомобилей и ведет к отказу от поездок на ПТОП. Так, например, за период с 1980 по 1995 гг. расходы федерального бюджета США на дорожное строительство удвоились, тогда как расходы на ПТОП в городах фактически сократились. Соотношение таких расходов составило к 1995 г. примерно 3,8:1,0 (по сравнению с 1,8:1,0 в 1981 г.), что спровоцировало рост дисбаланса между ИАТ и ПТОП [5].

Согласно данным бюджета Тюмени на 2023 г. и плановый период 2024 и 2025 гг.⁴, такое соотношение может составить примерно 2,1:1,0 для подразделов «Дорожные фонды» и «Транспорт» (совместно с целевыми статьями «Социальная поддержка отдельных категорий граждан в отношении проезда на транспорте» и «Субсидии на возмещение расходов в связи с оказанием льготных услуг по проезду на ПТОП в границах муниципального образования городской округ г. Тюмень по муниципальным маршрутам регулярных перевозок по регулируемым тарифам, межмуниципальным маршрутам регулярных перевозок до садоводческих товариществ по регулируемым тарифам льготным категориям граждан»).

Данное соотношение является приблизительным и может быть уточнено с учетом выделения из дорожных фондов отдельных статей затрат, которые можно рассматривать как меры, стимулирующие использование ПТОП («Организация единого городского парковочного пространства», затраты на обустройство автобусных остановок и др.). Тем не менее, остается открытым вопрос: достаточно ли данное соотношение отвечает потребностям г. Тюмени?

Данное направление оценки сбалансированности ТОНГ также имеет перспективы для исследования с учетом опыта городов различных стран, плотности УДС и ряда других аспектов.

Сбалансированность ТОНГ с развитием дорожно-транспортной инфраструктуры

В качестве основных технических показателей городской транспортной сети применительно к ПТОП принято выделять маршрутный коэффициент и плотность маршрутной сети [1, 13].

Маршрутный коэффициент K_M при этом рассчитывается по формуле [1]:

$$K_M = L_{мобщ} / L_c, \quad (3)$$

⁴ О бюджете города Тюмени на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов : Решение Тюменской городской Думы от 24.11.2022 г. № 549. – Текст : электронный // Тюменская городская Дума : официальный сайт. – URL: <https://duma.tyumen-city.ru/files/informer/file/2022/11/63871ea69bdde.pdf> (дата обращения: 22.01.2023).

где $L_{\text{Мобц}}$ – общая длина маршрутов ПТОП, км;
 L_c – общая длина маршрутной сети ПТОП, км.

В таком случае маршрутный коэффициент, по сути, отражает общую дублированность маршрутной сети, не отражая в то же время ее фактическую доступность для пассажиров с точки зрения пешеходных подходов.

Плотность маршрутной сети ρ рассчитывается по формуле [1]:

$$\rho = L_c / F, \quad (4)$$

где F – площадь селитебной территории, км².

Однако сама по себе плотность маршрутной сети также не в полной мере отражает доступность автобусного ПТОП для пассажиров, так как не учитывает наличие остановочных пунктов. Можно возразить, что Уставом автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта⁵ все еще предусмотрен такой вид пассажирских перевозок, как перевозки с посадкой и высадкой пассажиров в любом, не запрещенном правилами дорожного движения месте по маршруту регулярных перевозок. Однако в современных условиях крупных городов с высоким уровнем автомобилизации так называемые

маршрутные такси не обеспечивают безопасные условия перевозки пассажиров, поэтому в качестве ключевого условия при организации ТОНГ следует ориентироваться на необходимость осуществления посадки/высадки на оборудованных остановочных пунктах. Таким образом, мы приходим к выводу, что именно обеспеченность городской территории достаточным количеством обслуживаемых ПТОП с учетом установленных нормативов пешей доступности в большей степени отражает сбалансированность развития дорожно-транспортной инфраструктуры с ТОНГ.

В этой связи для оценки сбалансированности ТОНГ с развитием дорожно-транспортной инфраструктуры можно применить фрактальный метод оценки уровня обеспеченности городского пространства остановочными пунктами пассажирского транспорта общего пользования [14]. Согласно данному методу, территорию города предлагается покрыть сетью равносторонних шестиугольников, в котором половина большой диагонали равна нормативному расстоянию пешей доступности. Для расчета принимаются только ячейки, попадающие на территорию города, по которой принципиально может быть организовано движение ПТОП на момент расчета (рис. 5).

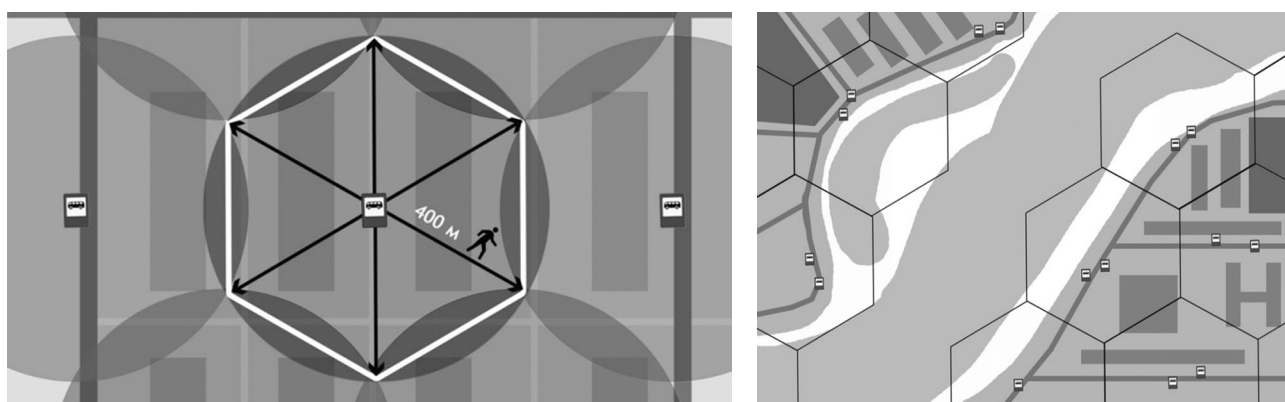


Рис. 5. Наложение зон пешеходной доступности в виде шестиугольников
Fig. 5. Overlay zones of pedestrian accessibility in the form of hexagons

⁵ Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта : Федеральный закон от 08.11.2007 г. № 259-ФЗ / Принят Государственной Думой 18 октября 2007 г.; одобрен Советом Федерации 26 октября 2007 г. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902070572> (дата обращения: 20.01.2023).

Таким образом, коэффициент обеспеченности остановочными пунктами маршрутной сети города можно рассчитать по формуле [14]:

$$K_{400} = z_{он} / (n_{яч} \times 2), \quad (5)$$

где $z_{он}$ – число остановочных пунктов маршрутной сети ПТОП в границах города;

$n_{яч}$ – количество ячеек.

В 2017 г. значение данного коэффициента для Тюмени составляло 1,3. Это значение на 30 % выше минимально достаточного. В сегодняшних условиях значение коэффициента несколько изменилось с учетом расширения территории городской застройки, с одной стороны, и роста количества остановочных пунктов, с другой.

Вместе с тем, перспективным представляется также рассмотрение других вопросов, связанных со сбалансированностью ТОНГ с развитием дорожно-транспортной инфраструктуры в части подходов к определению выделенных полос для маршрутных транспортных средств, обеспеченностью площадками для отстоя и разворота автобусного ПТОП, сервисными пунктами для сотрудников ПТОП и т. п.

Выводы

В данной статье рассмотрено семь различных подходов к вопросу оценки сбалансированности ТОНГ, ориентированных на использование

автобусного ПТОП. Для случаев применения в городе исключительно автобусного ПТОП данные подходы можно рассматривать в качестве основных.

Вполне возможно выделение и других подходов к оценке сбалансированности ТОНГ автобусным ПТОП. При этом могут быть использованы такие критерии, как структура подвижного состава по видам используемого топлива (включая электробусы) или экологическому классу двигателей автобусов. Несмотря на важность экологических аспектов, такие подходы не столь приоритетны с точки зрения удовлетворения потребности граждан в передвижении, поэтому данные подходы в статье подробно не рассматривались.

Тем не менее, дополненный вышеуказанными экологическими подходами перечень также нельзя будет назвать исчерпывающим, так как вполне возможно выделить и некоторые другие варианты оценки сбалансированности ТОНГ, в том числе и применительно к другим видам ПТОП. Каждый из них имеет потенциал для дальнейшего исследования. При этом актуальность таких исследований применительно к крупным городам Российской Федерации в обозримой перспективе будет только возрастать. В этой связи весьма перспективным представляется создание методики управления сбалансированностью структуры ТОНГ. Основой такой методики должен стать комплексный интегральный показатель сбалансированности ТОНГ.

Библиографический список

1. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по специальности 190701 «Организация перевозок и управление на транспорте (по видам транспорта)» / И. В. Спирин. – 5-е изд., перераб. – Москва : Академия, 2010. – 400 с. – Текст : непосредственный.
2. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка : 80000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова ; Российская академия наук, Российский фонд культуры. – 3-е изд., стер. – Москва : Азъ, 1996, – 928 с. – Текст : непосредственный.
3. Зильберталь, А. Х. Проблемы городского пассажирского транспорта / А. Х. Зильберталь ; под ред. инж. Г. И. Токарь. – Москва ; Ленинград : Государственное транспортное издательство, 1937. – 270 с. – Текст : непосредственный.

4. Ungvarai, A. Modal split – different approaches to a common term / A. Ungvarai. – DOI 10.1088/1757-899X/603/4/042091. – Текст : непосредственный // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. – 2019. – 603(4):042091.
5. Вучик, В. Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / Вукан Р. Вучик ; пер. с англ. А. Калинина под науч. ред. М. Блинкина. – Москва : Территория будущего, 2011. – 574 с. – Текст : непосредственный.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022684179 Российская Федерация. Программа для оценки структуры подвижности населения города : № 2022682953 : заявл. 28.11.2022 : опубл. 12.12.2022 / Е. С. Козин, А. А. Фадюшин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет». – Текст : непосредственный.
7. Дрогаева, Т. В Тюмени закрывают троллейбусное движение. Навсегда. – Текст : электронный // Информационное агентство «Накануне.RU» : сайт. – 2009. – URL: <https://www.nakanune.ru/news/2009/08/17/22167649/> (дата обращения: 12.03.2023).
8. Краткий автомобильный справочник / Государственный научно-исследовательский институт автомобильного транспорта – НИИАТ ; ред. Г. Н. Яковлев. – Москва : Транспорт, 1967. – 544 с. – Текст : непосредственный.
9. Игнатьев, В. А. Специфические формы транспортного обслуживания населения / В. А. Игнатьев. – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 02–04 декабря 2020 года. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2020. – С. 388–391.
10. Московский транспорт : сайт. – URL: <https://transport.mos.ru/> (дата обращения: 26.02.2023). – Текст : электронный.
11. Игнатьев, В. А. Программно-целевой подход к долгосрочному планированию бюджетного финансирования транспортного обслуживания населения крупных городов / В. А. Игнатьев, А. И. Петров. – Текст : непосредственный // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Материалы XVII международной научно-практической конференции, Оренбург, 17–18 ноября 2022 года. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 217–222.
12. Тюменский Пенсионный фонд переехал в новое здание. – Текст : электронный // Россия. Регион-Тюмень : сайт. – 2020. – URL: https://region-tyumen.ru/articles/society/tyumenskiy_pensionnyy_fond_pereekhal_v_novoe_zdanie/ (дата обращения: 12.03.2023).
13. Пассажирские автомобильные перевозки / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2006. – 448 с. – Текст : непосредственный.
14. Ташланов, Е. С. Фрактальный метод оценки уровня обеспеченности городского пространства остановочными пунктами пассажирского транспорта общего пользования / Е. С. Ташланов, В. А. Игнатьев. – Текст : непосредственный // Прогрессивные технологии в транспортных системах : сборник статей XIII международной научно-практической конференции, Оренбург, 15–17 ноября 2017 года. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. – С. 251–255.

References

1. Spirin, I. V. (2010). Organizatsiya i upravlenie passazhirskimi avtomobil'nymi perevozkami. 5th edition, revised. Moscow, Akademiya Publ., 400 p. (In Russian).
2. Ozhegov, S. I., & Shvedova, N. Yu. (1996). Tolkovyy slovar' russkogo yazyka: 80000 slov i frazeologicheskikh vyrazheniy. 3th edition. Moscow, Az" Publ., 928 p. (In Russian).

3. Zil'bertain, A. Kh. (1937). Problemy gorodskogo passazhirskogo transporta. Moscow, Leningrad, Gosudarstvennoe transportnoe izdatel'stvo Publ., 270 p. (In Russian).
4. Ungvarai, A. (2019). Modal split – different approaches to a common term. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 603(4):042091. (In English). DOI 10.1088/1757-899X/603/4/042091.
5. Vuchic, V. R. (1999). Transportation for Livable Cities. New York, Publ. Routledge, 378 p. (In English).
6. Kozin, E. S., & Fadyushin, A. A. Programma dlya otsenki struktury podvizhnosti naseleniya goroda. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2022684179 № 22682953. Applied: 28.11.2022. Published: 12.12.2022. (In Russian).
7. Drogaeva, T. (2009). VTjumeni zakryvajut trollejbusnoe dvizhenie. Navsegda. Informacionnoe agentstvo «Nakanune.RU». (In Russian). Available at: <https://www.nakanune.ru/news/2009/08/17/22167649/> (accessed 12.03.2023).
8. Jakovlev, G. N. (eds.). (1967). Kratkij avtomobil'nyj spravocnik. Moscow, Transport Publ., 544 p. (In Russian).
9. Ignatjugin, V. A. (2020). Specificheskie formy transportnogo obsluzhivaniya naseleniya. Problemy funkcionirovaniya sistem transporta: materialy Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, December, 02-04. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 388-391. (In Russian).
10. Moskovskij transport. (In Russian). Available at: <https://transport.mos.ru/> (accessed 26.02.2023).
11. Ignatyugin, V. A., & Petrov, A. I. (2022). Program-targeted long-term budget planning approach to financing public transport services for population of large cities. Progressivnye tekhnologii v transportnykh sistemakh: Materialy XVII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, November, 17-18. Orenburg, Orenburg State University Publ., pp. 217-222. (In Russian).
12. Tjumenskij Pensionnyj fond pereehal v novoe zdanie. Rossiya. Region-Tjumen'. (In Russian). Available at: https://region-tyumen.ru/articles/society/tyumenskiy_pensionnyy_fond_pereekhal_v_novoe_zdanie/ (accessed 12.03.2023).
13. Gudkov, V. A., Mirotin, L. B., Vel'mozhin, A. V., & Shirjaev, S. A. (2006). Passazhirskie avtomobil'nye perevozki. Moscow, Gorjachaja linija-Telekom Publ., 448 p. (In Russian).
14. Tashlanov, E. S., & Ignatjugin, V. A. (2017). Fraktal'nyj metod ocenki urovnja obespechennosti gorodskogo prostranstva ostanovocnymi punktami passazhirskogo transporta obshhego pol'zovanija. Progressivnye tekhnologii v transportnykh sistemah: sbornik statej XIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, November, 15-17. Orenburg, Orenburg State University Publ., pp. 251-255. (In Russian).

Сведения об авторах

Игнатьюгин Владислав Александрович, аспирант, Тюменский индустриальный университет, e-mail: transportnik91@gmail.com

Петров Артур Игоревич, канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта, Тюменский индустриальный университет, e-mail: ArtlgPetrov@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2634-0567

Information about the authors

Vladislav A. Ignatyugin, Postgraduate Student, Industrial University of Tyumen, e-mail: transportnik91@gmail.com

Artur I. Petrov, Candidate in Engineering, Associate Professor at the Department of Transportation Operations, Industrial University of Tyumen, e-mail: ArtlgPetrov@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2634-0567

Получена 13 марта 2023 г., одобрена 27 марта 2023 г., принята к публикации 13 июня 2023 г.

Received 13 March 2023, Approved 27 March 2023, Accepted for publication 13 June 2023