

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В КРУПНОМ ГОРОДЕ

А. А. Уткин

Тверской государственный университет, Россия

Предложена логическая модель взаимодействия населения и городского общественного транспорта в пространстве крупного города. На основе модели разработан алгоритм экономико-географического исследования этого взаимодействия. Рассмотрены методические приемы реализации данного алгоритма.

Ключевые слова: территориальная организация общественного транспорта, население, взаимодействие, логическая модель.

The article suggests a logical model of the interaction between the city population and the city public transport. The model is the basis for the algorithm of economic and geographical research of the interaction. Methods of the realization of the algorithm are considered.

Key words: territorial organization of public transport, population, interaction, logical model.

Городской общественный транспорт организует пространство крупного города. Взаимодействие населения и общественного транспорта – одна из важнейших сторон функционирования города. Изучение этого взаимодействия дает возможность рационально планировать развитие города, управлять городской территорией и городским общественным транспортом.

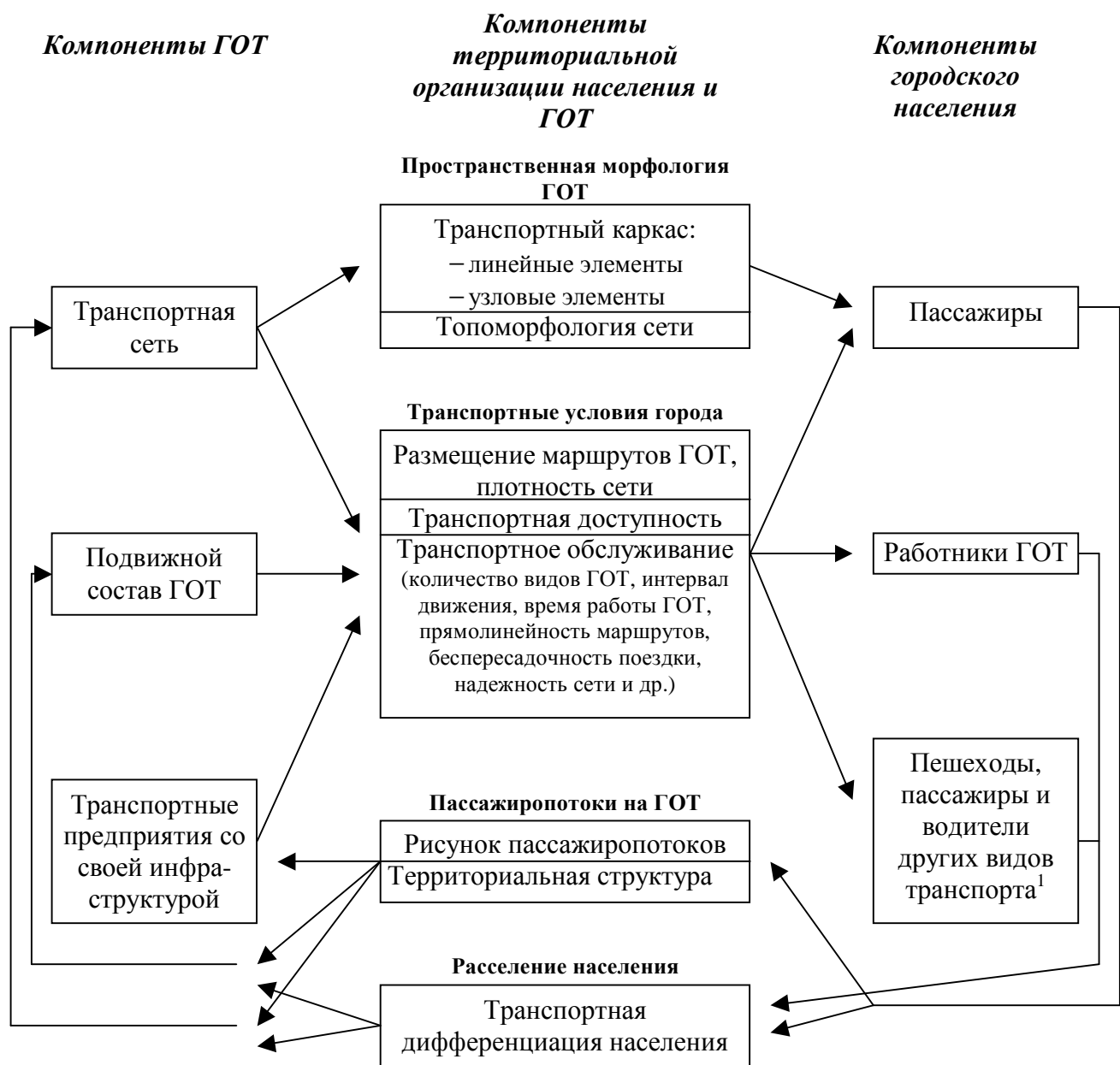
В методическом плане взаимодействие населения и городского общественного транспорта (ГОТ) слабо отражено в географической литературе. Серьезной проблемой, затрудняющей изучение транспортных систем городов, ученые-транспортники называют «отсутствие терминологического единства» [1, 2]. В литературе по городскому транспорту встречается несколько терминов, часто употребляющихся авторами как синонимы, например «городской пассажирский транспорт», «городской общественный транспорт», «городской массовый пассажирский транспорт».

Мы используем термин «городской общественный транспорт», под которым понимается комплекс видов массового пассажирского маршрутизированного транспорта, осуществляющего перевозку населения внутри города и между городом и отдельными территориями пригородной зоны. Под населением города обычно понимается совокуп-

ность людей, проживающих в данном городе в определенное время. Однако городским транспортом пользуются приезжающие в город на некоторое время люди. Вот почему в анализ следует включать не только постоянно проживающих, но и временно присутствующих в городе людей. В данной статье население рассматривается исключительно с позиций его размещения на территории и территориального распределения его связей.

Для комплексного рассмотрения взаимодействия населения и ГОТ нами предлагается логическая модель этого взаимодействия. Модель позволяет определить суть данного взаимодействия, направление и характер связей между его отдельными компонентами, выявлять территориальные закономерности взаимодействия. Согласно модели, взаимодействие между ГОТ и населением в пространстве города рассматривается через их территориальную организацию. ГОТ оказывает влияние на население посредством пространственной морфологии своих элементов и создаваемых условий, население же «откликается» величиной и структурой пассажиропотоков, а также дифференциацией по транспортным условиям (рис. 1).

Транспортная сеть является основой формирования транспортного каркаса, состоящего из линейных (магистральных улиц и дорог) и узловых элементов (остановочных пунктов и пересечений



¹ пространственно не влияют на пассажиропотоки, но уменьшают их своим увеличением

Рис.1. Схема пространственного взаимодействия населения и общественного транспорта крупного города

транспортных линий). Свойства сети определяют строение транспортного каркаса и распределение остановочных пунктов, что оказывает непосредственное воздействие на население города, его жизнедеятельность. Транспортная сеть влияет на размещение маршрутов ГОТ и транспортную доступность. От характеристик транспортной сети зависит уровень транспортного обслуживания, складывающийся из прямолинейности маршрутов, возможности совершения беспересадочных поездок, альтернативности транспортной связи между районами города. Размещение элементов ГОТ и транспортное обслуживание зависят также от количества единиц подвижного состава, интенсивности его движения, а транспортное обслуживание – от эргономических характеристик подвижного состава, его вместимости. Размещение транспортных предприятий с их инфраструктурой влияет на организацию работы ГОТ. Население оказывает на ГОТ обратное воздействие через пассажиропотоки.

На основе логической модели нами предлагается алгоритм экономико-географического исследования взаимодействия населения и ГОТ крупного города, включающий в себя следующие этапы: 1. Изучение истории формирования и выделение этапов развития пассажирского транспорта в городе; 2. Анализ расселения с точки зрения его влияния на взаимодействие населения и ГОТ;

3. Анализ условий действия и развития ГОТ (природных, социально-экономических, экологических и планировочных) и определение силы их влияния; 4. Выявление особенностей размещения ГОТ и структуры транспортного каркаса; 5. Анализ пространственной морфологии сети ГОТ; 6. Исследование транспортных условий в пространстве города; 7. Изучение транспортной дифференциации населения города; 8. Пространственный анализ внутригородских пассажиропотоков как результата работы ГОТ и их оптимизация; 9. Анализ влияния взаимодействия населения и ГОТ на функционирование и развитие отдельных компонентов населения и ГОТ; 10. Выделение пространственной структуры крупного города, сформированной взаимодействием населения и общественного транспорта; 11. Разработка схемы оптимизации взаимодействия населения и общественного транспорта в пространстве города.

Отдельные пункты алгоритма принимаются в качестве задач исследования. В схематическом виде этот алгоритм представлен на рис. 2. Стрелки на схеме показывают последовательность действий при реализации данного алгоритма.

Первым шагом в реализации предложенного алгоритма является деление населения и ГОТ на компоненты, отвечающие целям исследования. Затем анализируется расселение населения в пределах города, история развития и современные

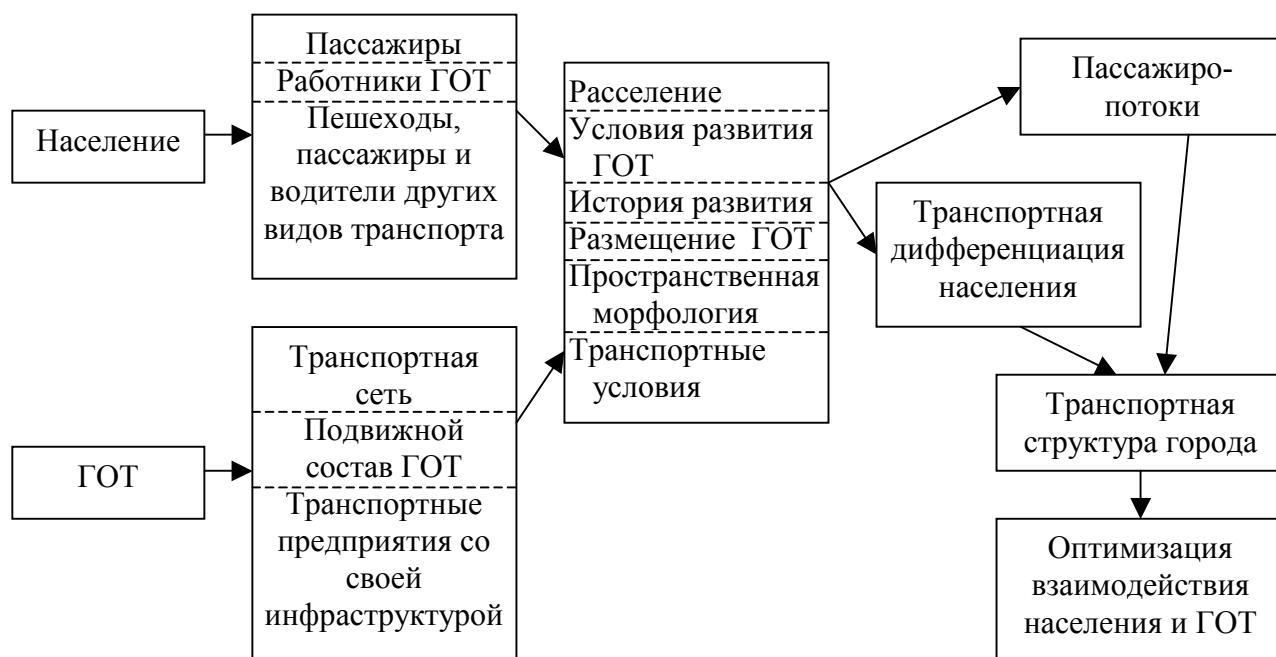


Рис. 2. Схема изучения взаимодействия населения и общественного транспорта крупного города

условия функционирования ГОТ, размещение ГОТ, пространственная морфология сети ГОТ, транспортные условия города. Далее рассматриваются результаты взаимодействия населения и ГОТ – транспортная дифференциация населения и пассажиропотоки. Следующим этапом изучения является попытка оптимизации взаимодействия населения и ГОТ.

Рассмотрим более подробно каждый этап изучения взаимодействия населения и ГОТ. Для изучения интересующего нас взаимодействия население города делится по отношению к ГОТ на следующие группы: 1) пассажиры; 2) работники ГОТ – люди, обеспечивающее функционирование транспорта, 3) пешеходы, пассажиры и водители других видов транспорта. ГОТ разделяется на следующие структурные компоненты: 1) транспортная сеть – компонент, определяющий поле взаимодействия населения и ГОТ, 2) подвижной состав ГОТ – «активный» компонент ГОТ, характеризующийся преимущественно эргономическими, техническими и технико-экономическими характеристиками; 3) транспортные предприятия со своей инфраструктурой – компонент, управляющий и обеспечивающий функционирование ГОТ.

На следующем этапе изучения проводится анализ расселения населения в городе: рассматривается численность и плотность населения в различных частях города, рассчитываются показатели локализации и концентрации населения.

При анализе истории формирования и развития пассажирского транспорта выделяются этапы развития. Представляет интерес сравнение особенностей развития транспорта в изучаемом городе с таковыми в других городах.

При изучении современных условий функционирования необходимо раскрыть влияние природных, социально-экономических, экологических и планировочных факторов на ГОТ. Воздействие природной среды на городской транспорт, как правило, не велико, но в некоторых случаях может быть и весьма существенным. Из природных условий на ГОТ наиболее сильно влияют рельеф и климатические условия. Анализ социально-экономических условий предполагает освещение развития и размещения хозяйства и социальной сферы, направление и мощность связей между ними и территориями селитьбы. Планировочная структура города, определяемая конфигурацией улично-дорожной сети, является основой пространственной морфологии транспортного каркаса. Она определяет морфологию сети ГОТ. Транспорт оказывает

очень большое воздействие на экологическое состояние городской среды. В свою очередь, экологические условия влияют на городской транспорт. Во-первых, качество среды (в частности воздуха) влияет на процесс работы механизмов и агрегатов транспортных средств и условия их движения (например, прозрачность воздуха). Во-вторых, экологические нормы ограничивают применение тех или иных транспортных средств в определенных районах.

При изучении пространственной морфологии ГОТ изучаются особенности улично-дорожной сети города, расположение и функционирование мостов, рассчитываются степень непрямолинейности сообщений и уровень загрузки центрального транспортного узла. Рассматривается распределение по территории города узлов транспортного каркаса, их строение и конфигурация. Здесь же следует оценить потенциальные возможности использования сети ГОТ и улично-дорожной сети города, анализируя их загруженность, направления пассажиропотоков, наличие дублирующих магистралей.

Анализ пространственной морфологии сети ГОТ основывается большей частью на методике, разработанной С.А. Тарховым [3]. В соответствии с этой методикой, исходные сети трансформируются в *граф*: «в качестве *вершин* графа берутся транспортные узлы, пункты пересечения, разветвления и окончания дорог». Участки между этими вершинами есть *ребра*. Простые конфигурационные части сетей называются структурными элементами: *циклы* – замкнутые контуры; *ветки* – незамкнутые древовидные или линейные элементы.

Более сложные конфигурационные части сетей суть структурно-морфологические компоненты: *циклический остов* (такая совокупность циклов, в которой у каждого из них имеется по крайней мере одно общее с другим циклом ребро; конфигурационно остов представляет собой скопление сцепленных друг с другом циклов); *топологический ярус* – замкнутая кольцеобразная полоса циклов, *циклический остров* (единичный цикл, не имеющий ни одной общей вершины с другими циклами сети); *дендриты* (ациклические (древовидные) компоненты циклических сетей, которые в зависимости от своего положения относительно циклических компонентов разделяются на внешние, находящиеся вне циклов и остовов, внутренние (находятся внутри циклов) и соединительные, связывающие в целое отдельно расположенные циклические компоненты). Развитость сети

характеризуется топологическим классом сложности, который определяется числом топологических ярусов в остове циклической сети или числом ярусов разветвления в древовидной сети.

Исследование транспортных условий в пространстве города включает анализ размещения ГОТ, транспортной доступности центра и районов города, надежности достижения центра города, оценку транспортного обслуживания жителей города [4, 5, 7]. При анализе размещения ГОТ используются такие показатели, как плотность сети, обеспеченность сетью населения, площадь, приходящаяся на 1 км пути, число жителей, приходящихся на 1 км пути.

Оценка транспортного обслуживания жителей города проводится по территориальным ячейкам. Для каждой линии общественного транспорта, согласно СНиП 2.07.01-89 1989 г., выделяются полосы – нормативные расстояния до остановок транспорта. В районах многоэтажной застройки они равны 500 м, в районах индивидуальной застройки – 600 м. В современной ситуации целесообразно эти условия принимать для линий движения, так как в больших городах значительную роль в пассажироперевозках играют «маршрутки», останавливающиеся «по требованию». Эти полосы затем разбиваются на однородные по транспортным характеристикам ячейки. Окружностями выделяются точки с наиболее высокими транспортными характеристиками. При создании оценочной карты транспортных условий учитываются следующие показатели: общий интервал движения, количество видов транспорта, время активности транспорта, транспортная доступность отдельных районов города, а также типы сочетаний видов транспорта. Каждый показатель оценивается по четырехбалльной шкале. Максимальное количество баллов – 20. Для целей управления и оптимизации городского транспорта возможно также районирование территории по характеру обслуживания ГОТ на основе вышеуказанных показателей, рисунка транспортной сети и направлений осуществления транспортной связи между районами города.

Следующим этапом изучения взаимодействия населения и ГОТ является анализ транспортной дифференциации населения города. Нами выделяется три вида территориально-транспортной дифференциации населения: по зонам тяготения жителей города к остановочным пунктам ГОТ, по доступности остановочного пункта ГОТ и по доступности центра и отдельных районов города [6]. Дифференциация населения города по зонам тя-

готения к остановочным пунктам определяется картометрическими методами. На территории города выделяются транспортные ячейки – зоны тяготения к остановочным пунктам. Границы зон проводятся по равноудаленным от остановочных пунктов точкам, зоны между собой не пересекаются. Все население как бы прикреплено к определенным остановкам ГОТ. На прилегающей к остановке территории обычно находятся объекты сферы обслуживания, используемые населением данной территориальной ячейки.

Основой для следующего вида транспортной дифференциации населения является доступность остановочного пункта ГОТ. Различия по времени достижения остановки без помощи транспортного средства позволяют выделить зоны разной пешеходной доступности. На основе территориальной близости остановочных пунктов и слияния зон пешеходной доступности соседних остановок разработана методика картографического выделения центров социальной активности населения и тяготеющих к ним районов.

Картосхемы транспортной доступности центра и отдельных районов дают представление о дифференциации территории, а, соответственно, и населения, по времени достижения определенных частей города. Транспортная доступность центра города равна среднему времени его достижения всеми способами передвижения с учетом интервалов движения транспортных средств в «час пик» и долей каждого вида транспорта в суточных перевозках пассажиров. Транспортная доступность районов города определяется по следующей схеме: территория города разбивается на однородные по транспортным характеристикам ячейки (методика их выделения описана выше). Для каждой ячейки подсчитывается количество беспересадочно достигаемых районов города (целесообразно использовать сетку планировочных районов города).

Рассмотрение внутригородских пассажиропотоков как результата работы ГОТ предполагает анализ их пространственного развития и современного состояния. Для этого важно создание картосхем, отражающих пассажиропотоки в целом и отдельно по видам транспорта в настоящем и за некоторый промежуток времени (желательно не менее 15 лет). В общем виде пространственную морфологию пассажиропотоков в городе можно описать следующим образом: в каждый момент времени пассажиропотоки на территории города кон-

фигурационно организуются в виде небольшого числа (для крупного города – 2-3) главных направлений, в пределах которых осуществляется основная доля пассажирских перевозок [4, 5]. Эти направления являются макрокаркасом крупного города. От их конфигурации зависит территориальное саморазвитие города. К главным направлениям примыкают второстепенные, «собирающие» пассажиров в отдельных районах города. Все направления пассажиропотоков в крупном городе с компактной территорией образуют фигуру звездобразной формы. Главные направления проходят через центр города. Логичным завершением этой части исследования является прогноз пространственного развития пассажиропотоков на ГОТ с учетом динамики изменения рисунка пассажиропотоков, градостроительных тенденций, экономических условий развития транспорта и социально-экономического развития общества. Далее проводится типология территориальных ячеек города по структуре пассажиропотока. Определяется также вклад районов города в суммарный пассажиропоток.

Результаты изучения взаимодействия населения и общественного транспорта крупного города позволяют выделить два варианта его территориальной структуры: 1) на основе территориальной близости остановочных пунктов; 2) по направлению и характеру движения пассажиров.

1. Основная масса объектов обслуживания населения на территории города расположена в зоне 200-метровой, а большинство из них в зоне 100-метровой пешеходной доступности остановочных пунктов. Эти зоны можно рассматривать как ареалы наибольшей активности населения и концентрации объектов сферы обслуживания. Центры таких ареалов являются центрами социальной активности населения, формирующими структуру города. Центры можно ранжировать по степени внутренней потенциальной активности населения. Центры наибольшей потенциальной активности населения – центры первого ранга («центры общегородского значения»), выделяются преимущественно при слиянии 100-метровых зон пешеходной доступности. Центры второго ранга («центры районного значения») выделяются преимущественно в сложных слияниях зон 200-метровой пешеходной доступности остановок. В менее сложных слияниях зон 200-метровой доступности выделяются центры третьего ранга («центры местного значения»). Районы и подрайоны тяготения населения к рассмотренным центрам в со-

вокупности составляют один из вариантов территориальной структуры города.

2. Территориальная структура города по направлению и характеру движения населения на ГОТ выделяется путем наложения картосхемы пассажиропотоков на картосхему численности населения по транспортным ячейкам. Территории, пассажиропоток с которых концентрируется на одном направлении, составляют транспортные районы. В крупном городе эти районы, за исключением центрального, конфигурационно и коннекционно представляют собой секторы.

Завершающим этапом исследования взаимодействия населения и ГОТ должен быть поиск путей оптимизации этого взаимодействия. Нами предпринята попытка решения данного вопроса для старинного крупного города с компактной территорией.

Оптимальная, с нашей точки зрения, модель транспортной сети крупного города с компактной территорией должна иметь радиально-кольцевой рисунок – форму, приближенную к правильному шестиугольнику с внутренним шестиугольником. Выбор шестиугольника связан с тем, что наличие большего количества вершин сильно усложняет маршрутную схему ГОТ, а меньшее – приводит к высокой степени непрямолинейности сообщения. На территории города в идеале выделяются семь фокусов тяготения пассажиров, из которых один расположен в центре города, остальные – в периферийной части. Каждый периферийный фокус соединяем прямыми линиями (для обеспечения наименьших затрат) с двумя соседними и с центральным. Таким образом, образуется правильный шестиугольник, каждый угол которого соединяется с противоположным прямой линией, проходящей через центр. Такое количество радиалей обеспечивает достаточную их плотность в центральной и ближней срединной зонах города, простоту организации маршрутной схемы ГОТ. Для связи всех точек тяготения и зарождения пассажиропотоков в данной схеме достаточно четырех маршрутов (один кольцевой и три диагональных). Однако для крупного города такое количество линий и плотность транспортной сети будут недостаточными, так как в срединной зоне радиальные магистрали проходят на значительном расстоянии друг от друга, а непрямолинейность сообщений между районами срединной зоны достигает достаточно высоких значений. Поэтому рисунок необходимо усложнить еще одним кольцевым элементом, равноудаленным от центра и основного (периферий-

ного) шестиугольника. Для связи всех транспортных узлов друг с другом необходимо уже десять маршрутов (один кольцевой, три диагональных и шесть так называемых тангенсальных, соединяющих периферийные узлы в обход центра). Если принять условие, что из каждой точки в остальные выезжает по n пассажиров, то при прочих равных условиях общее количество пассажиров составит $156n$. Загрузка каждой внешней кольцевой линии составит $6n$, внутренней кольцевой линии – $16n$, периферийной радиальной линии – $16n$, прицентральной радиальной линии – $12n$. Через центральную точку будет проезжать $24n$ транзитных пассажиров, через периферийную – $2n$ и через точку, расположенную на внутреннем кольце – $20n$. Общая загрузка периферийной точки составит $26n$ пассажиров, центральной – $48n$, точки, расположенной на внутреннем кольце – $44n$. Загрузка центрального транспортного узла пассажирами составит $10,3\%$ от суммарной по всем транспортным узлам, периферийной точки – $5,6\%$, точки, расположенной на внутреннем кольце – $9,4\%$. При использовании радиальной схемы транспортной сети в аналогичных условиях в центральной точке будет проезжать $132n$ транзитных пассажиров, в периферийной – $0n$, а в точке, расположенной на внутреннем кольце – $24n$, пассажира. Таким образом, предлагаемая схема транспортной сети дает возможность кратчайших сообщений между частями города и обеспечивает достаточно равномерную загрузку линий и узлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ваксман С. А. Проблемы развития и организации функционирования транспортных систем городов

Уткин Алексей Александрович
аспирант Тверского государственного университета,
г. Тверь, т. 8-905-601-70-55, E-mail: au7@mail.ru

(от научного редактора) / С. А. Ваксман // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния – (<http://www.waksman.h15.ru>).

2. Коссой Ю. М. О классификационной и терминологической базе исследований транспортных систем городов / Ю. М. Коссой // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния. – (<http://www.waksman.h15.ru>).

3. Тархов С. А. Эволюционная морфология транспортных сетей / С. А. Тархов. – Смоленск; М.: Универсум, 2005. – 384 с.

4. Уткин А. А. Методика экономико-географического изучения пассажирского транспорта крупного города / А. А. Уткин // Модернизация системы географического образования: тр. XII съезда Рус. географ. о-ва. – СПб., 2005. – Т. 7. – С. 238-244.

5. Уткин А. А. Опыт экономико-географического изучения городского общественного транспорта (на примере Твери) / А. А. Уткин // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. – Тверь, 2006. – Вып. 2, № 7 (24). – С. 213-230.

6. Уткин А. А. Пространственно-транспортная дифференциация населения крупного города (на примере Твери) / А. А. Уткин // Россия и окружающий мир глазами географов: материалы науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и преподавателей в рамках Большого геогр. фестиваля 21 апр. 2006 г. – СПб., 2006. – С. 149-154.

7. Яковлева С. И. Картографическое исследование транспортно-коммуникационных условий крупного города (на примере Твери) / С. И. Яковлева // Городское пространство: социально-географические подходы: сб. науч. тр. – Тверь, 2002. – Вып. 2. – С. 47-56. – (Науч. сер. География и региональное развитие).

Utkin Aleksey Aleksandrovich
post-graduate of Tver State University, Tver,
tel. 8-905-601-70-55, E-mail: au7@mail.ru