



Российская академия транспорта
**ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**



Методические рекомендации
**ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ**

И1

Москва 2016

УДК 656.13

Рецензент

Начальник управления транспортного планирования АО «Институт «Стройпроект»

Калинина В.В.

Оценка транспортной обеспеченности городских территорий на основе прогнозных транспортных моделей: методические рекомендации / сост. М.Р. Якимов — Москва: Институт транспортного планирования общероссийской общественной организации Российская академия транспорта, 2016. — 25 с.

Настоящие Методические рекомендации предназначены для расчета параметров транспортной обеспеченности отдельных территорий крупных городов. Методические рекомендации позволяют с использованием прогнозных транспортных моделей оценить существующую транспортную обеспеченность территории, а также изменение транспортной обеспеченности после реализации отдельных сценариев развития транспортной инфраструктуры. Методические рекомендации предназначены специалистам в области градостроительства, специалистам занимающимся транспортным планированием и организацией дорожного движения в городах.

Методические рекомендации разработаны специалистами Института транспортного планирования Российской академии транспорта.

УДК 656.13

© Институт транспортного планирования Российской академии транспорта, 2016

© Якимов М.Р., 2016

Оглавление

| | |
|--|----|
| 1 Дифференцированные показатели транспортной обеспеченности территории | 7 |
| 1.1 Транспортная обеспеченность территории | 10 |
| 1.2 Транспортная обеспеченность доступа к территории..... | 14 |
| 1.3 Транспортная обеспеченность транзита через территорию | 17 |
| 2 Интегральный показатель транспортной обеспеченности территории | 21 |
| Литература | 24 |

Введение

Задачей исполнительной власти городских округов и сельских поселений при реализации полномочий, закрепленных в законе РФ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» №131 от 06.10.2003 является создание эффективной транспортной системы на основе дорожной деятельности и организации транспортного обслуживания населения.

Согласно ст. 8 Градостроительного кодекса РФ к полномочиям органов местного самоуправления поселений в области градостроительной деятельности относятся, в том числе принятие решений о развитии застроенных территорий и разработка, и утверждение программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры поселений, программ комплексного развития транспортной инфраструктуры поселений, программ комплексного развития социальной инфраструктуры поселений. Согласно статье 29.2 Градостроительного кодекса РФ, нормативы градостроительного проектирования поселения, городского округа устанавливают совокупность расчетных показателей минимально допустимого уровня обеспеченности объектами благоустройства территории и иными объектами местного значения и расчетных показателей максимально допустимого уровня территориальной доступности таких объектов для населения поселения, городского округа.

Создание эффективной транспортной системы города является одним из важных инструментов повышения качества жизни на территориях. Инструментами формирования эффективной транспортной системы города являются, в первую очередь, транспортное планирование, организация дорожного движения, формирование маршрутной сети городского пассажирского транспорта общего пользования и парковочная политика.

В системе затрат времени и денег качество и назначение транспортных систем целесообразно рассматривать с двух сторон:

- обеспечение транспортной доступности;
- снижение транспортных издержек.

Первый критерий оценивается через восприятие человеком самой возможности осуществления необходимой ему транспортной корреспонденции. Вторым критерий легко формализуем через количество времени или денег, затрачиваемых человеком на осуществление транспортных потребностей.

Общий показатель качества функционирования транспортной системы выражается через величину транспортных издержек - среднее время реализации транспортных корреспонденций, который рассчитывается для города в целом, усреднение происходит для всех корреспонденций.

Рассматривая более подробно показатель транспортных издержек как критерий качества функционирования транспортной системы города, можно перейти к оценкам качества системы на отдельных типовых городских территориях.

При проведении транспортного анализа территории крупного города можно отметить существенную неравномерность использования городской территории под объектами различного назначения. С увеличением расстояния от центра города уменьшается не только плотность освоенных территорий и территорий, используемых под объектами недвижимости, но и общий баланс площадей занятых под частные территории и территории общего пользования, используемые под объекты улично-дорожной сети. Аналогичная ситуация наблюдается с развитием инфраструктуры городского пассажирского транспорта общего пользования. С другой стороны, центральные территории города имеют большую транспортную зависимость, в отличие от территорий удаленных от центра города. И, следовательно, сложившийся в городе баланс

использования территории, в частности под транспортной инфраструктурой – экономически оправдан.

Однако, это приводит к различию оценок качества функционирования транспортной системы людьми, проживающими на различных городских территориях. Как и в аналогии с другими инженерными сетями, объектами обслуживания и т.п., жители оценивают свою транспортную обеспеченность при проживании на конкретных городских территориях.

С одной стороны, различия в этих оценках порождают социальные конфликты, с другой стороны, выравнивание транспортной обеспеченности для всех жителей города на всех территориях экономически неоправданно. Становится очевидным, что повышение качества транспортной системы города является задачей не только формирования качественного транспортного предложения, но и создание условий для изменения транспортного спроса.

Возникает необходимость создания инструментов оценки качества и эффективности принятых управленческих решений в области транспортного планирования с точки зрения их влияния на качество жизни населения. Оценку качества жизни населения и вклад транспортной системы в качество жизни населения предлагается проводить через оценку транспортной обеспеченности городских территорий, через показатели, которые характеризуют транспортные условия проживания населения на отдельных городских территориях. Данные методические рекомендации определяют способы и технологии расчета таких обобщенных показателей на городских территориях с применением прогнозных транспортных моделей городов.

1 Дифференцированные показатели транспортной обеспеченности территории

Дифференцированная оценка транспортной обеспеченности территории подразумевает деление территории города на транспортные зоны, которые относятся к 4-ем типам. Разбивку территории предлагается проводить по следующему принципу:

1. Городской центр (Зона А).

Для зон данного типа характерна максимальная деловая активность.

2. Центральные районы, прилегающие к городскому центру (Зона В).

Для зон данного типа характерна преобладающая высотная застройка и многофункциональное использование территории.

3. Удаленные районы (Зона С).

Зоны данного типа имеют собственные центры деловой и социальной активности. Перспектива – преобразование данных участков в самодостаточные поселения и их автономизация.

4. Обширные участки с низкой плотностью населения (малоэтажные строения) (Зона D).

Пример зонирования территории города приведен на рисунке 1.

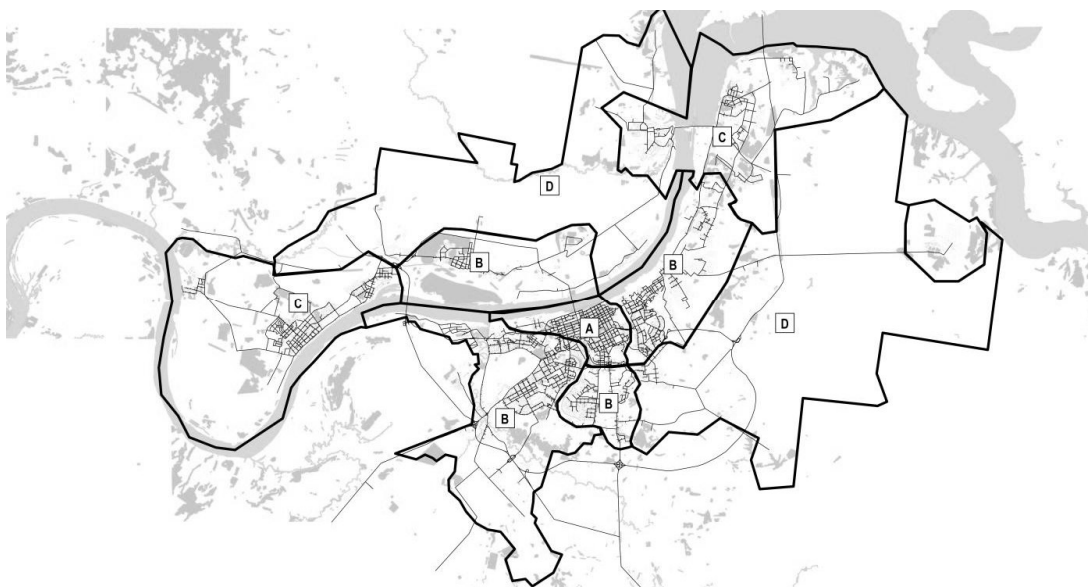


Рисунок 1 - Пример зонирования территории города

Предлагается при оценке качества функционирования транспортной системы города ввести понятие - «**транспортная обеспеченность территории**». В идеале любой город должен представлять собой набор условных территорий (зон) с равной транспортной обеспеченностью. Таким образом, цель транспортной политики города – добиваться выравнивания транспортной обеспеченности для различных территорий города.

С целью формализации понятия транспортной обеспеченности территории предлагается для отдельных городских территорий оценивать объемы транспортных корреспонденций и, соответственно, время их реализации по трем типам перемещений: транзит, въезд, внутреннее движение. Проиллюстрируем это на рисунке 2.

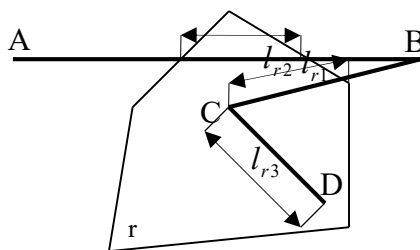


Рисунок 2 - Типы прохождения корреспонденций через транспортную зону

Через исследуемую область проходят маршруты, соединяющие центры транспортных районов: A, B, C, D. Возможны три типа ($S = 1,2,3$) прохождения маршрута через исследуемую область r :

1-ый тип ($A - B$) транзит – маршрут пересекает границы исследуемой области в двух точках;

2-ой тип ($B - C$) въезд/выезд – маршрут пересекает границы исследуемой области в одной точке;

3-ий тип ($C - D$) внутри области – маршрут не пересекает границы исследуемой области, а центры находятся внутри области.

Для каждого типа перемещений будет введен свой показатель транспортной обеспеченности территории. Соответственно, будут введены дифференцированные показатели транспортной обеспеченности трех видов:

1. Транспортная обеспеченность территории (TOT).
2. Транспортная обеспеченность доступа к территории (TOD).
3. Транспортная обеспеченность транзита через территорию (TOTR).

Каждый из этих показателей характеризует транспортную обеспеченность территории с точки зрения ее способности удовлетворить транспортный спрос, связанный с соответствующим типом перемещений, и вычисляется как среднее время реализации соответствующих транспортных корреспонденций на исследуемой территории.

Транспортная обеспеченность территории характеризует транспортную обеспеченность территории с точки зрения реализации внутреннего движения на рассматриваемой территории.

Транспортная обеспеченность доступа к территории характеризует транспортную обеспеченность территории с точки зрения реализации въезда на рассматриваемую территорию.

Транспортная обеспеченность транзита через территорию характеризует транспортную обеспеченность территории с точки зрения реализации транзитного движения.

Преследуя цель - выравнивание транспортной обеспеченности территорий города, необходимо дифференцированно оценивать вклад каждого типа дифференцированных показателей в общий показатель целевой функции транспортной системы города – среднее время реализации транспортных корреспонденций.

В значение целевой функции для транспортной системы города среднее время реализации транспортных корреспонденций различных типов будут входить дифференцированно с различными весовыми коэффициентами.

В качестве теоретического обоснования целесообразности такого подхода можно отметить несколько моментов, иллюстрирующих сложившийся в транспортных системах многих городов дисбаланс между потребностями в транспортном движении и характером использования существующей в городах транспортной инфраструктуры.

Так, наращивание транспортной инфраструктуры в центральных частях городов никак не сказывается на её загрузке, при этом растет только интенсивность движения, а также меняется баланс типов транспортных корреспонденций между внутренними, пограничными и транзитными. С ростом транспортного предложения баланс изменяется в сторону увеличения доли реализации транзитных транспортных корреспонденций. С другой стороны, наращивание транспортной инфраструктуры в периферийных районах, наоборот, ведет к росту внутренних транспортных корреспонденций в этих периферийных районах.

1.1 Транспортная обеспеченность территории

Для выделения территорий равной транспортной обеспеченности необходимо для начала формализовать понятие «транспортная обеспеченность территории».

Транспортная обеспеченность территории (ТОТ) будет определяться как среднее время реализации внутренних корреспонденций исследуемой зоны.

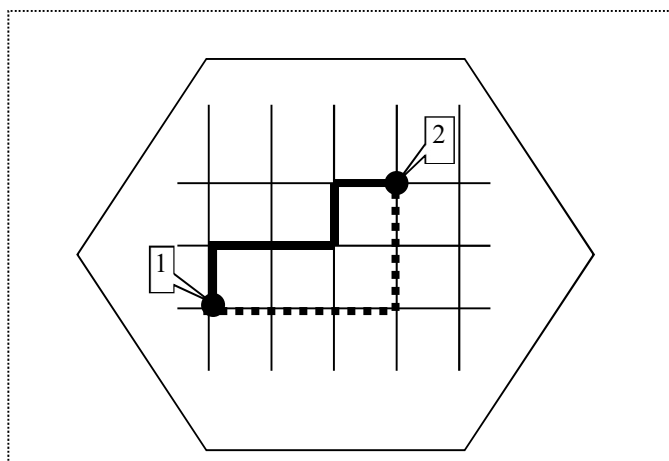


Рисунок 3 - Схема, иллюстрирующая принцип расчета параметра ТОТ

Схема, иллюстрирующая выбор корреспонденций, а также принцип расчета параметра ТОТ представлена на рисунке 3. Шестиугольник – это граница исследуемой области (территории города). Сетка внутри границы области представляет собой фрагмент графа УДС города, находящийся в исследуемой зоне. Как отмечалось выше, рассматриваемые корреспонденции имеют источник и цель (исток и сток) внутри исследуемой зоны. На приведенной схеме это точки 1 и 2. Для реализации корреспонденций из 1 в 2 может существовать множество путей. На рисунке 3 примеры путей из точки 1 в точку 2 отмечены жирной линией и пунктирной. Каждому из возможных путей реализации корреспонденций можно присвоить свой номер. Таким образом, при расчете ТОТ рассматривается все множество путей для корреспонденций внутри исследуемой зоны.

На рисунке 4 представлен фрагмент прогнозной модели. Стрелками выделены внутризональные пути в границах первой зоны - Зоны городского центра (Зона А).



Рисунок 4 - Фрагмент прогнозной модели для определения параметров транспортной обеспеченности зоны А

Возможны два способа определения транспортной обеспеченности территории.

Первый способ представляет собой средневзвешенное по количеству отдельных корреспонденций и их длине значение времени реализации внутренних корреспонденций в исследуемой зоне. В этом случае значение транспортной обеспеченности территории будет найдено как:

$$TOT = \frac{\sum_k x_{kCD} \cdot l_{kCD} \cdot t_{kCD}}{\sum_k x_{kCD} \cdot l_{kCD}} \quad (1),$$

где

TOT - Транспортная обеспеченность территории, с;

k - порядковый номер пути типа CD в исследуемой зоне;

x_{kCD} - количество корреспонденций на k -м пути типа CD за сутки;

t_{kCD} - время совершения корреспонденций на k -м пути типа CD, с;

l_{kCD} - длина k -го пути типа CD, м.

Второй способ расчета представляет собой средневзвешенное по количеству корреспонденций отношение длин корреспонденций ко времени их реализации. В этом случае значение транспортной обеспеченности территории будет найдено как:

$$TOT = \frac{\sum_k x_{kCD} \cdot l_{kCD}}{\sum_k x_{kCD} \cdot t_{kCD}} \quad (2)$$

где, в этом случае,

TOT - Транспортная обеспеченность территории, м/с.

Таким образом, *TOT*, рассчитанная по первому способу, представляет собой время и измеряется в секундах, а *TOT*, рассчитанная по второму способу, представляет собой скорость и измеряется в м/с. Оба этих показателя характеризуют качество транспортной системы города на отдельно взятой территории относительно жителей этой исследуемой территории. Эти оценки будут показывать либо среднее время, которое затрачивает житель этой территории (зоны) для совершения внутризональных корреспонденций, либо скорость, с которой транспортная система позволит ему эти корреспонденции совершить. Эти две оценки, с одной стороны, будут оценивать существующее в исследуемой зоне транспортное предложение, с точки зрения проживающего на этой территории жителя, а с другой стороны, позволят оценить потенциал для изменения структуры транспортного спроса на территории.

Понятно, что увеличение параметра транспортной обеспеченности территории (увеличение скорости, либо снижение времени реализации транспортных корреспонденций) будет стимулировать и изменение структуры транспортного спроса в сторону увеличения доли внутренних корреспонденций.

Транспортная обеспеченность территории имеет единицы измерения – время или скорость. В таком случае территориями равной транспортной

обеспеченности будут являться территории, для которых значения ТОТ будут равны.

По аналогии с транспортной обеспеченностью территории можно ввести также понятия транспортной обеспеченности доступа к территории (ТОД) и транспортной обеспеченности транзита через территорию (ТОТР).

1.2 Транспортная обеспеченность доступа к территории

Транспортная обеспеченность доступа к территории (ТОД) будет определяться как среднее время реализации пограничных корреспонденций внутри исследуемой зоны. Принцип выбора корреспонденций для расчета ТОД представлен на рисунке 5.

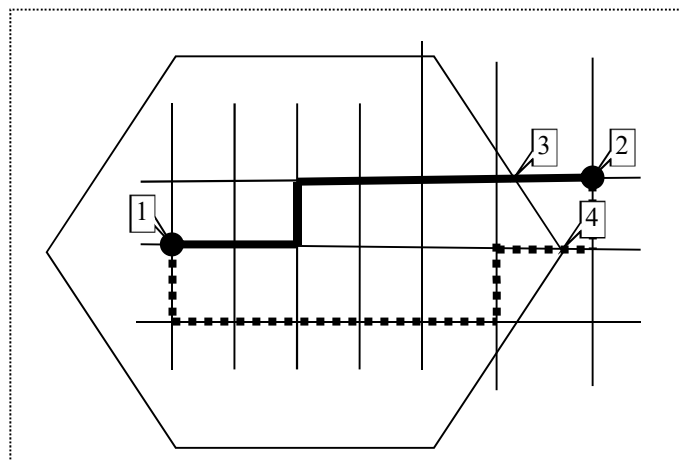


Рисунок 5 - Схема, иллюстрирующая принцип расчета параметра ТОД

Шестиугольник – это граница исследуемой области (территории города). Сетка, внутри границы области и за ее пределами представляет собой фрагмент графа УДС города. Как отмечалось выше, рассматриваемые корреспонденции имеют исток внутри исследуемой зоны, на приведенной схеме это точка 1. Сток корреспонденции находится за пределами зоны, в

примере это точка 2. Для реализации корреспонденций может существовать множество путей. На рисунке 5 примеры путей из точки 1 в точку 2 отмечены жирной линией и пунктирной. Таким образом, при расчете TOD будут учитываться только части путей, проходящие внутри зоны, в примере это пути от точки 1 и до точек выхода за границы исследуемой зоны (точки 3 и 4). Каждому из возможных путей реализации корреспонденций можно присвоить свой номер. Таким образом, при расчете TOD рассматривается все множество путей для корреспонденций с истоком внутри исследуемой зоны и стоком за ее пределами.

На рисунке 6 представлен фрагмент прогнозной модели для определения параметров транспортной обеспеченности доступа к территории для зоны А. Стрелками выделены пограничные пути в границах первой зоны - Зоны городского центра (Зона А).

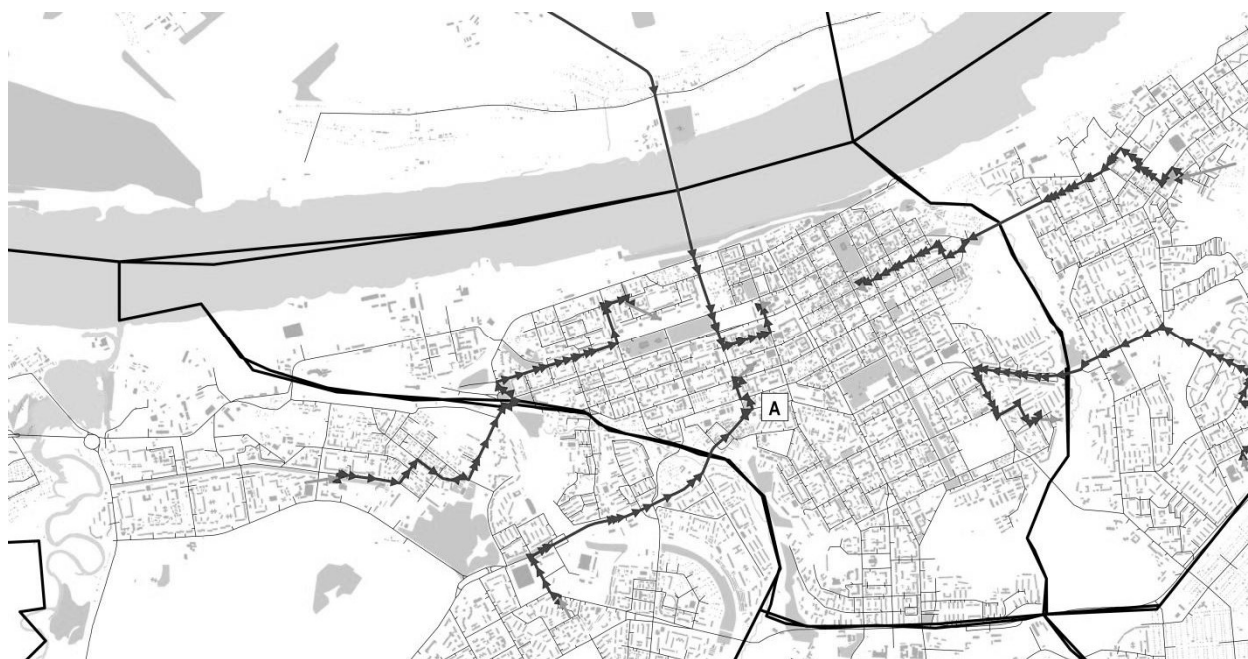


Рисунок 6 - Фрагмент прогнозной модели для определения параметров транспортной обеспеченности доступа к территории для зоны А

Для определения транспортной обеспеченности доступа к территории также как и для определения транспортной обеспеченности территории (ТОТ) возможны два способа:

$$1. TOD = \frac{\sum_k x_{kBC} \cdot l_{kBC} \cdot t_{kBC}}{\sum_k x_{kBC} \cdot l_{kBC}} \quad (3),$$

где

TOD - Транспортная обеспеченность доступа к территории, с;

k - порядковый номер пути типа ВС в исследуемой зоне;

x_{kBC} - количество корреспонденций на k -м пути типа ВС за сутки;

t_{kBC} - время совершения корреспонденций на k -м пути типа ВС внутри территории, с;

l_{kBC} - длина k -го пути типа ВС внутри территории, м.

$$2. TOD = \frac{\sum_k x_{kBC} \cdot l_{kBC}}{\sum_k x_{kBC} \cdot t_{kBC}} \quad (4),$$

TOD - транспортная обеспеченность доступа к территории, м/с.

Аналогично ТОТ, первый способ представляет собой средневзвешенное по количеству отдельных корреспонденций и их длине значение времени реализации пограничных корреспонденций внутри исследуемой зоны и измеряется в секундах. Второй способ расчета представляет собой средневзвешенное по количеству корреспонденций отношение длин корреспонденций ко времени их реализации представляет собой скорость и измеряется в м/с.

1.3 Транспортная обеспеченность транзита через территорию

Транспортная обеспеченность транзита через территорию (TOTR) будет определяться как среднее время реализации транзитных корреспонденций, проходящих по территории исследуемой зоны. Принцип выбора корреспонденций для расчета TOTR представлен на рисунке 7.

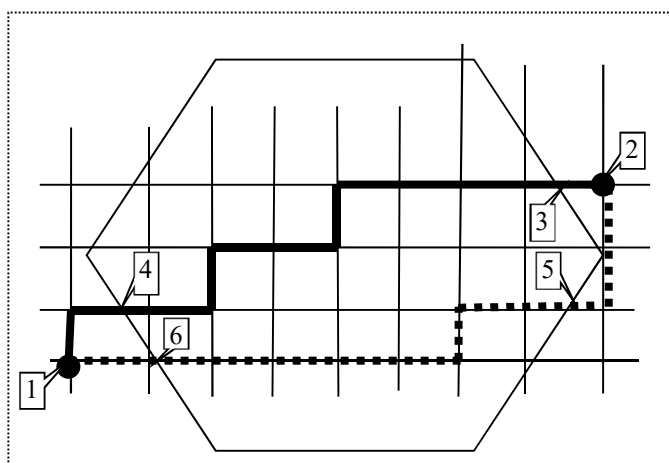


Рисунок 7 - Схема, иллюстрирующая принцип расчета параметра TOTR

Шестиугольник – это граница исследуемой области (территории города). Сетка внутри границы области и за ее пределами представляет собой фрагмент графа УДС города. Как отмечалось выше, рассматриваемые корреспонденции имеют исток и сток за пределами зоны, на приведенной схеме это точки 1 и 2. Для реализации корреспонденций может существовать множество путей. На рисунке 7 примеры путей из точки 1 в точку 2 отмечены жирной линией и пунктирной. Таким образом, при расчете TOTR будут учитываться только части путей, проходящие внутри зоны, в нашем примере это отрезки пути между точками выхода из исследуемой зоны 3-4 и 5-6. Каждому из возможных путей реализации корреспонденций можно присвоить свой номер. Таким образом, при расчете TOTR рассматривается все множество путей для корреспонденций с истоком и стоком за пределами

исследуемой зоны, проходящие при этом своей частью через исследуемую зону.

На рисунке 8 представлен фрагмент прогнозной модели для определения параметров обеспеченности транзита через территорию зоны А. Стрелками выделенные транзитные пути в границах первой зоны - Зоны городского центра (Зона А).

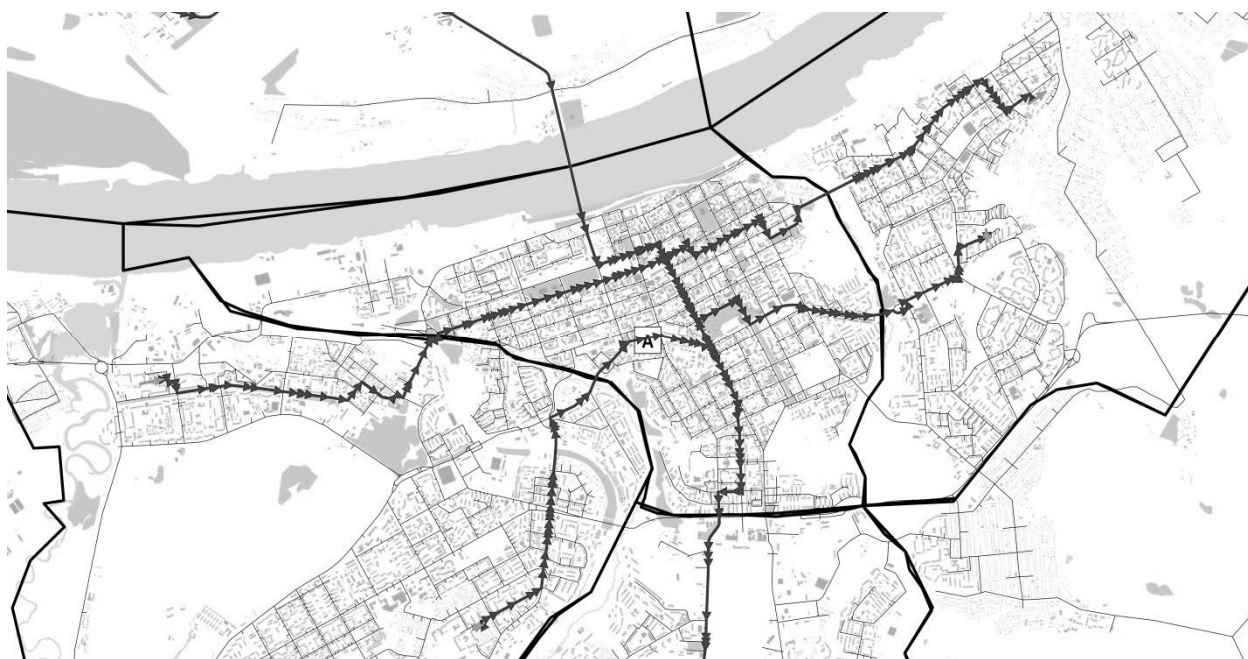


Рисунок 8 - Фрагмент прогнозной модели для определения параметров обеспеченности транзита через территорию зоны А

Для определения транспортной обеспеченности транзита через территорию, аналогично TOT и TOD, возможны два способа:

$$1. \text{TOTR} = \frac{\sum_k x_{kAB} \cdot l_{kAB} \cdot t_{kAB}}{\sum_k x_{kAB} \cdot l_{kAB}} \quad (5),$$

где

TOTR - транспортная обеспеченность доступа к территории, с;

k - порядковый номер пути типа АВ в исследуемой зоне;

x_{kAB} - количество корреспонденций на k -м пути типа АВ за сутки;

t_{kAB} - время совершения корреспонденций на k -м пути типа АВ, внутри территории, с;

l_{kAB} - длина k -го пути типа АВ, внутри территории, м.

$$2. \text{TOTR} = \frac{\sum_k x_{kAB} \cdot l_{kAB}}{\sum_k x_{kAB} \cdot t_{kAB}} \quad (6),$$

TOTR - транспортная обеспеченность доступа к территории, м/с.

Первый способ представляет собой средневзвешенное по количеству отдельных корреспонденций и их длине значение времени реализации пограничных корреспонденций внутри исследуемой зоны, измеряемое в секундах. Второй способ расчета представляет собой средневзвешенное по количеству корреспонденций отношение длин корреспонденций ко времени их реализации, представляет собой скорость и измеряется в м/с.

С точки зрения внутреннего восприятия человеком своей транспортной обеспеченности различные типы поездок по их значимости стоят в следующей последовательности для каждой из территорий:

- внутреннее движение в зоне – параметр транспортная обеспеченность территории (TOT);
- пограничное движение в зоне – параметр транспортная обеспеченность доступа к территории (TOD);
- транзитное движение – параметр транспортная обеспеченность транзита через территорию (TOTR).

Реализация потребностей во внутреннем движении гораздо важнее для жизни человека, чем движение с пограничными целями или транзитное движение через территорию, где человек проживает. Последнее рассматривается жителями территории как определенный негативный фактор. Разбив город на отдельные транспортные зоны, можно рассматривать каждую из зон как самостоятельный город со своей транспортной системой. Очевидно,

что оценка качества работы такой локальной транспортной системы будет основана на оценке времени реализации именно внутренних корреспонденций, реализуемых жителями этого условного города, а не пограничных и тем более не транзитных, которые будут осуществляться даже не жителями этой территории. Поэтому при дифференцированной оценке качества функционирования транспортной системы города, в первую очередь, следует рассматривать качество (время реализации) удовлетворения именно внутренних транспортных корреспонденций.

Оригинальность дифференцированного подхода оценки качества функционирования транспортных систем городов заключается в том, что производится разделение корреспонденций по типам. Для каждой территории рассчитывается транспортная обеспеченность территории, транспортная обеспеченность доступа к территории и транспортная обеспеченность транзита через территорию. В результате каких-либо изменений в транспортном предложении или в транспортном спросе, будет возможность оценить, как повлияли изменения на ту или иную территорию.

2 Интегральный показатель транспортной обеспеченности территории

Имея дифференцированные показатели качества функционирования транспортной системы, можно сформулировать и интегральный показатель транспортной обеспеченности для отдельной i -ой территории.

Это будет некоторая линейная функция от дифференцированных параметров TOT, TOD и TOTR:

$$TI_{cpi} = f(TOT, TOD, TOTR) \quad (7).$$

Ввиду того, что для каждого человека важно именно то, какие по типу корреспонденции совершаются внутри территории его проживания, необходимо ввести коэффициенты, которые будут учитывать предпочтения людей. Такими коэффициентами являются $\beta_{AB}, \beta_{BC}, \beta_{CD}$. Для каждого человека тип корреспонденции играет одинаковую роль, независимо от зоны, в которой человек живет. В связи с этим, значения коэффициентов $\beta_{AB}, \beta_{BC}, \beta_{CD}$ для разных территорий будут одинаковыми. Тогда:

$$TI_{cpi} = \beta_{AB}TOTR_i + \beta_{BC}TOD_i + \beta_{CD}TOT_i \quad (8),$$

где

TI_{cpi} - интегральный показатель транспортной обеспеченности отдельной i -ой территории;

$\beta_{AB}, \beta_{BC}, \beta_{CD}$ - весовые коэффициенты дифференциальных показателей качества транспортной системы TOTR, TOD и TOT.

Полученный показатель TI_{cpi} характеризует транспортную обеспеченность отдельных территорий города. Для оценки транспортной обеспеченности всей территории города будет использоваться значение параметра «интегральное время реализации транспортных корреспонденций».

Интегральное время реализации транспортных корреспонденций характеризует транспортную обеспеченность всей территории города и рассчитывается как линейная комбинация интегральных показателей

транспортной обеспеченности отдельных территорий. Так как среднее время корреспонденции в зоне зависит от протяженности УДС внутри территории, необходимо учесть протяженность УДС при расчете параметра интегральной транспортной обеспеченности для всего города. Для этого введем весовые коэффициенты $\alpha_1, \dots, \alpha_N$. Тогда среднее интегральное время реализации транспортных корреспонденций с учетом коэффициентов для территорий будет рассчитываться как:

$$ТИ_{cp} = \alpha_1 ТИ_{cp1} + \alpha_2 ТИ_{cp2} + \dots + \alpha_n ТИ_{cpN} \quad (9),$$

где $ТИ_{cp}$ – среднее интегральное время реализации транспортных корреспонденций для города;

$ТИ_{cp1}$ – среднее интегральное время реализации транспортных корреспонденций для i -ой зоны;

N – количество транспортных зон;

$\alpha_1, \dots, \alpha_N$ – весовые коэффициенты, рассчитываемые следующим образом:

$$\alpha_i = \frac{S_i}{\sum_{j=1}^n S_j} \quad (10),$$

где S_i – площадь УДС внутри зоны i .

Для каждой зоны можно определить «дефицит транспортной обеспеченности», сравнивая значения $ТИ_{cp_i}$ для каждой зоны со значением $ТИ_{cp}$. В случае, если разности $ТИ_{cp} - ТИ_{cp_i}$ отрицательны, можно говорить о дефиците транспортной обеспеченности для исследуемой зоны, так как затраты на совершение корреспонденций в данной зоне превышают средние по городу.

Использование такого интегрального показателя совместно с показателем среднего времени реализации транспортных корреспонденций и дифференцированными показателями позволяет оценить как существующую

транспортную обеспеченность территории, так и изменение транспортной обеспеченности после реализации тех или иных сценариев изменения транспортного спроса и транспортного предложения.

Литература

1. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография / – М.: Логос, 2013. – 464 с.
2. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р.Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
3. Якимов М.Р., Попов Ю.А. Транспортное планирование: Практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision® VISUM: монография / М.Р.Якимов., А.Ю. Попов. – М.: Логос, 2014. – 200 с.
4. Якимов М.Р., Арепьева А.А. Транспортное планирование: Особенности моделирования транспортных потоков в крупных российских городах: монография / М.Р.Якимов., А.А.Арепьева. – М.: Логос, 2016. – 280 с.
5. Якимов М.Р. Оптимальные модели формирования и развития транспортной системы города / Н.М. Левда, М.Р. Якимов // Вестник ИНЖЕКОНА. Серия: Экономика. – Санкт-Петербург. – 2010. -Выпуск 3(38). –С. 231-238
6. Якимов М.Р. Математическое моделирование распределения транспортного спроса в транспортной системе города // Транспорт: наука, техника, управление - 2010. – №10. – С. 7-13
7. Якимов М.Р. Методика оценки транспортного потенциала городской территории // Материалы международной конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». С.-Петербург, СПбГАСУ - 2010 – С – 333-337
8. Якимов М.Р. Понятие «эффективность транспортной системы крупного города» // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния :

материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф., г. Екатеринбург 16-17 июня 2011 г. / Урал. гос. экон. ун-т [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во УГЭУ, 2011

9. Михайлов А.Ю. Интегральный критерий оценки качества функционирования улично-дорожных сетей // Известия ИГЭА. - Иркутск: БГУЭП, 2004. – С. 50- 53.

10. Вучик В. Р. Транспорт в городах, удобных для жизни. М.: Издательство Территория будущего, 2011. – 576 с.

11. Ortuzar J.D., Willumsen L.G.. Modeling Transport. John Wiley & Sons Ltd.- 2001. – P.594.

12. Lohse D. Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2: Verkehrsplanung, 2. Aufgabe, Berlin, Verlag für Bauwesen GmbH. - 1997. – P. 326.