

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕРАВНОМЕРНОСТЬ РАЗВИТИЯ И ЗАГРУЗКИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Цариков А.А.¹, Обухова Н.А.²

¹Государственное учреждение «Управление автомобильных дорог», Россия

²Уральский государственный лесотехнический университет, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты оценки пространственного развития магистральных улично-дорожных сетей городов Свердловской области, а также загрузки этих сетей транспортными потоками.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, транспортный поток.

Введение

Города Нижний Тагил и Екатеринбург являются наиболее крупными городами Свердловской области. Если Екатеринбург - это финансовый и административный центр Среднего Урала, то Нижний Тагил – важнейший промышленный центр Урала, занимающий одно из первых мест по объёму отгруженных товаров собственного производства.

На современном этапе развития улично-дорожная сеть (УДС) города Нижнего Тагила, составляет 480 км, в том числе магистральной сети – 101.3 км. Плотность УДС на застроенной территории площадью 215.6 км² составляет 2.22 км/км² [1] и соответствует нормативным рекомендациям [2, 7].

Как отмечено в [7], протяжённость и плотность УДС по зонам города значительно различается. Наибольшую плотность УДС имеет центральная часть города, по мере удаления от центра эта плотность меняется. Поэтому актуальными являются задачи проверки соответствия плотности УДС нормативным рекомендациям для различных районов города.

Оценка пространственной неравномерности развития и загрузки УДС городов Свердловской области

Одним из методов, позволяющих оценить пространственное развитие УДС, является метод А. Эртеля [3], который впоследствии был усовершенствован Поляковым А.А. и Шереметьевским М.П. [4]. Суть указанных подходов состоит в членении города на зоны концентрическими окружностями, с дальнейшим измерением параметров УДС по каждой части [7].

В 60-70-е годы прошлого века С.А. Ваксман [5, 6] для определения закономерностей движения транспортных потоков на магистральной УДС использовал более совершенную модель города. Территория и сети

разбивались на микрозоны концентрическими окружностями и радиусами в направлении развития города. Эти микрозоны характеризовались набором градостроительных и транспортных показателей, что позволяло использовать пространственный регрессионный анализ. В настоящее время потребности организации городского движения требуют новых исследований неравномерности транспортных потоков в городах.

Ранее проведенные исследования свидетельствуют о том, что плотность УДС уменьшается от центра города к периферии. Например, пространственная оценка развития УДС города Нижний Тагил, выполненная авторами, подробно рассмотрена в работе [7].

В настоящей статье приводятся результаты анализа изменения УДС ряда городов Среднего Урала: Екатеринбурга, Нижнего Тагила и Асбеста. Основные характеристики исследуемых городов представлены в **табл. 1**.

Таблица 1
Основные транспортные характеристики городов Среднего Урала

Показатель	Екатеринбург	Н. Тагил	Асбест
Численность населения	1378 тыс.	359 тыс.	68 тыс.
Группа поселения	Крупнейшие	Крупные	Средние
Уровень автомобилизации (легковых автомобилей на 1000 жителей)	420	230	270
Общая протяжённость УДС	1220	480	132.5
Протяжённость магистральной сети, км	640	101	Нет данных
Плотность УДС, км/км ²	0.76	0.39	1.25

Поскольку территория исследуемых городов существенно различается, изменение плотности УДС в плане города на **рис. 2** и **3** показано с использованием

двух шкал измерения удалённости от центра города – абсолютной (в км по концентрическим окружностям) и относительной (по r_j/R , где r_j – радиус j -й концентрической километровой зоны, км; R – сумма радиусов всех концентрических километровых зон города или радиус окружности, в которую вписана территория города). Использование относительной шкалы позволяет сопоставлять показатели УДС городов, имеющих различную площадь. Сопоставление графиков на рис. 1 и 2 демонстрирует, что использование разных шкал существенно изменяет формы графиков, описывающих зависимости плотности УДС от удалённости от центра города.

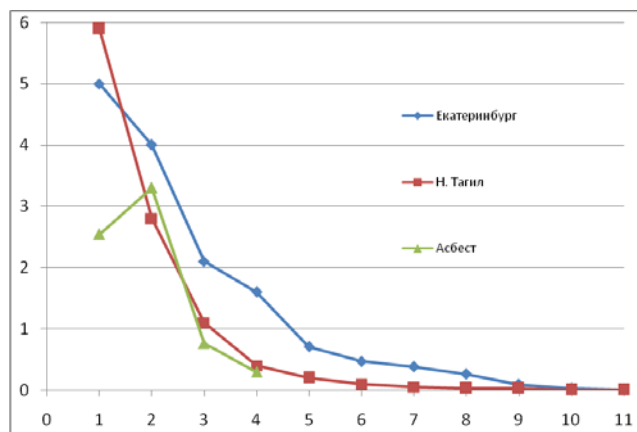


Рис. 1. Плотность улично-дорожной сети городов Среднего Урала, км/км² (с использованием абсолютной шкалы измерения расстояния от центра города)

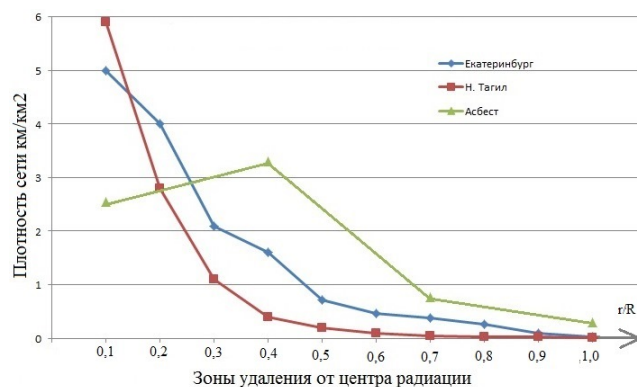


Рис. 2. Плотность улично-дорожной сети городов Среднего Урала, км/км² (с использованием относительной шкалы измерения расстояния от центра города)

Если в центральной части города (на расстоянии одного километра от центра – «центра радиации города») плотность УДС Н. Тагила и Екатеринбурга составляет, соответственно, 5.9 [7] и 5 км/км², то районы, расположенные между центром и окраинами города – «срединная зона», имеют плотность 0.2-2 км/км², что значительно ниже, чем в центральной зоне. Город Асбест имеет меньшую плотность УДС в центральной части города, по сравнению с более

крупными городами. У Екатеринбурга (наибольшего из городов), плотность УДС снижается медленнее, это говорит о том, что его «срединная зона» фактически сформирована. Периферийные районы имеют еще меньшую плотность, чем центральные и «срединные районы» – менее 0.1 км/км². Причины столь значительного отличия плотности сети по зонам удаления от центра кроются в структуре освоения территории города – эти районы ещё достаточно слабо освоены.

Для корректного сравнения городов рассмотрим графики плотности в км-полосах/км² (рис. 3). Как видно из рисунка, плотность сети УДС Екатеринбурга в историческом центре самая высокая – 23 км-полосы на 1 км² площади города.

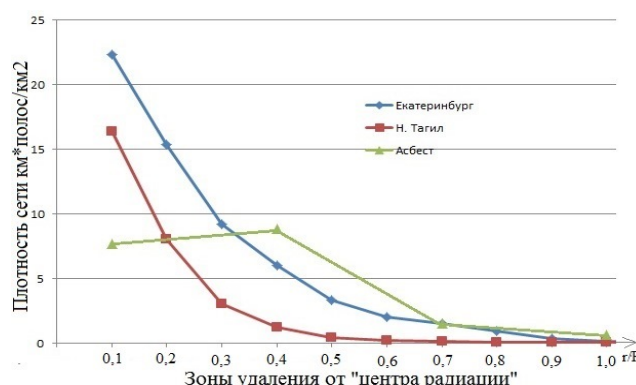


Рис. 3. Плотность улично-дорожной сети, км-полосы/км²

Пространственная оценка загруженности улично-дорожной сети городов транспортными потоками, в отличие от оценки загрузки по времени [8], позволяет выявлять наиболее проблемные места в городе, а затем моделировать эффективность мероприятий по их решению.

Для пространственной оценки загруженности улично-дорожной сети городов выделим отдельные участки сети с различной интенсивностью. Для каждой j -й километровой зоны просуммируем интенсивность движения (авто./ч) прямого N_i^{np} и обратного $N_i^{об}$ направлений по выделенным i -м участкам и умножим полученную величину на протяжённость соответствующего участка L_i (км или км-полосы). Полученную величину (назовём её «площадь транспортного потока» S_j) просуммируем для всех участков сети внутри j -километровой зоны

$$S_j = L_i \cdot \sum (N_i^{об} + N_i^{np}). \quad (1)$$

Для оценки средней интенсивности движения каждой зоны разделим «площадь транспортного потока» j -й зоны S_j на протяжённость УДС в данной зоне

$$N_j^{cp} = S_j / L_i. \quad (2)$$

Для оценки загруженности УДС городов транспортными потоками выполнены расчёты их неравномерности в плане города отнесением пробегов внутри километровых зон к их площади (рис. 4).

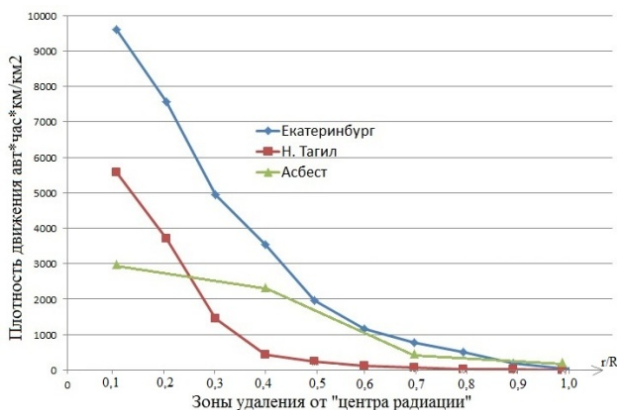


Рис. 4. Плотность движения, авто·ч·км /км²

Как видно из графика, плотность движения в историческом центре Екатеринбурга больше плотности движения в Нижнем Тагиле в два раза, а по сравнению с Асбестом – в четыре раза. По мере удаления от центра, плотность движения снижается, причём, быстрее всего величина плотности движения снижается в Нижнем Тагиле.

Это обстоятельство потребовало изучения загрузки полос движения в различных километровых зонах рассматриваемых городов (рис. 5).

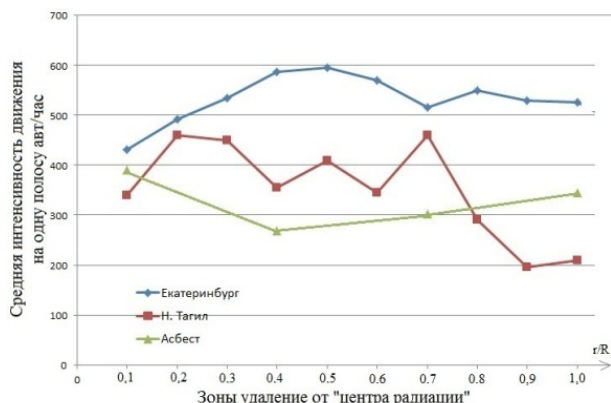


Рис. 5. Средняя интенсивность движения по одной полосе, авто./полоса

Наибольшая интенсивность движения наблюдается в Екатеринбурге. Практически по всему городу средняя интенсивность движения составляет более

500 авто./ч на одну полосу. Учитывая пространственную неравномерность, такое значение является пределом пропускной способности сети. При больших значениях интенсивности, обычно происходит образование заторов.

Как видно из рис. 4, заторы должны присутствовать практически во всех зонах Екатеринбурга, что соответствует действительности. В Нижнем Тагиле наибольшая загрузка магистралей наблюдается во 2, 3 и 7-й километровых зонах и составляет 450-460 авто./ч на одну полосу [8]. В Асбесте загрузка сети меньше величины 400 авто./ч на одну полосу, что свидетельствует о насыщенном движении в часы пик на магистральной сети этого города.

Заключение

Результаты первичного анализа неравномерности движения автомобилей в различных городах Свердловской области позволяют сделать вывод о необходимости использования моделей УДС этих городов, позволяющие применить пространственный регрессионный анализ.

Список литературы

1. Генеральный план городского округа «Город Нижний Тагил» Свердловской области применительно к городу Нижний Тагил. Том 4 «Транспорт». Режим доступа: <http://ekb4.info/sverdlovsk8/reshenie43.htm>
2. Руководство по проектированию улиц и дорог. М.: Стройиздат, 1980. 324 с.
3. D. Arthur Ertel, Traffic and buildings in large cities // Electric Railway Journal, August 6, 1921.
4. Поляков А.А., Шереметьевский М.П. Достижения русской и зарубежной техники в области трамвайного дела // Коммунальное хозяйство. 1927. N 11-12, отдельный оттиск «Трамвайный отдел». №3. С. 22-23.
5. Ваксман С.А. Исследование закономерностей автотранспортной загрузки сети магистральных улиц (на примере городов Урала и Казахстана). Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.техн.наук., Свердловск, 1970. 25 с.
6. Поляков А.А., Ваксман С.А. Пространственно-временная неравномерность городского движения // Архитектура и транспорт. 1973. С.161-168.
7. Цариков А.А., Обухова Н.А. Оценка пространственного развития и загруженности улично-дорожной сети города Нижний Тагил.// Современные проблемы транспортного комплекса России. 2014. №5. С. 4-7
8. Цариков А.А., Обухова Н.А. Анализ временной неравномерности загрузки улично-дорожной сети транспортными потоками в городах Урала и Сибири. // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог. Сб. науч. тр. ОАО «ГИПРОДОРНИИ», Вып.5(64). Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. с.102-108.

Материал поступил в редакцию 24.11.15

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

SPATIAL UNEVEN DEVELOPMENT OF THE STREET AND ROAD NETWORK UTILIZATION IN CITIES OF THE SVERDLOVSK REGION

Tsarikov Aleksey Alekseevich – Ph.D. (Eng.), Associate Professor
 Government agency «Roads authority» Ekaterinburg, Russia. Phone: +7-902-871-20-80. E-mail: zarikof@mail.ru
Obukhova Natalya Aleksandrovna – Postgraduate Student
 Ural State Forest Engineering University, Russia. Phone: +7-908-916-83-96. E-mail: tasiao@rambler.ru

Abstract

The evaluation results of spatial development of the trunk line of street and road network in cities of the Sverdlovsk region and the utilization of these networks by the traffic flows is presented in the present paper.

Keywords: street and road network, traffic flow.

References

1. General'nyj plan gorodskogo okruga «Gorod Nizhnij Tagil» Sverdlovskoj oblasti primenitel'no k gorodu Nizhnij Tagil [The «Nijnii Tagil City» urban district general plan in Sverdlovsk region for relation Nijnii Tagil city]. Volume 4 «Transport». Available at: <http://ekb4.info/sverdlovsk8/reshenie43.htm> (In Russ.)
2. Rukovodstvo po proektirovaniju ulic i dorog [Instruction for planning streets and ways]. Moscow: Strojizdat, 1980, 324 p.
3. D. Arthur Ertel, Traffic and buildings in large cities // Electric Railway Journal, August 6, 1921. (In Russ.)
4. Poljakov A.A., Vaksman S.A. Prostranstvenno-vremennaja neravnomernost' gorodskogo dvizhenija [The urban traffic space-time inhomogeneity] // Arhitektura i transport [Architecture and Transport]. 1973, pp. 161-168. (In Russ.)
5. Vaksman S.A. Issledovanie zakonernostey avtotransportnoj zagruzki seti magistralnyh ulits (na primere gorodov Urala i Kazahstana): avtoreferat. [The study on patterns of road utilization of the network of trunk-line streets (on the example of the cities in Ural and Kazakhstan): the abstract]. Sverdlovsk, 1970, 25 p. (In Russ.)
6. Poljakov A.A., Vaksman S.A. Prostranstvenno-vremennaja neravnomernost' gorodskogo dvizhenija [The urban traffic space-time inhomogeneity] // Arhitektura i transport [Architecture and Transport]. 1973, pp. 161-168. (In Russ.)
7. Tsarikov A.A., Obukhova N.A. Assessment of spatial development and functioning capacity of road network of the Nizhny Tagil city // Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii [Modern Problems of Russian Transport Complex]. 2014, no.5, pp. 4-7. (In Russ.)
8. Tsarikov A.A., Obukhova N.A. Analiz vremennoj neravnomernosti zagruzki ulichno-dorozhnoj seti transportnymi potokami v gorodah Urala i Sibiri [The analysis of temporary irregularity of the utilization of street and road network by traffic flows in the cities of the Ural and Siberia] // Aktualnye voprosy proektirovaniya avtomobilnyh dorog [Topical issues of road design] / Sb. nauch. tr. [Proceeding]. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. Un-ta, 2014, vol. 64, no.5, pp. 102-108. (In Russ.)

Received 24/11/15

Цариков А.А., Обухова Н.А. Пространственная неравномерность развития и загрузки улично-дорожной сети городов Свердловской области // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. Т.6. №2. С. 4-7

Tsarikov A.A., Obukhova N.A. Spatial uneven development of the street and road network utilization in cities of the Sverdlovsk region // *Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii* [Modern Problems of Russian Transport Complex]. 2016, vol. 6, no. 2, pp. 4-7