

# ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

УДК 656.11

Цариков А.А., Обухова Н.А.

## ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ И ЗАГРУЖЕННОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА НИЖНИЙ ТАГИЛ

**Аннотация.** В статье проведена оценка пространственного развития магистральной улично-дорожной сети города Нижний Тагил, а также загруженности сети транспортными потоками в расчёте на одну магистраль и одну полосу движения.

**Ключевые слова:** улично-дорожная сеть, транспортный поток.

Город Нижний Тагил – важнейший промышленный центр Урала с населением 360 тысяч человек. По объёму отгруженных товаров собственного производства Нижний Тагил занимает одно из первых мест на среднем Урале.

На современном этапе развития улично-дорожная сеть города Нижнего Тагила составляет 480 км, в том числе магистральная сеть – 101.3 км. Плотность улично-дорожной сети (УДС) на застроенной территории площадью 215.6 км<sup>2</sup> составляет 2220 м/км<sup>2</sup> [1].

Согласно нормам [2] плотность сети магистральных улиц и дорог на расчётный срок должна приниматься в пределах 2200-2400 м/км<sup>2</sup> территории городской застройки. Таким образом, существующая плотность улично-дорожной сети города Нижний Тагил соответствует нормативным рекомендациям.

Вместе с этим необходимо отметить, что протяжённость и плотность сети по районам города значительно отличается. Наибольшую плотность улично-дорожной сети имеет центральная часть города, по мере удаления от центра плотность меняется как в большую, так и в меньшую сторону. Возникает задача проверки соответствия плотности улично-дорожной сети нормативным рекомендациям по отдельным районам.

Для пространственной оценки развития улично-дорожной сети города Нижний Тагил на карту города нанесены окружности с интервалом 1 км, при этом центром всех окружностей примем «логический центр радиации» города (рис.1). Затем для каждой зоны удалённости от центра произведём расчёт протяжённости улично-дорожной сети, отдельно в километрах и километро-полосах. Оценка развития улично-дорожной сети по двум параметрам необходима вследствие различия количества полос на различных магистралях города.

Данный метод анализа был впервые применён А.Эртелем для оценки развития трамвайной сети городов Европы и США в 1921 году [3]. Совершенствуя методику Эртеля, специалисты Советской школы Поляков А.А. и Шереметьевский М.П. провели в

1928 году подобный анализ трамвайной сети для города Москвы применительно к 1914 и 1926 годам [4].

Позже, в 70-е и 80-е годы подобная методика использовалась Поляковым А.А. и Ваксманом С.А. для характеристики показателей работы городского общественного транспорта и для определения закономерностей движения транспортных потоков [5,6,7,8,9,10].

Стоит отметить, что площадь каждой зоны растёт по мере удаления от центра. При этом протяжённость улично-дорожной сети в каждой из зон будет различной. В связи с этим, для оценки развития улично-дорожной сети города Нижний Тагил предлагается делить протяжённость сети каждой километровой зоны на её площадь. В результате определяется плотность улично-дорожной сети на единицу площади соответствующей зоны (рис. 2, 3)

$$P_i = L_{i,сети} / S_i, \quad (1)$$

где  $P_i$  – плотность улично-дорожной сети на  $i$ -й

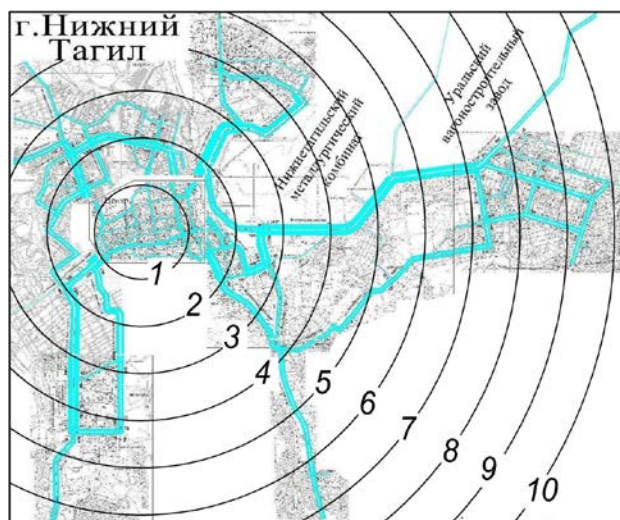


Рис. 1. Схема улично-дорожной сети города Нижний Тагил с нанесёнными километровыми зонами

километровой зоне, км/км<sup>2</sup>;  $L_{i\text{сети}}$  – протяжённость улично-дорожной сети  $i$ -й зоны, км (в случае расчёта протяжённости сети в километро-полосах, используется км-пол.);  $S_i$  – площадь  $i$ -й зоны, км<sup>2</sup>.

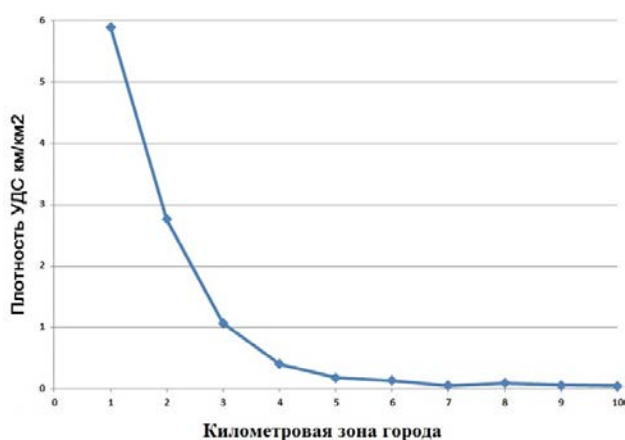


Рис. 2. Изменение плотности улично-дорожной сети г. Нижний Тагил в зависимости от километровой зоны

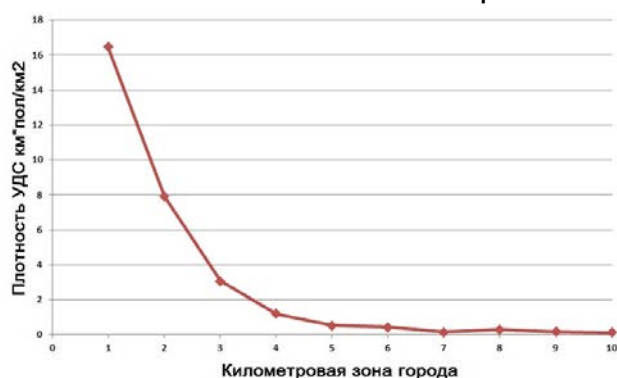


Рис. 3. Изменение плотности улично-дорожной сети г. Нижний Тагил в километро-полосах в зависимости от километровой зоны

Как видно из графиков на рис.2, 3, плотность улично-дорожной сети города Нижний Тагил имеет значительные различия по зонам города. Если в центральной части города плотность сети составляет от 5.9 и 2.76 км/км<sup>2</sup>, соответственно для 1 и 2 зоны, то срединные районы города имеют плотность 0.2 – 1 км/км<sup>2</sup>, что значительно меньше, чем в центральных зонах.

Периферийные районы имеют ещё меньшую плотность, чем центральные и срединные районы – менее 0.1 км/км<sup>2</sup>. Причины столь значительного различия плотности сети по зонам удаления от центра объясняются структурой освоения территории города. Центральная часть города освоена практически полностью, исключения составляют территории естественных природных преград (реки, пруд и т.д.). Срединная часть города также имеет высокую долю освоения территории, но к площадям, на которых невозможно (ограничено) развитие улично-дорожной сети по причине природных преград, добавляются также территории промышленных предприятий.

Кроме того, протяжённость магистральной сети в срединной зоне объективно снижается, растут расстояния между параллельными магистралями. В связи с этим плотность сети в срединной части города резко уменьшается.

В периферийной части города, наряду с естественными преградами и территориями промышленных предприятий, существует ряд неосвоенных территорий. Так, например, в восточной части города, где располагается «УралВагонЗавод» и жилой район «Дзержинский», процент освоения территории достаточно высокий. Вместе с этим, западный, южный и северный сектора города, находящиеся на таком же удалении от центра (8-10 км), что и жилой район «Дзержинский», практически не освоены. Граница города в этих направлениях находится гораздо ближе к «логическому центру радиации» города – на расстоянии в 7-8 километров.

Таким образом, можно сделать вывод, что оценку плотности улично-дорожной сети необходимо проводить с учётом её освоенности. Особенно это касается периферийной части городов, где доля застроенной территории может быть значительно меньшей, чем в центральной части.

Для оценки загруженности улично-дорожной сети города Нижний Тагил транспортными потоками проведём расчёт интенсивности движения по участкам и зонам города. Для этого выделим отдельные участки сети с различной интенсивностью. Для каждого сектора  $j$ -й километровой зоны просуммируем интенсивность движения (ед./час) прямого  $N_i^{np}$  и обратного  $N_i^{об}$  направлений по выделенным 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 (рис. 4)

$$S_j = L_i \cdot \sum (N_i^{об} + N_i^{np}). \quad (2)$$

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

$$N_j^{cp} = S_j / L_i \quad (3)$$

Результаты расчётов по формуле 3 приведены на рис. 5, 6. Как видно из полученных графиков, самая низкая интенсивность движения наблюдается на магистралях центральной части (1 зона) – 970 ед./час в двух направлениях, а также на пери-

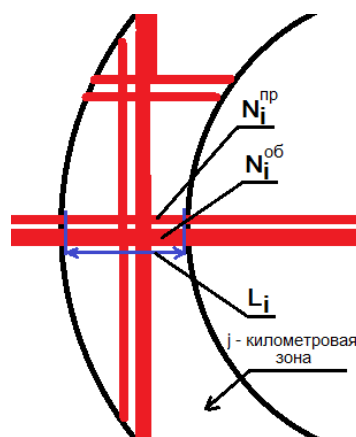


Рис. 4. Схема определения интенсивности движения по зонам

ферии Дзержинского района (8-10 зоны) – 600-950 ед./час. В зонах со 2 по 7 интенсивность движения колеблется с 1100 до 1600 ед./час. Стоит отметить, что максимальная интенсивность движения зафиксирована на магистралях 7 зоны, что объясняется наличием в ней большого числа загородных дорог.

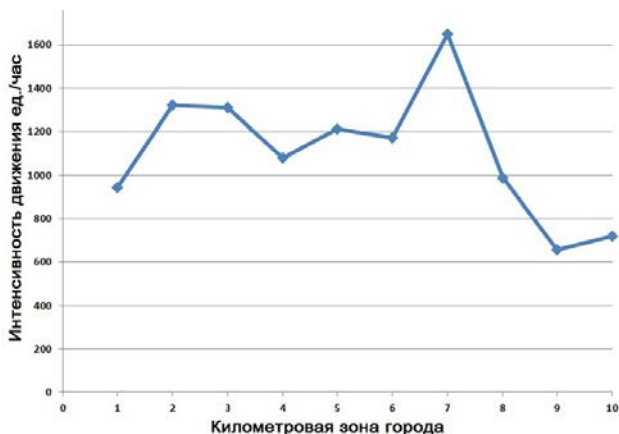


Рис. 5. Изменение средней интенсивности движения по магистральным улицам г. Нижний Тагил в зависимости от километровой зоны

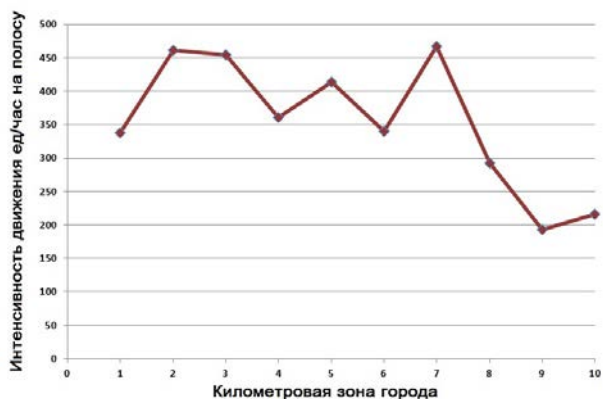


Рис. 6. Изменение средней интенсивности движения в г. Нижний Тагил, в расчёте на одну полосу, в зависимости от километровой зоны

Так как в пространстве города меняется не только протяжённость сети, но и количество полос на этой сети, необходим анализ загрузки сети в расчёте на одну полосу.

Как видно из рис. 6, наибольшая загрузка магистралей наблюдается во 2, 3 и 7 километровых зонах – от 450 до 460 ед./час на одну полосу. Такую загруженность магистралей данных зон можно объяснить следующим. Центральная часть города Нижний Тагил разделена поясом водных преград и железнодорожным полотном, фактически в центр вступают семь магистралей – улицы Челюскинцев, Фрунзе, Мира, Пархоменко, Циолковского, Кулибина, Красногвардейская. При этом транспортные потоки, входящие в центр города, концентрируются на данных магистралях, тем самым увеличивая интенсив-

ность движения. По мере движения в центр, плотность сети возрастает, и транспортные потоки равномерно распределяются по ним. Отсюда 2 и 3 зоны наиболее загружены транспортом, а 1 и 4 зоны, опоясывающие их, менее загружены. 7 зона, как отмечалось выше, загружена по причине наличия загородных автомобильных дорог.

В целом загрузка улично-дорожной сети города Нижний Тагил составляет 350 – 470 ед./час на полосу (кроме 9 и 10 зон в жилом районе), что указывает на необходимость изменения подхода к организации дорожного движения на магистральной сети.

**Выводы.** Для пространственной оценки развития магистральной улично-дорожной сети необходимо использовать методику графического анализа. Одним из эффективных способов оценки развития улично-дорожной сети является способ, основанный на нанесении на схему сети ряда окружностей с шагом в один километр.

Развитие сети необходимо определять по километровым зонам удаления от «логического центра» города. При этом целесообразно использовать оценку протяжённости сети в километрах и километро-полосах. Для уточнения показателей развития улично-дорожной сети и соответствия её нормативным требованиям необходим анализ освоения территории города по зонам.

Для оценки загрузки улично-дорожной сети рекомендуется также использовать способ нанесения окружностей. Данный анализ позволяет оценить среднюю загрузку сети транспортными потоками, в том числе, на одну полосу.

**Список литературы**

1. Генеральный план городского округа «Город Нижний Тагил» Свердловской области применительно к городу Нижний Тагил. Том 4 «Транспорт». URL: <http://ekb4.info/sverdlovsk8/reshenie43.htm>. Дата обращения: 10.05.2014.
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». N 3. С. 22-23.
5. Поляков А.А., Ваксман С.А. Пространственно-временная неравномерность городского движения // Архитектура и транспорт. 1973. С. 161-168.
6. Ваксман С.А. Распределение транспортных потоков в плане города / Материалы III науч.-техн. конф. Уральского политехнического института. Строительный факультет. Секция Градостроительство и архитектура. Свердловск: УПИ, 1970. С. 55-56.
7. Ваксман С.А. Пространственно-статистическая информация о загрузке сети магистральных улиц городов // Городской транспорт и организация городского движения / Тезисы докладов науч.-практ. конф. Свердловск: 1973. С. 193-197.
8. Ваксман С.А., Говоренкова Т.М., Кривошеев Д.П. Пространственно-статистическая информация о загрузке сети магистральных улиц городов // Материалы 3-й междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: Комвакс, 1996. С. 90-94.
9. Ваксман С.А., Пихлак И.О. Некоторые вопросы исследования загрузки сети магистральных улиц городов // Сб. статей серия А, N 292. «Автомобильные дороги. Автомобильный транспорт» / Тр. Таллинского политехнического института. Таллин: 1970. С. 11-21.
10. Ваксман С.А., Глик Ф.Г., Швеиц В.Л. Транспортное районирование города // Региональная экономика и региональная политика / Сб. науч. тр. Екатеринбург: Изд-во УргЭУ, 1994. С. 180-188.

**Сведения об авторах**

**Цариков Алексей Алексеевич** – канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (УГЛТУ), г. Екатеринбург, Россия. Тел.: +7-902-871-20-80. E-mail: Zarikof@mail.ru.

**Обухова Наталья Александровна** – аспирант ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (УГЛТУ), г. Екатеринбург, Россия. Тел.: +7-908-916-83-96. E-mail: tasiao@rambler.ru.

**INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH****ASSESSMENT OF SPATIAL DEVELOPMENT AND FUNCTIONING CAPACITY OF ROAD NETWORK OF THE NIZHNY TAGIL CITY**

**Tsarikov Aleksey Alekseevich** – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia. Phone: +7-902-871-20-80. E-mail: zarikof@mail.ru.

**Obukhova Natalya Aleksandrovna** – Postgraduate Student, Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia. Phone: +7-908-916-83-96. E-mail: tasiao@rambler.ru.

**Abstract.** The paper assessed the spatial development trunk road network of the city of Nizhny Tagil, and network traffic congestion based on one line and one lane.

**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». [Online]. Available: <http://ekb4.info/sverdlovsk8/reshenie43.htm> [2014, May 10].
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.
4. Poljakov A.A., Sheremet'evskij M.P. Dostizhenija russkoj i zagranichnoj tehniki v oblasti tramvajnogo dela [Achievements of Russian and Foreign Engineering in the Field of the Tram Business] // Kommunal'noe hozjajstvo [Communal services]. 1927, no. 11-12, Otdel'nyj ottisk «Tramvajnyj otdel» [Separatum «Tram Department»], no. 3, pp. 22-23.
5. 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.
6. Vaksman S.A. Raspreделение transportnyh potokov v plane goroda [The Distributions of Traffic Flows in City Plan] / Materialy III nauch.-tehn. konf. Ural'skogo politehnicheskogo instituta. Stroitel'nyj fakul'tet. Sekcija «Gradostroitel'stvo i arhitektura» [Materials of III Scientific & Technical Conference. Ural Polytechnic Institute. Faculty of Building. Town-planning and Architecture section]. Sverdlovsk: UPI, 1970, pp. 55-56.
7. Vaksman S.A. Prostranstvenno-statisticheskaja informacija o zagruzke seti magistral'nyh ulic gorodov [Net workload spatial-statistic information of main streets in the city] // Gorodskoj transport i organizacija gorodskogo dvizhenija [Urban Transport and Urban Traffic Management] / Tezisy dokladov nauch.-prakt. konf. [The Abstracts of III Scientific & Technical Conference]. Sverdlovsk: 1973, pp. 193-197.
8. Vaksman S.A., Govorenkova T.M., Krivosheev D.P. Prostranstvenno-statisticheskaja informacija o zagruzke seti magistral'nyh ulic gorodov [Net workload spatial-statistic information of main streets in the city] // Materialy 3-ej mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Proceeding of III Scientific & Technical Conference]. Ekaterinburg: Komvaks, 1996, pp. 90-94.
9. Vaksman S.A., Pihlak I.O. Nekotorye voprosy issledovanija zagruzki seti magistral'nyh ulic gorodov [Some research questions the net workload of the city main streets] // Sb. statej serija A, no. 292. «Avtomobil'nye dorogi. Avtomobil'nyj transport» [«Highways. Automobile Transport»] / Tallin Polytechnic Institute. Tallin: 1970, pp. 11-21.
10. Vaksman S.A., Gliik F.G., Shvec V.L. Transportnoe rajonirovanie goroda [Transport city's zoning] // Regional'naja jekonomika i regional'naja politika [Regional Economics and Regional Policy] / Sb. nauch. tr. [Proceeding]. Ekaterinburg: Izd-vo UrGJeU, 1994, pp. 180-188.

УДК 656.11

**Цариков А.А.****АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ТРАМВАЙНЫХ ПУТЯХ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Аннотация.** В статье проведён анализ дорожно-транспортных происшествий на трамвайных путях города Екатеринбурга и выявлены закономерности распределения их в пространстве.

**Ключевые слова:** городской общественный транспорт, трамвайные системы, дорожно-транспортные происшествия.

Рост уровня автомобилизации городов России за последние двадцать лет повлиял на снижение скорости сообщения в городах. Стоит отметить, что в городе Екатеринбурге до 2004 года пассажиропоток общественного транспорта снижался за счёт увеличения доли передвижений на индивидуальном легковом транспорте. После 2004 года в Екатеринбурге наметилась тенденция стабилизации доли передвижений на индивидуальном легковом транспорте по причине перегруженности улично-дорожной сети, при этом доля передвижения на общественном транспорте продолжала снижаться за счёт увеличения доли передвижений пешком.

Город Екатеринбург – компактный современный

город с ярко выраженным центральным ядром. Большая доля мест приложения труда, а также мест культурно-бытового, развлекательного, торгового перемещения расположена в центре.

На данный момент в Екатеринбурге наиболее высокую скорость движения в часы пик имеет метрополитен – около 40 км/час, затем идёт велосипед – 15-16 км/час. Скорость движения трамваев и легковых автомобилей составляет в часы пик около 14 км/час.

Для увеличения доли перевозок городским общественным транспортом, а, по своей сути, это возврат пассажиров, которые ушли на индивидуальный легковой транспорт, а также бывших пассажиров городского общественного транспорта, перешедших