

Анализ оценки пропускной способности саморегулируемого пересечения в городских условиях на примере г. Петрозаводска

Т.Г. Винокурова

Петрозаводский государственный университет

Аннотация: На основе проведенного исследования выполнен анализ пропускной способности кольцевого пересечения согласно существующей интенсивности движения в городе с учетом состава транспортного потока, приведены основные факторы, влияющие на пропуск транспортных средств на въезде на саморегулируемое пересечение. Проанализированы возможности уменьшения заторов в рамках существующей улично-дорожной сети города, даны выводы и рекомендации по полученным результатам.

Ключевые слова: пропускная способность, состав потока, кольцевое пересечение, расчетная скорость движения, интервалы между автомобилями, центральный островок, уровень загрузки, затор, приведенная интенсивность движения, количество полос движения, уровень обслуживания.

На пропускную способность в городских условиях оказывает влияние большое количество факторов, характеризующих взаимодействие между автомобилями в транспортном потоке при различных дорожных условиях [1, 2].

Основными из них являются: состав транспортного потока, плотность движения в рассматриваемом сечении дороги, геометрические параметры автомобильных дорог или улиц, тип расчетного транспортного средства, угол въезда на пересечение, параметры кольцевого пересечения (форма и диаметр центрального островка, количество полос движения на въезде на кольцо и количество полос при движении по кольцу). Ширина проезжей части, интенсивность движения общественного транспорта, средняя скорость транспортных потоков также влияют на пропускную способность дорог в городе [3, 4].

Кроме прочего, необходимо учитывать дефицит городских территорий в рамках уже запроектированной улично-дорожной сети. Сократить площадь застройки можно лишь путем повышения этажности. В случае грузового потока важное значение имеют архитектурно-пространственные решения [5].

Если рассмотреть перекрестки, которые являются заторообразующими, то мы увидим, что при количестве автомобилей меньше некоего критического значения не наблюдается затруднения движения на всем участке дороги [6].

Для оценки пропускной способности пересечений необходимы данные об интенсивности и составе движения, о перераспределении потоков по всем направлениям в «часы пик». Для оценки пересечения Лесного проспекта и Лососинского шоссе в городе Петрозаводске были собраны и проанализированы данные по количеству автомобилей и составу потоков автотранспорта. Необходимые данные были получены с помощью веб-камер «Сампо» и «Ситилинк» в процессе наблюдений, произведённых 23 марта 2022 года в период с 17:30 до 18:30 часов по Московскому времени [7,8].

Полученные составы потоков движения на въездах на кольцевое пересечение приведены в таблице 1.

Таблица №1

Состав транспортного потока в «час пик» по результатам исследования

Состав транспортного потока, %	Въезд №1	Въезд №2	Въезд №3	Въезд №4
Легковые автомобили	94	95	93	95
Грузовые автомобили	3,4	2,5	3,8	2,5
Автопоезда	1,6	0	2,2	0
Автобусы	0,5	2,5	1	1,6
Троллейбусы	0,5	0	0	0,9

Распределение транспортного потока по кольцу для наглядности представим в виде схемы (рис. 1).

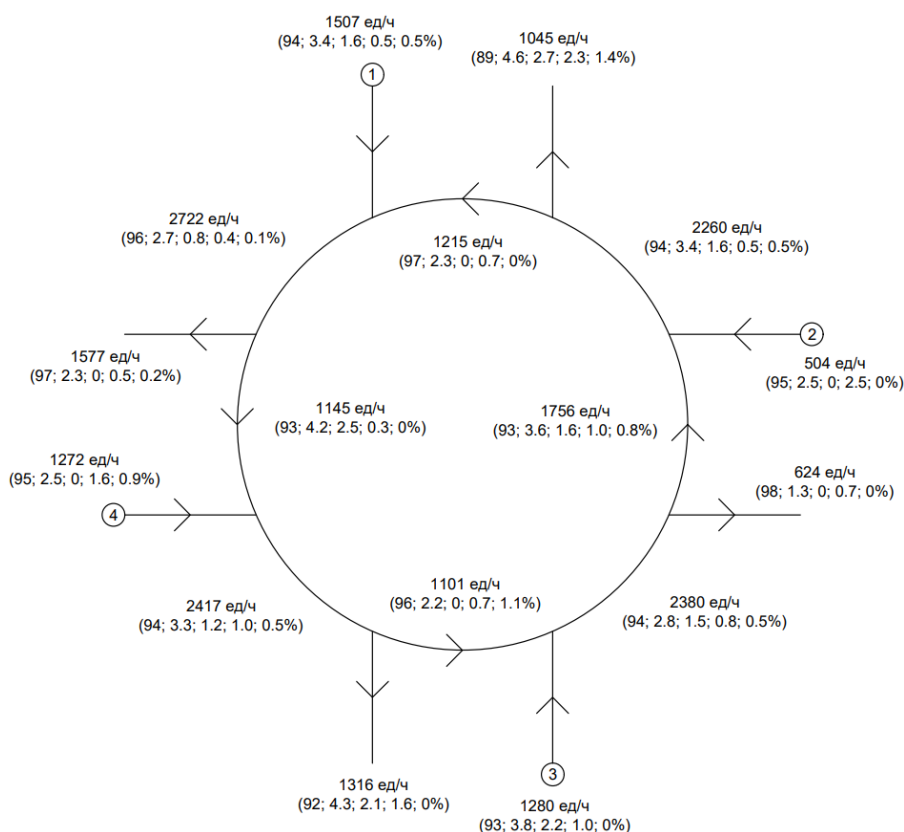


Рис. 1. – Картограмма интенсивности движения (в скобках указан состав транспортного потока, %).

Расчет пропускной способности кольцевых пересечений возможно выполнить, основываясь на данных «ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог».

Для всех въездов определим коэффициенты состава движения и пропускную способность каждого въезда на кольцевое пересечение.

Тогда при диаметре центрального островка $D_{ц.о}=100$ м пропускная способность каждого из въездов соответственно составит: 2342 авт/ч; 1280 авт/ч. 922 авт/ч; 2427 авт/ч;

Коэффициенты загрузки на рассматриваемом пересечении согласно (3) будут равны: 0,69; 0,42; 1,52; 0,56.

$$z = \frac{N_B}{P_B}, \quad (3)$$

где N_B – фактическая или перспективная интенсивность движения на въезде, авт/ч; P_B – максимальная пропускная способность въезда в реальных дорожных условиях, авт/ч.

При этом необходимо отметить, что согласно (ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог) экономически эффективная величина загрузки соответствует $z=0,65$. То есть, результаты расчётов подтверждают реальную дорожно-транспортную обстановку на кольце (рис. 2).



Рис. 2. – Дорожная ситуация на кольцевом пересечении [7, 8]

Для дальнейшего анализа можно было предположить, что интенсивность еще одного из въездов увеличилась до его пропускной способности. В этом случае, увеличится интенсивность движения на кольце и, как следствие, пропускная способность других въездов уменьшится. Поэтому, для дальнейшего анализа необходимо некое теоретическое допущение: интенсивность увеличивается не только на одном въезде.

Проанализируем влияние центрального островка на пропускную способность кольцевого пересечения. Согласно данным значений c (ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог) при прочих равных условиях движения на первом въезде получаем следующие данные (рис. 3).

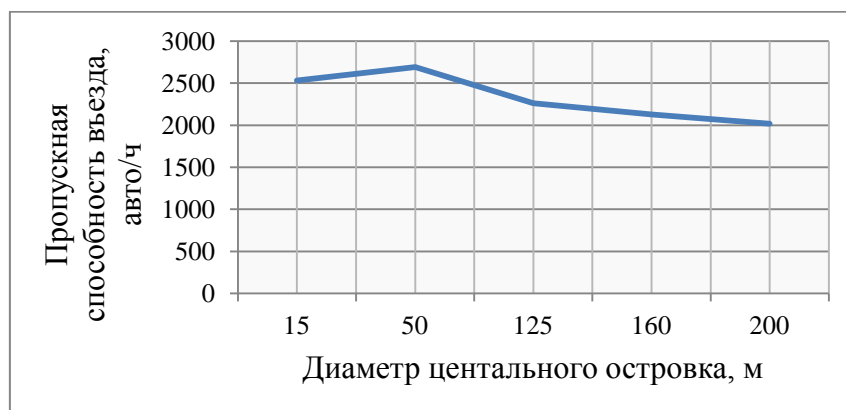


Рис. 3 – Пропускная способность въезда № 1 в зависимости от геометрических параметров пересечения (диаметра центрального островка)

Скорость движения автомобилей также определяется диаметром центрального островка, а он, в свою очередь, неразрывно связан с территорией города, отведенной под данный тип пересечения.

Проанализируем влияние состава транспортного потока на пропускную способность, рассмотрев три варианта движения: только легковые транспортные средства, легковые и грузовые транспортные средства, транспортный поток без общественного транспорта (рис.4).

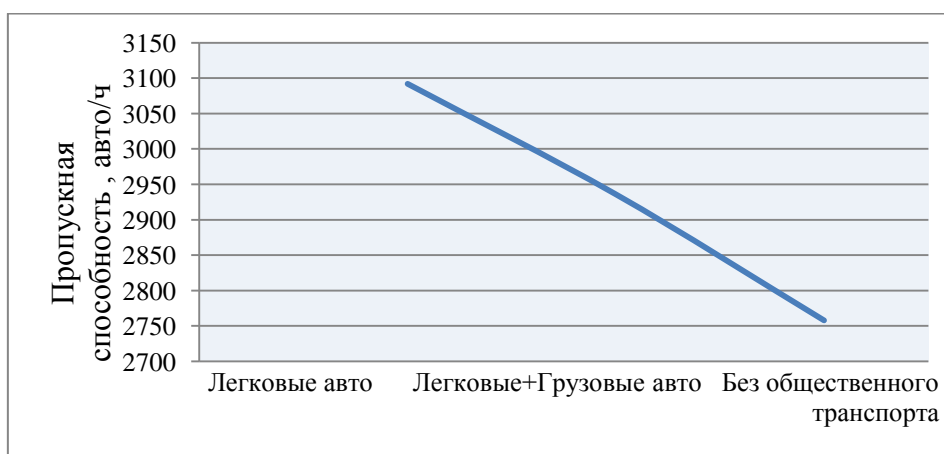


Рис. 4. - Пропускная способность въезда № 1 в зависимости от состава транспортного потока.

Таким образом, исключение из потока автобусов и троллейбусов позволило бы существенным образом увеличить пропускную способность

въезда на рассматриваемое саморегулируемое пересечение. Но при этом очевидно, что данная мера не может быть реализована. Маршрут линий общественного транспорта города во многих случаях не может быть проложен с избеганием этих пересечений.

Светофорное регулирование на пересечениях может изменить непрерывность движения на пересечениях [9]. Можно предположить, что наличие пешеходных переходов в непосредственной близости от кольцевого пересечения также вызовет уменьшение пропускной способности транспорта.

Оптимизация потока транспорта посредством «кластеризации», алгоритма, позволяющего разбить дорожные условия на отдельные составляющие, позволит определить состояние дорожного движения и выполнить его анализ [10].

Также, решать дорожную ситуацию в городских условиях приходится в условиях уже сформированной улично-дорожной сети, когда «красные линии» городских улиц определены и имеется плотная застройка.

Тем не менее, согласно данным ГИБДД аварийность на кольцевых пересечениях меньше ввиду того, что водители снимают скорость при подъезде на кольцо. Поскольку время ожидания въезда на кольцо меньше, чем на регулируемое пересечение, то вредное воздействие на окружающую среду и расход топлива уменьшается. Такие пересечения могут объединять в своей конфигурации больше четырех входящих улиц или дорог. Можно рассматривать пересечения такой конфигурации, как хороший способ организации дорожного движения, тем более в случае проектирования мини-кольцевых пересечений, с меньшим значением радиуса центрального островка и экономии городской территории.

И, несмотря на тот факт, что организация безопасного пешеходного движения на таких пересечениях еще не решена, этот тип развязки остается одним из самых быстрых, эффективных и перспективных.

Литература

1. Тимоховец В. Д., Чичиланова Я. И. Разработка универсальной транспортной схемы для оптимизации дорожного движения в условиях города // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2020. Т. 17, № 4 (74). С. 524-536.

2. Немчинов, Д. М. (главный специалист; ГБУ "Мосгоргеотрест"). Транспортные потоки на контроле // Автомобильные дороги. 2020. № 9. С. 133-134.

3. Корягин, М. Е., Тимофеева Е. Г. Управление пропускной способностью городских дорог в условиях выбора пассажирами способа передвижения // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2018. Т. 15, № 5 (63). С. 660-671.

4. . Алексиков С. В, Лескин А. И., Гофман Д. И., Альшанова М. И. Повышение пропускной способности УДС Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 4 (81). С. 74-83.

5. Клименко П.Я., Иевлева О.Т. Локальные логистические центры в городских условиях // Инженерный вестник Дона, 2022, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2266

6. Быков Д.В., Лихачёв Д.В. Имитационное моделирование как средство модернизации участка транспортной сети // Инженерный вестник Дона, 2022, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2388

7. Карта Петрозаводска: улицы, дома и организации города — 2ГИС (2gis.ru). – URL: 2gis.ru/petrozavodsk?m=34.3201%2C61.766573%2F17.18&layer=roadAccident

8. Карта Петрозаводска с улицами и номерами домов онлайн — Яндекс Карты (yandex.ru) – URL: yandex.ru/maps/18/petrozavodsk/?ll=34.322571%2C61.766464&panorama%5Bdirection%5D=320.349907%2C1.389159&panorama%5Bfull%5D=true&panorama%5Bpoint%5D=34.322129%2C61.766705&panorama%5Bspan%5D=99.857740%2C60.000000&z=17

9. Johnston D., Suter D. The use of genetic algorithms to identify traffic conditions to optimize arterial performance // 25th ARRB Conference – Shaping the future: Linking policy, research and outcomes, Perth, Australia 2012. URL: arrb.com.au/admin/file/content128/c6/JohnstonD.pdf

10. Gradinescu V., Gorgorin C., Diaconescu R., Cristea V., Iftode L. Adaptive Traffic Light Using Car-to-Car Communication. // Vehicular Technology Conference, 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65th. pp.21-25. URL: cs.rutgers.edu/~iftode/traffic07.pdf.

References

1. Timohovec V. D., Chichilanova Ja. I. Vestnik Sibirskoj gosudarstvennoj avtomobil'no-dorozhnoj akademii. 2020. T. 17, № 4 (74). pp. 524-536.

2. Nemchinov, D. M. (glavnyj specialist; GBU "Mosgorgeotrest"). Avtomobil'nye dorogi. 2020. № 9. pp. 133-134.

3. Korjagin, M. E. Vestnik Sibirskoj gosudarstvennoj avtomobil'no-dorozhnoj akademii. 2018. T. 15, № 5 (63). pp. 660-671.

4. Aleksikov S. V., Leskin A. I., Gofman D. I., Al'shanova M. I. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Ser.: Stroitel'stvo i arhitektura. 2020. Vyp. 4 (81). pp. 74-83.

5. Klimenko P.Ja., Ievleva O.T. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2266



6. Bykov D.V., Lihachjov D.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №4. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2388
7. Karta Petrozavodska: ulicy, doma i organizacii goroda [Map of Petrozavodsk: streets, houses and organizations of the city] (2gis.ru). URL: 2gis.ru/petrozavodsk?m=34.3201%2C61.766573%2F17.18&layer=roadAccident
8. Karta Petrozavodska s ulicami i nomerami domov onlajn [Map of Petrozavodsk with streets and house numbers online] Jandeks Karty (yandex.ru) URL: yandex.ru/maps/18/petrozavodsk/?ll=34.322571%2C61.766464&panorama%5Bdirection%5D=320.349907%2C1.389159&panorama%5Bfull%5D=true&panorama%5Bpoint%5D=34.322129%2C61.766705&panorama%5Bspan%5D=99.857740%2C60.000000&z=17
9. Johnston D., Suter D. The use of genetic algorithms to identify traffic conditions to optimize arterial performance 25th ARRB Conference Shaping the future: Linking policy, research and outcomes, Perth, Australia 2012. URL: arrb.com.au/admin/file/content128/c6/JohnstonD.pdf
10. Gradinescu V., Gorgorin C., Diaconescu R., Cristea V., Iftode L. Adaptive Traffic Light Using Car-to-Car Communication. Vehicular Technology Conference, 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65th. pp. 21-25. URL: cs.rutgers.edu/~iftode/traffic07.pdf.