УДК 656.13.08

© А. И. Солодкий, д-р экон. наук, доцент

© Н. В. Черных, ассистент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: ASolodkiy@mail.ru, VasNat_710@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-1-191-197

© A. I. Solodkiy, Dr. Sci. Ec., Associate Professor

© N. V. Chernikh, assistant lecturer

(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)

E-mail: ASolodkiy@mail.ru, VasNat_710@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В КРУПНЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДАХ РОССИИ

IMPROVING THE LEVEL OF ROAD TRAFFIC SERVICE IN LARGE AND MEDIUM-SIZED CITIES OF RUSSIA

Рассмотрена проблема повышения уровня обслуживания дорожного движения. Уровень обслуживания для различных категорий городских улиц на практике не соответствует значениям, приведенным в нормативно-правовых документах. Поэтому задача повышения уровня обслуживания до указанных значений на улично-дорожной сети является актуальной. При этом важно определение объекта совершенствования — опорной улично-дорожной сети, по которой реализуются основные объемы корреспонденций, так как именно при их реализации возникают наибольшие потери времени пользователей. Эффективным инструментом в этой работе выступает разработка комплекса мероприятий по повышению уровня обслуживания движения на улично-дорожной сети с применением имитационного моделирования.

Ключевые слова: локальные мероприятия, имитационное моделирование, интенсивность движения, пропускная способность, улично-дорожная сеть, уровень обслуживания.

The paper considers the problem of improving the level of road traffic services. The level of service for various categories of city streets in practice does not correspond to the values given in normative legal documents. Therefore, the task of increasing the level of service to the indicated values on the road network is urgent. Herewith, it is important to specify the object of improvement, namely, the basic street-road network, through which the bulk of the transportation correspondence is implemented, since it is there that the greatest loss of the user time occurs. An effective tool in this work is the development of a set of measures using simulation modeling aimed at improving the level of traffic services on the street-road network.

Keywords: local events, simulation modeling, traffic intensity, traffic performance, street-road network, level of service.

Уровень обслуживания дорожного движения (LOS – *Level of service*) — один из самых универсальных критериев оценки качества дорожного движения, предложенный в середине прошлого века американским ученым Д. Дрю [1]. Уровень обслуживания — это концепция¹, введенная для того, чтобы связать качество транспортно-обслуживания с заданной скоростью потока и используется для определения того, насколько хорошо работает транспортное средство с точки

зрения отдельных пользователей, а также комплексно, так называемый мультимодальный уровень обслуживания [2]. Интерес к оценке условий дорожного движения вызван пониманием того, что в условиях растущего уровня автомобилизации и объемов движения необходимо детально рассматривать качество функционирования проектируемой транспортной инфраструктуры и принимать меры по совершенствованию существующей [3].

Министерством транспорта РФ 18 апреля 2019 г. был подписан Приказ № 114 «Об утверждении Порядка мониторинга дорожного движения», в котором приводится градация средних

¹ Dr. Tom V. Mathew. Transportation Systems Engineering, IIT Bombay, 2014, pp. 21.1–21.5; Regional Transportation Plan 2040 «What Moves You». 2016, pp. 391–395; Guide to Level of Service (LOS) Target Setting for Highway Assets. College of Engineering University of Wisconsin-Madison Madison, Wisconsin, 2014. 173 p.

скоростей движения транспортных средств в соответствии с уровнем обслуживания для разных категорий городских улиц². На практике уровень обслуживания дорожного движения для различных категорий городских улиц не соответствует назначенным по градации, указанной в этом документе. Поэтому задача повышения уровня обслуживания дорожного движения на улично-дорожной сети очень актуальна. Авторами разработана методика повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях, учитывающая вероятностные характеристики транспортного потока и основанная на комплексном подходе, учитывающем сочетание различных факторов, влияющих на условия движения [4]. Применение предлагаемой методики обеспечивает повышение эффективности функционирования городской улично-дорожной сети (УДС) за счет комплекса мер по совершенствованию элементов транспортной инфраструктуры, организации и управления движением в крупных городах.

Первый шаг предложенной методики — определение объекта совершенствования, а именно опорной улично-дорожной сети, по которой реализуются основные объемы корреспонденций, являющиеся, в соответствии со Сводом правил (СП 42.13330.2016), признаком отнесения улиц к категории магистралей общегородского значения, так как именно эти корреспонденции — наиболее протяженные и при их реализации возникают наибольшие потери времени пользователей [5]. Следует отметить, что необходимость проверки городских улиц — важная задача при повышении уровня обслуживания дорожного движения, так как на сегодняшний день закрепление категорий улиц российских городов органами исполнительной власти часто не соответствует фактически выполняемой функции улиц, и корреспонденции магистралей общегородского значения реализуются по улицам районного и даже местного значения. Причиной этого является недостаточное развитие УДС и ее связность, особенно магистральной сети.

Выделение опорной сети — общепринятый подход к обеспечению функциональной класси-

фикации городских улиц, т. е. зависимости от их целевого предназначения [6]. Указанные подходы позволят определять реальную опорную сеть и проводить по ней оценку уровня обслуживания с целью дальнейшего его повышения.

Постоянное сокращение пропускной способности улиц в крупных городах, снижение средней скорости движения транспортных средств и, следовательно, несоответствие назначенному уровню обслуживания городских улиц требуют принятия мер по их повышению. Одной из эффективных мер повышения пропускной способности и, как следствие этого, уровня обслуживания (скорости сообщения) участников движения, является применение локальных мероприятий по совершенствованию планировочных решений УДС, которые далее сопровождаются оптимизацией организации дорожного движения и управления им. Реализация грамотно разработанных локальных мероприятий при минимальных затратах позволяет решать проблемы, которые сопровождают постоянное развитие городов, — рост численности населения и увеличение уровня автомобилизации.

Наиболее эффективным инструментом разработки локальных мероприятий и оценки их влияния на уровень обслуживания дорожного движения выступает имитационное моделирование. Современные программные продукты, используемые в деятельности транспортных инженеров, позволяют по полученным в ходе обследований данным об условиях дорожного движения выявлять возможные резервы повышения пропускной способности, определять проектные решения и мероприятия по их реализации, а главное — проверять эффективность предложенных мероприятий еще до того, как они будут применены на реальных объектах [7–9].

Перечень применяемых локальных мероприятий на УДС достаточно разнообразен, среди них:

- устройство уширений на подходах к перекресткам и на перекрестках;
- выделение полос движения для потоков различного направления;
- физическое разделение «сливающихся» потоков;

² Приказ Министерства транспорта РФ от 18.04.2019 № 114 «Об утверждении Порядка мониторинга дорожного движения». URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1278046/>

- устройство карманов для остановок маршрутного транспорта общего пользования (МТОП);

- устройство уширений проезжей части для парковки автомобилей;

- устройство специальных местных проездов для левоповоротных потоков;

- устройство мест для разворота до пешеходных переходов и перекрестков с выделением специальной полосы и т. д. [10].

В зарубежной практике широко применяют такие меры по повышению пропускной способности, как ограничение мест и времени под парковку, введение зон и участков дорог в черте города для платного пользования, реверсивное движение, приоритетное движение городского пассажирского транспорта (ГПТ) и т. д. [11].

Данные мероприятия направлены на устранение заторов и существенных задержек в движении на наиболее загруженных и аварийно опасных элементах дорожной сети, что позитивно отражается на объемах транспортного обслуживания населения и бизнеса, повышает надежность, безопасность и качество перевозок людей и грузов.

В качестве примера рассмотрим проблемы, возникающие при движении на крупной магистрали Санкт-Петербурга — Московском проспекте. График средних скоростей движения транспортного потока для него приведен на рис. 1. Значения средних скоростей приведены с учетом задержек движения для пяти временных периодов: 00 и 05 часов (низкая интенсивность движения) и 09, 14, 18 часов (высокая интенсивность движения, т. е. час-пик). Протяженность Московского проспекта составляет 9,3 км. На его протяжении насчитывается 36 светофорных объекта, 5 пересечений с равнозначной магистралью и 23 пересечения со второстепенными магистралями.

Основные проблемы возникают, как правило, на перекрестках. Анализ причин снижения уровня обслуживания на данной магистрали и ряде других улиц крупных и средних городов показал, что типичными являются следующие ситуации:

1. Снижение пропускной способности перекрестка из-за несоответствия спроса на выполнение левого поворота или разворота реальной

пропускной способности для этого маневра и, как следствие, почти выключение из работы левой, а в отдельных случаях и двух левых полос движения.

2. Снижение пропускной способности перекрестка из-за несоответствия спроса на выполнение правого поворота для совершения маневра, обычно возникающего при высокой интенсивности пешеходного движения, осуществляемого при одном сигнале светофора для пешеходов и автомобилей, что, несмотря на требования нормативных документов, применяется практически во всех городах России. Из-за этого почти выключается из работы правая полоса движения улицы.

3. Несоответствие пропускной способности перекрестка спросу на движение по рассматриваемому направлению в связи с нехваткой количества полос движения при принятой организации движения и управления им.

Решение данных проблем наиболее эффективно за счет устройства уширений для выполнения различных маневров на перекрестке. Изучение зарубежного опыта показало высокое влияние уширений на повышение безопасности движения. Однако при проектировании и строительстве УДС в Российской Федерации данные решения используются крайне редко.

Пропускная способность перекрестка должна соответствовать пропускной способности подходов, поскольку, в отличие от перегонов улиц и дорог, количество полос движения на перекрестке является основным фактором, определяющим пропускную способность и задержки транспортных средств.

Типичные проблемы, возникающие на перегонах УДС:

1. Снижение пропускной способности, вызванное движением маршрутного транспорта общего пользования (МТОП), точнее остановками МТОП, при которых исключается на значительное время правая полоса движения улицы.

2. Снижение пропускной способности, вызванное наличием припаркованных автомобилей, исключающих из работы правую полосу движения улицы.

3. Снижение пропускной способности, вызванное интенсивным движением пешеходных потоков, что имеет место, как правило, на маги-

Рис. 1. Маршрут движения транспортного потока от площади Победы до Сенной площади

стральных улицах при организации наземных, а не подземных пешеходных переходов, вопреки требованиям нормативных документов.

Решение выявленных проблем возможно за счет комплекса мероприятий, включающих в себя применение локальных планировочных мероприятий, мероприятий по изменению организации и управления дорожным движением. Формирование такого комплекса мероприятий должно осуществляться с учетом ряда условий и ограничений (рис. 2).

Важно понимать эффективность применения различных мероприятий, их влияние на качество обслуживания движения. В каждом конкретном случае такая оценка должна проводиться с помощью транспортного моделирования [12]. Для предварительной оценки авторами был выполнен анализ эффективности комплексных мероприятий, предложенных в Комплексной схеме организации дорожного движения Санкт-Петербурга (КСОДД СПб), которая включает в себя предложения по оптимизации дорожного движения в 65 наиболее проблемных транспорт-

Рис. 2. Условия и ограничения по выбору типов мероприятий

Эффективность предложенных в КСОДД СПб мероприятий

Мероприятие	Средний эффект от использования	
	Увеличение скорости проезда, %	Увеличение количества транспортных средств, %
Корректировка режима работы и схемы разъезда СО	7,8	1,5
Перенос стоп-линий с целью сокращения расстояния до дальней конфликтной точки	16,4	3,5
Обустройство или реконструкция засадного кармана для остановки общественного транспорта	6,2	3,6
Устройство островков безопасности	9	3,6
Оптимизация траектории движения на перекрестке	18,5	3,7
Перенос и организация безопасных остановочных пунктов МТОП	13,2	2,4
Перенос пешеходных переходов	15,4	4,1
Канализирование транспортного потока	19,1	3,4
Отмена левого поворота	18,9	2,2
Увеличение количества полос для движения	11,8	3,4
Организация выделенной полосы для общественного транспорта	3,3	2,5
Введение одностороннего движения	23,5	– 11
Организация левого поворота с двух полос	4,7	2
Координация двух светофорных объектов на узлах	20	1,4
Запрет правого поворота	9	3
Демонтаж пешеходного светофорного объекта	35	6
Запрет стоянки и остановки	7	8

ных узлах города. Эффективность предложенных в КСОДД СПб мероприятий приведена в таблице. Эффект от предложенных мероприятий просчитывался на основе применения имитационного моделирования.

Применение комплекса мероприятий, включающего локальные планировочные мероприятия, а также мероприятия по изменению организации дорожного движения и управления им, позволяют существенно улучшить основные параметры движения транспортных потоков. Эта работа, прежде всего, должна проводиться на городских улицах, входящих в опорную сеть, и учитывать существующие условия движения, накладывающие ограничения на выбор комплекса мероприятий. Повышение уровня обслуживания дорожного движения до требуемых значений позволит существенно снизить нагрузку на УДС, минимизировать потери времени пользователей, возникающие в результате снижения скорости сообщения и образования заторов, гармонизировать дорожное движение, повысить его эффективность и безопасность.

Библиографический список

1. Врубель Ю. А., Капский Д. В. Оценка качества дорожного движения // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XXII междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2016. С. 216–221.
2. National cooperative highway research program «Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets». Washington, D.C, 2008. 122 p.
3. Михайлов А. Ю. Оценка условий движения на городских улицах // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XXII Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2016. С. 221–226.
4. Солодкий А. И., Черных Н. В. Повышение уровня обслуживания дорожного движения на улично-дорожной сети городов // Техника и технология транспорта. 2019. № 13. С. 70.
5. Черных Н. В. Проблемы формирования опорной сети крупных городов // Образование. Наука. Производство: сб. докл. БГТУ. Белгород, 2019. С. 2093–2097.

6. Национальная концепция устойчивых городских транспортных систем. М.: Изд-во «Алекс», 2013. 192 с.

7. Андронов Р. В., Коптяева А. Г. Оценка эффективности мероприятий по реконструкции и совершенствованию пересечений улично-дорожной сети с использованием программного продукта Vissim // Организация и безопасность дорожного движения: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., посв. 85-летию со дня рождения д.т.н., проф. Л. Г. Резника. Тюмень: Тюменский индустр. ун-т, 2017. С. 143–148.

8. Дрючин Д. А., Янучков М. Р. Оценка эффективности мероприятий по совершенствованию городской улично-дорожной сети на основе результатов имитационного моделирования // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2019. № 4. С. 90–97.

9. Мордухов М. А., Самсонов М. А. Использование инструментов транспортного моделирования для прогнозирования изменений дорожно-транспортной ситуации при реконструкции улично-дорожной сети // Организация и безопасность дорожного движения: материалы X междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию со дня рождения д.т.н., проф. Л. Г. Резника. Тюмень: Тюменский индустр. ун-т, 2017. С. 425–429.

10. Минина Н. Н. Основные направления развития улично-дорожной сети Санкт-Петербурга // Вестник. Зодчий. 21 век. 2013. № 1 (46). С. 91–93.

11. Полтавская Ю. О., Драгунов А. Ф. Обзор мероприятий по регулированию транспортных потоков на примере крупных городов мира // Вестник Ангарской гос. техн. академии. 2012. № 5. С. 73–78.

12. Солодкий А. И. Транспортное моделирование в решении задач организации дорожного движения // Транспортное планирование и моделирование: сб. трудов II Межд. науч.-практ. конф. СПбГАСУ, 2017. С. 243–252.

References

1. Vrabel Yu. A., Kapskiy D. V. *Otsenka kachestva dorozhnogo dvizheniya* [Assessing the quality of road traffic]. *Trudy XXII mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. Ekaterinburg «Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya i funktsionirovaniya transportnykh sistem gorodov i zon ikh vliyaniya»* [Proc. of the XXII Int. sci.-pract. conf. Ekaterinburg “Socio-economic problems of development and functioning of transport systems of cities and zones of their influence”]. Ekaterinburg, 2016, pp. 216–221.

2. *National cooperative highway research program «Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets»*. Washington, D.C., 2008, 122 p.

3. Mikhaylov A. Yu. *Otsenka usloviy dvizheniya na gorodskikh ulitsakh* [Assessment of traffic conditions at

the city streets]. *Trudy XXII mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. Ekaterinburg «Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya i funktsionirovaniya transportnykh sistem gorodov i zon ikh vliyaniya»* [Proc. of the XXII Int. sci.-pract. conf. Ekaterinburg “Socio-economic problems of development and functioning of transport systems of cities and zones of their influence”]. Ekaterinburg, 2016, pp. 221–226.

4. Solodkiy A. I., Chernykh N. V. *Povyshenie urovnya obsluzhivaniya dorozhnogo dvizheniya na ulichno-dorozhnoy seti gorodov* [Improving the level of road traffic service at the city street-road network]. *Tekhnika i tekhnologiya transporta – Technique and technology of transport*, 2019, no. 13, p. 70.

5. Chernykh N. V. *Problemy formirovaniya opornoy seti krupnykh gorodov* [Problems of forming a basic network of large cities]. *Sb. dokl. BGTU «Obrazovanie. Nauka. Proizvodstvo»* [Coll. works BSTU “Education. Science. Production”]. Belgorod, 2019, pp. 2093–2097.

6. *Natsional'naya kontseptsiya ustoychivyykh gorodskikh transportnykh sistem* [National concept of sustainable urban transport systems]. Moscow, Aleks Publ., 2013, 192 p.

7. Andronov R. V., Koptyaeva A. G. *Otsenka effektivnosti meropriyatiy po rekonstruktsii i sovershenstvovaniyu peresecheniy ulichno-dorozhnoy seti s ispol'zovaniem programmnogo produkta Vissim* [Evaluation of the effectiveness of measures for reconstruction and improvement of intersections of the street and road network using the VISSIM software product]. *Trudy X mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvyashchennoy 85-letiyu so dnya rozhdeniya d.t.n., prof. L. G. Reznika «Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya»* [Proc. of the X Int. sci. - pract. conf. dedicated to the 85-th anniversary of Professor L. G. Reznik, Dr. Sci. Tech., “Organization and safety of road traffic”]. Tyumen, Tyumenskiy industrial'niy universitet Publ., 2017, pp. 143–148.

8. Dryuchin D. A., Yanuchkov M. R. *Otsenka effektivnosti meropriyatiy po sovershenstvovaniyu gorodskoy ulichno-dorozhnoy seti na osnove rezul'tatov imitatsionnogo modelirovaniya* [Evaluation of the effectiveness of measures to improve the urban street and road network based on the results of simulation modeling]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii – Intellect. Innovations. Investment*, 2019, no. 4, pp. 90–97.

9. Mordukhov M. A., Samsonov M. A. *Ispol'zovanie instrumentov transportnogo modelirovaniya dlya prognozirovaniya izmeneniy dorozhno-transportnoy situatsii pri rekonstruktsii ulichno-dorozhnoy seti* [Using transport modeling tools to predict changes in the road transport situation during the reconstruction of the road network]. *Trudy X mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvyashchennoy 85-letiyu so dnya rozhdeniya d.t.n., prof. L. G. Reznika «Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo*

dvizheniya» [Proc. of the X Int. sci.-pract. conf. dedicated to the 85-th anniversary Professor L. G. Reznik, Dr. Sci. Tech., "Organization and safety of road traffic"]. Tyumen, Tyumenskiy industrial'niy universitet Publ., 2017, pp. 425–429.

10. Minina N. N. *Osnovnye napravleniya razvitiya ulichno-dorozhnoy seti Sankt-Peterburga* [Main development directions of the street and road network of St. Petersburg]. *Vestnik. Zodchiy. 21 vek – Bulletin. Architect. XXI century*, 2013, no. 1 (46), pp. 91–93.

11. Poltavskaya Yu. O., Dragunov A. F. *Obzor meropriyatiy po regulirovaniyu transportnykh potokov na*

primere krupnykh gorodov mira [Review of measures to regulate transport flows on the example of large cities in the world]. *Vestnik Angarskoy gosudarstvennoy tekhnicheskoy akademii – Bulletin of Angarsk State technical Academy*, 2012, no. 5, pp. 73–78.

12. Solodkiy A. I. *Transportnoe modelirovanie v reshenii zadach organizatsii dorozhnogo dvizheniya* [Transport modeling in solving problems of road traffic management]. *Trudy II mezhd. nauchn.-prakt. konf. «Transportnoe planirovanie i modelirovanie»* [Proc. of the II Int. sci.-pract. conf. "Transport planning and modeling"]. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2017, pp. 243–252.