УДК 656.11

© Д. А. Захаров, канд. техн. наук, доцент

© А. А. Фадюшин, ассистент

© Д. А. Звездин, студент

(Тюменский индустриальный университет,
г. Тюмень, Россия)

E-mail: Dima.zvezdin@rambler.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-2-181-186

© D. A. Zakharov, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

© A. A. Fadyushin, assistant

© D. A. Zvezdin, student

(Tyumen Industrial University,
Tyumen, Russia)

E-mail: Dima.zvezdin@rambler.ru

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ТЮМЕНСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ

SUBSTANTIATION OF A SET OF MEASURES AIMED AT IMPROVING THE TRAFFIC MANAGEMENT ON THE TYUMEN RING HIGHWAY

Рассмотрен вариант повышения качества транспортного обслуживания жителей города Тюмени за счет повышения пропускной способности Тюменской кольцевой автомобильной дороги. Для выбора наиболее эффективного варианта применялось транспортное моделирование на микроуровне. Проведен анализ изменения параметров дорожного движения при запрете сквозного движения на перекрестке Обход города Тюмень – улицы Авторемонтная, Троицкая. Рассмотрены два варианта организации заезда с улицы Интернациональная на путепровод через Транссибирскую железную дорогу в створе Тюменской кольцевой автомобильной дороги.

Ключевые слова: безопасность движения, имитационное моделирование, транспортные заторы, аварийность, организация дорожного движения.

The paper considers the option of improving the quality of transport services for the city of Tyumen residents by means of increasing the roadway capacity of the Tyumen Ring Highway. To select the most effective option, there was used transport modeling at the micro level. The analysis of changes in traffic parameters with the prohibition of through traffic at the intersection Bypass of the city of Tyumen – Avtoremontnaya and Troitskaya streets. Two options for organizing the entry from Internatsionalnaya Street to the overpass through the Trans-Siberian Railway in the alignment of the Tyumen Ring Road are considered.

Keywords: traffic safety, simulation, traffic congestion, accident rate, traffic management.

На сегодняшний день идет активное развитие городов, и в них наблюдается прирост населения. Как правило, темп развития жилищного строительства и автомобилизации выше, чем темп развития улично-дорожной сети [2, 4, 7, 9]. Это ведет к возникновению транспортных заторов в городах, повышению аварийности, а также к большим экономическим, экологическим и социальным потерям [3, 8, 12].

Тюменская область является динамично развивающимся регионом. Последние годы наблюдается рост жилищного строительства (район Плеханово, жилищные комплексы: Комарово, Ямальский-2, Преображенский, Ожого, Апрель и т. д.) за пределами Тюменской кольце-

вой автомобильной дороги (ТКАД). Это приводит к значительному повышению интенсивности движения на ТКАД, образованию транспортных заторов и повышению аварийности.

Один из проблемных участков ТКАД — пересечение ТКАД и ул. Троицкая. Ранее для снижения аварийности на данном перекрестке была изменена схема организации дорожного движения, а именно, запрещены все левые повороты. В настоящее время для предотвращения ДТП с тяжёлыми последствиями рассматривается вопрос введения ограничения скорости при подъезде к перекрестку по ТКАД.

Собственник автодороги предлагает ввести ограничение скорости на ТКАД в сторону

ул. Ямской до 70 км/ч за 300 метров до перекрестка с ул. Троицкой и до 50 км/ч за 150 м до перекрестка (в соответствии п. 5.4.22 ГОСТ Р 52289–2004).

Исходя из методики расчета, предложенной В. В. Сильяновым в работе [15], при ограничении скорости движения транспортных средств прогнозируется снижение годового ущерба от ДТП на 48 %. При этом ограничение скорости ведет к незначительному ухудшению параметров дорожного движения для ТС, движущихся по ТКАД в сторону улицы Ямской.

В утреннее время параметры изменяются следующим образом:

- средняя скорость ТС для данного направления уменьшится на 3,8 %;
- среднее время задержки для данного направления увеличится на 11 %.

Для повышения пропускной способности данного узла и решения проблемы транспортных заторов проектными организациями были предложены ликвидация светофорного объекта и два варианта строительства транспортных развязок.

Первый и второй варианты предусматривают ликвидацию светофорного объекта, запрет на сквозное движение по улицам Авторемонтная

и Троицкая через ТКАД, строительство надземных пешеходных переходов, устройство заезда с ТКАД на улицу Интернациональная и пробивку двухсторонней дороги до ул. Интернациональная (рис. 1). Первый и второй варианты отличаются по конструкции инженерного сооружения для выполнения разворота и движению по маршруту ул. Троицкая – ул. Авторемонтная (рис. 2) (первый вариант — одиночный съезд, второй вариант — половина клевера). В первом варианте заезд с ул. Интернациональная на ТКАД выполняется по существующей улично-дорожной сети, а во втором варианте предусмотрен дополнительный заезд.

Рис. 1. Имитационные модели улично-дорожной сети 1-го и 2-го вариантов

Рис. 2. Влияние интенсивности движения на среднюю скорость ТС

Транспортная модель текущей ситуации на микроуровне выполнена в программе PTV Vissim для действующей схемы организации дорожного движения, режимов работы светофорного объекта и интенсивности транспортных потоков.

При запрете сквозного движения через перекресток по улицам Авторемонтная и Троицкая для транспортных средств, движущихся по маршрутам № 1 и № 2 (см. рис. 1), увеличивается время в пути и длина маршрута (табл. 1). Однако для всех транспортных средств, находящихся в пределах объекта моделирования (на участке ТКАД от ул. Интернациональная до ул. Ямская), параметры дорожного движения существенно улучшаются (табл. 2, 3).

Второй вариант транспортной развязки (с созданием дополнительного заезда) позволяет снизить перепробег по маршруту № 2 (на 1,45 км) и время в пути (на 1 минуту 23 секунды). Реализация второго варианта существенно минимизирует ухудшение параметров дорожного движения транспортных средств на маршруте № 2. С учетом прогнозного увеличения интенсивности движения на 2040 год реализация второго варианта позволит получить еще больший эффект.

На рис. 2 и 3 представлены изменения параметров дорожного движения при изменении интенсивности движения ТС для всех рассмотренных вариантов.

Таблица 1

Изменение времени в пути и длины маршрута при закрытии сквозного проезда на перекрестке

Направление	Время в пути, с			Пройденное расстояние, м		
	До изменений	Вариант № 1	Вариант № 2	До изменений	Вариант № 1	Вариант № 2
Маршрут № 1	122,3	232,5	232,5	408	2875	2875
Маршрут № 2	121,7	273,3	190,1	454	4008	2567

Таблица 2

Изменение параметров дорожного движения при реализации первого варианта

Параметры дорожного движения	До изменений	Вариант № 1	Изменение параметров
Среднее время задержки, с	44,9	9,1	Уменьшилось в 5 раз
Среднее количество остановок, ед.	0,7	0,1	Уменьшилось в 7 раз
Средняя скорость движения, км/ч	51,1	74,4	Увеличилась на 45,4 %
Среднее время задержки в заторе, с	31,5	0,2	Уменьшилось в 182 раз
Итоговое время задержки в заторе, ч	38,4	0,23	Уменьшилось в 165 раз

Таблица 3

Изменение параметров дорожного движения при реализации второго варианта

Параметры дорожного движения	Вариант №1	Вариант № 2	Изменение параметров, %
Среднее время задержки, с	9,1	7,8	-14
Среднее количество остановок, ед.	0,1	0,1	-25
Средняя скорость движения, км/ч	74,4	75,8	+2
Среднее время задержки в заторе, с	0,2	0,1	-29
Итоговое время задержки в заторе, ч	0,23	0,18	-22
Перепробег по маршруту № 1	2468	2468	0
Перепробег по маршруту № 2	3554	2113	-41
Среднее время движение по маршруту № 1	232,5	232,5	0
Среднее время движение по маршруту № 2	273,3	190,1	-31

Рис. 3. Влияние интенсивности движения на среднее время задержки ТС

Анализ результатов моделирования показывает, что предложенные варианты проектных решений имеют значительное преимущество перед существующей схемой ОДД по критерию «параметры дорожного движения». Строительство заезда по второму варианту уменьшает количество конфликтных точек на соседнем перекрестке (улица Интернациональная и съезд с ТКАД). Согласно методике расчета по ГОСТ 56162–2014 развитие инфраструктуры также позволяет получить экологический эффект. Ожидается значительное снижение выбросов вредных веществ

с отработавшими газами ДВС на данном участке УДС (табл. 4).

Общие выводы

1. Основные параметры дорожного движения при ликвидации сквозного проезда по направлению ул. Авторемонтная – ул. Троицкая значительно улучшаются.

2. В связи со значительным уменьшением времени задержки ТС в заторе в утренний и вечерний часы пик прогнозируется экономический эффект от экономии топлива в 1,28 миллиона рублей в год (при стоимости топлива 46 руб./литр).

Таблица 4

Количество выбросов вредных веществ в атмосферу

Вредные вещества	Исходная модель		Вариант № 1		Вариант № 2	
	1 день	1 год	1 день	1 год	1 день	1 год
CO, кг	2,3	840,4	0,01	5,09	0,01	3,94
NO ₂ , кг	0,07	25,2	4,2·10 ⁻⁴	0,15	3,2·10 ⁻⁴	0,12
CH, кг	0,46	168,1	2,7·10 ⁻³	1,02	2,2·10 ⁻³	0,79
Сажа, кг	0,07	25,2	4,2·10 ⁻⁴	0,15	3,2·10 ⁻⁴	0,12
SO ₂ , кг	0,02	8,4	1,4·10 ⁻⁴	0,05	1·10 ⁻⁴	0,04
Формальдегид, кг	1,8·10 ⁻³	0,67	1,1·10 ⁻⁵	4·10 ⁻³	8,6·10 ⁻⁶	3,2·10 ⁻³
Бенз(а)пирен, кг	7·10 ⁻⁷	2,5·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁹	1,5·10 ⁻⁶	3·10 ⁻⁹	1,2·10 ⁻⁶
Выбросов всего, кг	2,93	1067,910	0,018	6,46	0,014	5,01

3. Прогнозируется ежегодное снижение выбросов вредных веществ с отработавшими газами ДВС автомобилей, находящихся в заторе (для варианта № 1 в 165 раз, для варианта № 2 в 213 раз).

4. На данном участке УДС ежегодное сокращение времени простоя составит 27 842 человека-часа для варианта № 1 и 27 879 человека-часа для варианта № 2.

Развитие дорожной инфраструктуры на участке ТКАД позволит получить существенный социально-экономический и экологический эффекты. Важно отметить возможность поэтапной реализации второго варианта по мере роста интенсивности движения ТС.

Библиографический список

1. Зырянов В. В., Кочерга В. Г. Применение моделирования для оценки проектов транспортной инфраструктуры // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог: сб. науч. тр. Екатеринбург: ОАО Дорожный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «ГИПРОДОРНИИ», 2012. 7 с.

2. Зырянов В. В., Кочерга В. Г., Поздняков М. Н. Современные подходы к разработке комплексных схем организации дорожного движения // Транспорт РФ. 2011. № 1. С. 54–59.

3. Клиновштейн И. Г., Клиновштейн И. Г., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения. М.: Транспорт, 2001. 247 с.

4. Поляков А. С., Жанказиев С. В. Повышение эффективности функционирования транспортного комплекса города // Наука и техника в дорожной отрасли. 2016. № 4 (78). С. 3–6.

5. Сильянов В. В., Домке Э. Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 183 с.

6. Солодкий А. И. Проблемы функционирования транспортной инфраструктуры крупных городов России и пути их решения (на примере Санкт-Петербурга // материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Транспортное планирование и моделирование». СПб.: СПбГАСУ, 2016. С. 136–144.

7. Солодкий А. И., Черных Н. В. Повышение уровня обслуживания дорожного движения на улично-дорожной сети городов // материалы конф. «Техника и технология транспорта». Казань, 2019. С. 70.

8. Тимоховец В. Д., Ходырева М. М. Диагностика улично-дорожной сети города Тюмень на основе

комплексного анализа социально-экономических показателей // Организация и безопасность дорожного движения: 12-я национальная науч.-практ. конф. с междунар. участием. Тюмень, 2019. С. 84–90.

9. Фишельсон М. С. Городские пути сообщения. М.: Высшая школа, 1967. 360 с.

10. Эртман Ю. А., Эртман С. А. Прогнозные оценки изменения параметров дорожного движения при планировании и реализации существенных градостроительных решений // материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. «Организация и безопасность дорожного движения». Тюмень, 2013. С. 204–206.

11. Якимов М. Р., Арепьева А. А. Транспортное планирование. Особенности моделирования транспортных потоков в крупных городах. М.: Логос, 2016. 280 с.

12. Якимов М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов. М.: Логос, 2013. 188 с.

13. Solodkij A., Gorev A. System approach to elimination of traffic jams in large cities in Russia. Direct text // World Applied Sciences Journal. 2013. No 23 (8). С. 1112–1117.

14. Wiedemann R. Simulation des Verkehrsflusses: dissertation. Karlsruhe: Universitat, Instituts fur Verkehrswesen. 1974. Direct text.

15. Zhankaziev S. Current trends of road-traffic infrastructure development. Direct text // Transportation Research Procedia. 2017. No 20. Pp. 731–739.

References

1. Zyryanov V. V., Kocherga V. G.. *Primenenie modelirovaniya dlya ocenki projektov transportnoj infrastruktury* [Application of modeling for evaluating transport infrastructure projects]. Sb. nauch. tr. «Aktual'nye voprosy proektirovaniya avtomobil'nyh dorog» [Coll. sci. works "Actual issues of highway design"]. Ekaterinburg, GIPRODORNII Publ., 2012, 7 p.

2. Zyryanov V. V., Kocherga V. G., Pozdnyakov M. N. *Sovremennye podhody k razrabotke kompleksnykh skhem organizatsii dorozhnogo dvizheniya* [Modern approaches to the development of integrated traffic management schemes]. *Transport RF – Transport of the Russian Federation*, 2011, no. 1, pp. 54–59.

3. Klinkovshteyn I. G., Afanas'ev M. B. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Improving the efficiency of the transport complex]. Moscow, Transport Publ., 2001, 247 p.

4. Polyakov A. S., Zhankaziev S. V. *Povyshenie effektivnosti funkcionirovaniya transportnogo kompleksa goroda* [Improving the efficiency of the transport complex of the city]. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli – Science and technology in the road industry*, 2016, no. 4(78), pp. 3–6.

5. Sil'yanov V. V., Domke E. R. *Transportno-eksploatacionnye kachestva avtomobil'nyh dorog i gorodskih ulits* [Transport and operational qualities of roads and city streets]. Moscow, Akademiya Publ., 2008, 183 p.
6. Solodkiy A. I. *Problemy funktsionirovaniya transportnoy infrastruktury krupnykh gorodov Rossii i puti ih resheniya (na primere Sankt-Peterburga)* [Problems of the functioning of the transport infrastructure in large cities of Russia and ways to solve them (by the example of St. Petersburg)]. *Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Transportnoe planirovanie i modelirovanie"* [Proc. of international scientific and practical conference "Transport planning and modeling"]. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2016, pp. 136–144.
7. Solodkiy A. I., Chernykh N. V. *Povyshenie urovnya obsluzhivaniya dorozhnogo dvizheniya na ulichno-dorozhnoy seti gorodov* [Improving the level of traffic services on the street-road network of cities]. *Trudy nauch.-pract. konferencii "Tekhnika i tekhnologiya transporta"* [Proc. of the sci. pract. conf. "Engineering and technology of transport"]. Kazan, 2019, 70 p.
8. Timokhovets V. D., Khodyreva M. M. *Diagnostika ulichno-dorozhnoy seti goroda Tyumen' na osnove kompleksnogo analiza social'no-ekonomicheskikh pokazateley* [Diagnostics of the road network of the city of Tyumen based on a comprehensive analysis of socio-economic indicators]. *Trudy 12-aya nats. nauchno-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem «Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya»* [Proc. of the 12-th national sci.-pract. conf. with int. participation "Organization and road safety provision"]. Tyumen, 2019, pp. 84–90.
9. Fishel'son M. S. *Gorodskie puti soobshcheniya* [Urban communications]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1967, 360 p.
10. Ertman Yu. A., Ertman S. A. *Prognoznye ocenki izmeneniya parametrov dorozhnogo dvizheniya pri planirovanii i realizacii sushchestvennykh gradostroitel'nykh resheniy* [Forecast estimates of changes in traffic parameters in the planning and implementation of significant urban planning decisions]. *Trudy VI Vseros. nauch.-praktich. konf. «Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya»* [Proc. of the 6-th All-Russia sci.-pract. conf. "Organization and road safety provision"]. Tyumen, 2013, pp. 204–206.
11. Yakimov M. R., Arep'eva A. A. *Transportnoe planirovanie. Osobennosti mode-lirovaniya transportnykh potokov v krupnykh gorodakh* [Transport planning. Features of the modeling of traffic flows in large cities]. Moscow, Logos Publ., 2016, 280 p.
12. Yakimov M. R. *Transportnoe planirovanie: sozdanie transportnykh modelej gorodov* [Transport planning: creation of transport models of cities]. Moscow, Logos Publ., 2013, 188 p.
13. Solodkiy A., Gorev A. System approach to elimination of traffic jams in large cities in Russia. *World Applied Sciences Journal*, 2013, no. 23 (8), pp. 1112–1117.
14. Wiedemann R. *Simulation des Verkehrsflusses*, diss. Karlsruhe, Universitat, Instituts fur Verkehrswesen, 1974.
15. Zhankaziev S. Current trends of road-traffic infrastructure development. *Transportation Research Procedia*, 2017, no. 20, pp. 731–739.