DOI: 10.15593/2224-9826/2015.1.09

УДК 711.73

В.Г. Телегин, С.Г. Бурдина, В.И. Клевеко

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь, Россия

АНАЛИЗ ВОМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ РАЗВЯЗКЕ «СОСНОВЫЙ БОР» В ГОРОДЕ ПЕРМИ

Выполнен анализ работы кольцевой развязки «Сосновый бор» в Ленинском районе города Перми. Проведена оценка данной развязки на соответствие требованиям по пропускной способности транспортных потоков и безопасности движения для всех участников дорожного движения. Были выявлены основные недостатки использования данной кольцевой развязки в этом месте и приведены все негативные последствия, которые она оказывает на транспортную систему города в целом.

Для решения проблем, возникающих на этом пересечении предложено строительство двухуровневой дорожной развязки. По анализу наиболее загруженных транспортными потоками направлений предпочтение было отдано развязке в форме неполного клеверного листа. Главное направление было выбрано по ул. Якутской – ул. Спешилова, в этом направлении предполагается возведение путепровода над ул. Докучаева. Для повышения безопасности движения на всех съездах были предусмотрены дополнительные полосы для разгона и торможения. Однако полностью исключить пересечение транспортных потоков невозможно. Поэтому на данных участках были выявлены наиболее опасные точки для всех участников дорожного движения, проведена оценка эффективности пропускной способности дороги и безопасности движения.

Устройство двухуровневой развязки дает возможность полностью устранить пересечение транспортных и пешеходных потоков за счет сокращения нецелесообразно расположенных остановок общественного транспорта по улицам Докучаева, Якутская и Новогайвенская и установкой остановки по ул. Спешилова. Связь между остановками разных направлений осуществляется при помощи наземного пешеходного перехода под путепроводом, расположенным над Железнодорожными путями по ул. Короленко.

Ключевые слова: интенсивность движения, аварийность, безопасность, пропускная способность улиц, транспортный затор, развязка кольцевого типа, транспортный поток, многоуровневая развязка, транспортная система, конфликтная точка.

V.G. Telegin, S.G. Burdina, V.I. Kleveko

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

THE ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF IMPROVING OF ROAD SAFETY AT THE ROUNDABOUT “SOSNOVYI BOR” IN PERM

The paper deals with the work of traffic circle “Sosnovyi bor” in Leninskiy district of Perm. The evaluation of this junction on meeting highway traffic capacity and road safety requirements was made. The main disadvantages of using this junction in this place were shown and all the negative effects it has on the transport system of the city on the whole were reported.

Also two-level junction was designed and analyzed in this district. According to the analysis of the most congested traffic areas preference was given to not complete cloverleaf form of junction. Speshilova St. – Dokuchaeva St. direction was chosen as the main one. Along here flyover above Dokuchaeva St. will be constructed. Additional lanes for acceleration and deceleration were provided in order to improve traffic safety at all interchange ramps. However, it's impossible to exclude highway crossing completely. Therefore, critical points in these areas for all traffic participants were identified and estimation of efficiency of traffic capacity and road safety was held.

In the process of two-level junction construction the opportunity of traffic and pedestrian flows crossing removal appeared due to decreasing of unnecessary located public transport stops in Dokuchaeva St., Yakutskaya St. and Novogaivenskaya St. and installation of a new stop in Speshilova St. The connection between stops of different directions is realized by overground grade-separated crossing situated above railway lines on Korolenko St.

Keywords: rate of traffic flow, accident risk, safety, traffic capacity, road block, traffic circle, traffic stream, multi-level interchange, traffic infrastructure, conflict point.

Транспортная система города Перми испытывает значительные сложности [1–7]. В ходе проведения исследований была детально рассмотрена кольцевая развязка в Ленинском районе города Перми. За последние 5 месяцев 2013 г. было зафиксировано 838 ДТП, из которых на данный участок приходится 284 ДТП. Это практически 34 % от всех зарегистрированных в городе Перми дорожно-транспортных происшествий.

Кольцевые пересечения и по сей день широко применяются во многих странах мира [8–11]. Такой вид дорожной развязки позволяет значительно снизить аварийность за счет увеличения расстояния между конфликтными точками и сокращения их количества. Однако такая развязка не эффективна при больших интенсивностях движения транспортных и/или пешеходных потоков. В конфликтных точках наблюдается снижение пропускной способности улиц и скоростного режима транспортных средств и, как следствие, повышается вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Все это еще больше обостряет проблему необходимости улучшения транспортных связей районов левого и правого берегов р. Камы в центральной части города [12, 13]. В таких условиях особую актуальность приобретает проблема усовершенствования дорожных развязок и транспортной системы в целом.

Кольцевая дорога является главной, поэтому при въезде на нее все участники движения сталкиваются с потоком, имеющим преимущественное право проезда. Картограмма движения транспортных потоков приведена на рис. 1.

Интенсивность движения транспортных средств в утренний и вечерний часы пик, а также суточная интенсивность приведены на рис. 2–4 соответственно.

Для оценки работы кольцевого пересечения были выполнены расчеты по сопоставлению существующей интенсивности движения с необходимой пропускной способностью пересечения по методике, приведенной в п. 1.3 Методических указаний по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог (М.: Транспорт, 1980).

Рис. 1. Картограмма движения транспортных потоков на кольцевом пересечении (кольцо – главная дорога)

Рис. 2. Картограмма интенсивности транспортных потоков в утренний час пик

Рис. 3. Картограмма интенсивности транспортных потоков в вечерний час пик

Рис. 4. Картограмма сеченности транспортных потоков

Опасность конфликтной точки определяется по величине относительной аварийности q_i , равной количеству дорожно-транспортных происшествий на 10 млн прошедших автомобилей через данную точку. Относительная аварийность определяется по формуле (2.1) Методических указаний по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог:

$$q_i = k_i M_i N_i \frac{25}{k_r} 10^{-7}. \quad (1)$$

где k_i – коэффициент относительной аварийности конфликтной точки, принимаемой по табл. 2.2 Методических указаний по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог; M_i, N_i – интенсивности движения потоков автомобилей, пересекающихся в данной конфликтной точке, авт./сут; k_r – коэффициент годовой неравномерности движения.

Данные по относительной аварийности конфликтных точек для кольцевой развязки приведены в табл. 1.

Опасность всего пересечения оценивается по формуле [10]

$$G = \sum_{i=1}^n q_i, \quad (2)$$

где G – возможное количество дорожно-транспортных происшествий на пересечении за один год; n – количество конфликтных точек (рис. 5).

Рис. 5. Конфликтные точки кольцевого пересечения в районе Соснового бора

Таблица 1

Показатели относительной аварийности конфликтных точек

Месяц	k_r	Относительная аварийность										
		Слияние потоков				Разделение потоков				Переплетение потоков		
		$q1$	$q2$	$q3$	$q4$	$q5$	$q6$	$q7$	$q8$	$q9$	$q10$	$q11$
Январь	0,025	16,82	14,12	8,73	5,94	7,95	8,60	12,06	6,57	1,10	5,52	3,60
Февраль	0,03	14,02	11,77	7,28	4,95	6,62	7,17	10,05	5,47	0,92	4,60	3,00
Март	0,045	9,35	7,84	4,85	3,30	4,42	4,78	6,70	3,65	0,61	3,06	2,00
Апрель	0,07	6,01	5,04	3,12	2,12	2,84	3,07	4,31	2,35	0,39	1,97	1,29
Май	0,1	4,21	3,53	2,18	1,48	1,99	2,15	3,01	1,64	0,27	1,38	0,90
Июнь	0,15	2,80	2,35	1,46	0,99	1,32	1,43	2,01	1,09	0,18	0,92	0,60
Июль	0,165	2,55	2,14	1,32	0,90	1,20	1,30	1,83	1,00	0,17	0,84	0,55
Август	0,14	3,00	2,52	1,56	1,06	1,42	1,54	2,15	1,17	0,20	0,98	0,64
Сентябрь	0,12	3,51	2,94	1,82	1,24	1,66	1,79	2,51	1,37	0,23	1,15	0,75
Октябрь	0,1	4,21	3,53	2,18	1,48	1,99	2,15	3,01	1,64	0,27	1,38	0,90
Ноябрь	0,035	12,02	10,09	6,24	4,24	5,68	6,14	8,61	4,69	0,78	3,94	2,57
Декабрь	0,02	21,03	17,65	10,92	7,42	9,94	10,75	15,07	8,21	1,37	6,89	4,50

Степень опасности существующего кольцевого пересечения оценивается по величине коэффициента K_a относительной аварийности дорожной развязки, определяется по формуле (2.3) Методиче-

ских указаний по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог:

$$K_a = \frac{10^7 G k_r}{(M + N) 25}, \quad (3)$$

где M, N – интенсивности движения потоков автомобилей на пересекающихся дорогах, авт./сут.

Показатели опасности существующего кольцевого пересечения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели опасности существующего кольцевого пересечения

Месяц	k_r	G	K_a
Январь	0,025	91,01	14,63
Февраль	0,03	75,84	
Март	0,045	50,56	
Апрель	0,07	32,50	
Май	0,1	22,75	
Июнь	0,15	15,17	
Июль	0,165	13,79	
Август	0,14	16,25	
Сентябрь	0,12	18,96	
Октябрь	0,1	22,75	
Ноябрь	0,035	65,01	
Декабрь	0,02	113,76	

Таблица 3

Степень опасности дорожных развязок

K_a	≤ 3	3,1–8,0	8,1–12	> 12
Опасность пересечения	неопасная	малоопасная	опасная	очень опасная

По величине K_a , равной 14,63, можно сделать вывод, что рассматриваемая кольцевая развязка относится к категории **очень опасное пересечение** (табл. 3).

Пересечения в разных уровнях наилучшим образом отвечают требованиям безопасности дорожного движения, так как в этом случае снижается коэффициент опасности конфликтных точек за счет устройства дополнительных полос для разгона и торможения транспортных средств (табл. 4) [14–22]. Однако на строительство двухуровневой развязки требуются большие затраты, и экономически эффективна она только при высоких интенсивностях движения.

Рис. 6. Картограмма суточной интенсивности транспортных потоков проектируемой многоуровневой развязки в районе Соснового бора

Таблица 4

Показатели относительной аварийности конфликтных точек для двухуровневой развязки

Месяц	k_r	Относительная аварийность									
		слияние потоков				разделение потоков					
		$qi1$	$qi2$	$qi3$	$qi4$	$qi5$	$qi6$	$qi7$	$qi8$	$qi9$	$qi10$
Январь	0,025	0,12	1,01	0,34	0,74	0,34	2,80	1,00	1,03	0,33	0,47
Февраль	0,03	0,10	0,84	0,28	0,62	0,28	2,34	0,83	0,86	0,27	0,39
Март	0,045	0,07	0,56	0,19	0,41	0,19	1,56	0,55	0,57	0,18	0,26
Апрель	0,07	0,04	0,36	0,12	0,27	0,12	1,00	0,36	0,37	0,12	0,17
Май	0,1	0,03	0,25	0,08	0,19	0,09	0,70	0,25	0,26	0,08	0,12
Июнь	0,15	0,02	0,17	0,06	0,12	0,06	0,47	0,17	0,17	0,05	0,08
Июль	0,165	0,02	0,15	0,05	0,11	0,05	0,42	0,15	0,16	0,05	0,07
Август	0,14	0,02	0,18	0,06	0,13	0,06	0,50	0,18	0,18	0,06	0,08
Сентябрь	0,12	0,03	0,21	0,07	0,15	0,07	0,58	0,21	0,21	0,07	0,10
Октябрь	0,1	0,03	0,25	0,08	0,19	0,09	0,70	0,25	0,26	0,08	0,12
Ноябрь	0,035	0,09	0,72	0,24	0,53	0,24	2,00	0,71	0,73	0,23	0,34
Декабрь	0,02	0,15	1,26	0,42	0,93	0,43	3,51	1,25	1,29	0,41	0,59

Показатели опасности двухуровневой развязки приведены в табл. 5.

Таблица 5

Показатели опасности двухуровневой развязки

Месяц	k_r	G	K_a
Январь	0,025	8,18	1,315
Февраль	0,03	6,81	
Март	0,045	4,54	
Апрель	0,07	2,92	
Май	0,1	2,04	
Июнь	0,15	1,36	
Июль	0,165	1,24	
Август	0,14	1,46	
Сентябрь	0,12	1,70	
Октябрь	0,1	2,04	
Ноябрь	0,035	5,84	
Декабрь	0,02	10,22	

Коэффициент степени опасности двухуровневой развязки K_a равен 1,315, поэтому запроектированная развязка является неопасным пересечением.

Выводы

1. Существующая кольцевая развязка в районе Соснового бора не справляется с тем объемом транспортных потоков, которые ежедневно проходят через данный участок. Для того чтобы повысить эффективность и безопасность функционирования транспортной системы, на данном участке уже давно требуется устройство развязки в разных уровнях.

2. Результаты сравнения показателей аварийности на существующей кольцевой развязке и на двухуровневой показывают, что применение многоуровневой развязки в данном случае более целесообразно.

3. За последние 5 месяцев 2013 г. на кольцевой развязке в районе Соснового бора было зарегистрировано 284 ДТП. По расчетам за аналогичный период на кольцевой развязке произошло 239 ДТП, а на двухуровневой – всего 23. Причем при устройстве двухуровневой развязки появилась возможность полностью устранить пересечение транспортных и пешеходных потоков за счет переноса остановок общественного транспорта на ул. Спешилова и устройства наземного перехода под эстакадой, вдоль железнодорожных путей. Аварийность при устройстве двухуровневой развязки снизится в 10,4 раза (на 90,4 %).

Библиографический список

1. Телегин В.Г., Клевеко В.И. Проблемы транспортной системы города Перми и пути их решения // Сборник научных трудов SWorld. – Одесса, 2014. – Т. 1, № 1. – С. 11–17.
2. Третьякова П.А., Клевеко В.И. Современные методы повышения эффективности транспортных систем городов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2012. – С. 101–108.
3. Третьякова П.А., Клевеко В.И. Современные подходы к проектированию транспортных систем городских территорий // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – Т. 2. – С. 155–161.
4. Половникова А.Э., Клевеко В.И. Выбор рационального типа пешеходных переходов с учетом безопасности движения пешеходов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – Т. 2. – С. 356–361.
5. Телегин В.Г., Бурдина С.В., Клевеко В.И. Анализ проблем, вызванных автомобильными заторами и дефицитом парковочных мест в центральной части крупных городов (на примере города Перми) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 4 (16). – С. 18–26.
6. Якимов М.Р. Научная методология формирования эффективной транспортной системы крупного города: дис. ... д-ра техн. наук / Моск. автомобил.-дорож. гос. техн. ун-т. – М., 2011. – 418 с.
7. Трофименков Ю.В., Якимов М.Р. Модель формирования эффективной транспортной системы крупного города // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2011. – № 4. – С. 8–16.
8. Wang R., Ruskin H.J. Modeling traffic flow at a single-lane urban roundabout // Computer Physics Communications. – 2002. – Vol. 147, no. 1–2. – P. 570–576.
9. Fortuijn L.G.H. Turbo Roundabouts: Estimation of Capacity // Transportation Research Record. – 2009. – No. 2130. – P. 83–92.

10. Fortuijn L.G. H. Turbo Roundabouts: Design Principles and Safety Performance // *Transportation Research Record*. – 2009. – No. 2096. – 12 p.

11. Roundabouts: An Informational Guide. Second Edition // NCHRP Report 672. Transportation Research Board. National Research Council. – Washington, D.C., 2010. – 115 p.

12. Телегин В.Г., Клевеко В.И. Анализ возможности реконструкции коммунального моста через реку Кама // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. – 2014. – № 3 (15). – С. 6–15.

13. Телегин В.Г., Клевеко В.И. Анализ изменения параметров движения транспортного потока при увеличении габарита проезда коммунального моста через р. Каму // *Транспорт. Транспортные сооружения. Экология*. – 2014. – № 3. – С. 132–143.

14. Wang R., Ruskin H.J. Modelling traffic flow at a multilane intersection. *Lecture Notes in Computer Science*. – 2003. – Vol. 2667. – P. 577–586.

15. Wang B., Hensher D.A., Ton Tu. Safety in the road environment: a driver behavioural response perspective // *Transportation*. – 2002. – Vol. 29, no. 3. – P. 253–270.

16. Norris F.H., Matthews B.A., Riad J.K. Characterological, situational, and behavioral risk factors for motor vehicle accidents: a prospective examination // *Accident Analysis & Prevention*. – 2000. – Vol. 32 (4). – P. 505–515.

17. Safety analysis of urban arterials under mixed-traffic patterns in Beijing / M. Ma, X. Yan, M. Abdel-Aty, H. Huang, X. Wang // *Transportation Research Record*. – 2010. – No. 2193. – P. 105–115.

18. Association between roadway intersection characteristics and pedestrian crash risk in Alameda county, California / R.J. Schneider, L.S. Arnold, V. Attaset, J. Griswold, D.R. Ragland, M.C. Diogenes // *Transportation Research Record*. – 2010. – No. 2198. – P. 41–51.

19. Stepanchuk O., Vasiukovych D. Road traffic safety on the roundabouts // *Вісник Національного авіаційного університету*. – 2013. – Vol. 2, no. 55. – P. 68–74.

20. Steenbergen R.D.J.M., Vrouwenvelder A.C.W.M. Safety philosophy for existing structures and partial factors for traffic loads on bridges // *Heron*. – 2010. – Vol. 55, no 2. – P. 123–140.

21. Control technology review of traffic congestion in urban road network under networked dynamic scheduling and control / D.-R. Huang,

J. Song, S.-Q. Li, H.-Y. Xiang // Journal of Traffic and Transportation Engineering. – 2013. – Vol. 13, no 5. – P. 105–114.

22. Roundabouts in signalized corridors: evaluation of traffic flow impacts / S.L. Hallmark, E.J. Fitzsimmons, H.N. Isebrands, K.L. Giese // Transportation Research Record. – 2010. – No. 2182. – P. 139–147.

References

1. Telegin V.G., Kleveko V.I. Problemy transportnoi sistemy goroda Permi i puti ikh resheniia [The problems of the transport system of Perm and the ways of their solution]. *Sbornik nauchnykh trudov SWorld*. Odessa, 2014, vol. 1, no. 1, pp. 11-17.

2. Tret'iakova P.A., Kleveko V.I. Sovremennye metody povysheniia effektivnosti transportnykh sistem gorodov [Modern methods of increase efficiency of transport systems of cities]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2012, pp. 101-108.

3. Tret'iakova P.A., Kleveko V.I. Sovremennye podkhody k proektirovaniu transportnykh sistem gorodskikh territorii [Modern approaches to the design of transport systems in urban areas]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Modernizatsiia i nauchnye issledovaniia v transportnom komplekse"*. Perm: Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2012, vol. 2, pp. 155-161.

4. Polovnikova A.E., Kleveko V.I. Vybora racional'nogo tipa peshehodnykh perehodov s uchetom bezopasnosti dvizheniia peshehodov [The choice of the rational type of pedestrian crossings with safety in mind of pedestrian traffic]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Modernizatsiia i nauchnye issledovaniia v transportnom komplekse"*. Perm: Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2012, vol. 2, pp. 356-361.

5. Telegin V.G., Burdina S.V., Kleveko V.I. Analiz problem, vyzvannykh avtomobil'nyimi zatorami i defitsitom parkovochnykh mest v tsentral'noi chasti krupnykh gorodov (na primere goroda Permi) [Analysis of the problems caused by road congestion and shortage of Parking spaces in inner city areas (on the example of the city of Perm)]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaia ekologiya. Urbanistika*, 2014, no. 4 (16), pp. 18-26.

6. Iakimov M.R. Nauchnaia metodologiya formirovaniia effektivnoi transportnoi sistemy krupnogo goroda [Scientific methodology of formation

of an efficient transport system major cities]. Thesis of Doctor's degree dissertation, Moscow, 2011. 418 p.

7. Trofimenkov Iu.V., Iakimov M.R. Model' formirovaniia effektivnoi transportnoi sistemy krupnogo goroda [The model of formation of an efficient transport system major cities]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Urbanistika*, 2011, no. 4, pp. 8-16.

8. Wang R., Ruskin H.J. Modeling traffic flow at a single-lane urban roundabout. *Computer Physics Communications*, 2002, vol. 147, no 1-2. pp. 570-576.

9. Fortuijn L.G.H. Turbo Roundabouts: Estimation of Capacity. *Transportation Research Record*, 2009, no. 2130, pp. 83-92.

10. Fortuijn L.G.H. Turbo Roundabouts: Design Principles and Safety Performance. *Transportation Research Record*, 2009, no. 2096. 12 p.

11. Roundabouts: An Informational Guide. Second Edition. *NCHRP Report 672. Transportation Research Board. National Research Council*. Washington, D.C, 2010. 115 p.

12. Telegin V.G., Kleveko V.I. Analiz vozmozhnosti rekonstruktsii kommunal'nogo mosta cherez reku Kama [Analysis of the possibility of reconstruction of utility bridge over the Kama river]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*, 2014, no. 3 (15), pp. 6-15.

13. Telegin V.G., Kleveko V.I. Analiz izmeneniia parametrov dvizheniia transportnogo potoka pri uvelichenii gabarita proezda kommunal'nogo mosta cherez reku Kamu [Analysis of changes in the parameters of the traffic flow with increasing communal driveway clearance of the bridge across the Kama river]. *Transport. Transportnye sooruzheniia. Ekologiya*, 2014, no. 3, pp. 132-143.

14. Wang R., Ruskin H.J. Modelling traffic flow at a multilane intersection. *Lecture Notes in Computer Science*, 2003, vol. 2667, pp. 577-586.

15. Wang B., Hensher D.A., Ton Tu. Safety in the road environment: a driver behavioural response perspective. *Transportation*, 2002, vol. 29, no 3, pp. 253-270.

16. Norris F.H., Matthews B.A., Riad J.K. Characterological, situational, and behavioral risk factors for motor vehicle accidents: a prospective examination. *Accident Analysis & Prevention*, 2000, vol. 32 (4), pp. 505-515.

17. Ma M., Yan X., Abdel-Aty M., Huang H., Wang X. Safety analysis of urban arterials under mixed-traffic patterns in Beijing. *Transportation Research Record*, 2010, no. 2193, pp. 105-115.

18. Schneider R.J., Arnold L.S., Attaset V., Griswold J., Ragland D.R., Diogenes M.C. Association between roadway intersection characteristics and pedestrian crash risk in Alameda county, California. *Transportation Research Record*, 2010, no. 2198, pp. 41-51.

19. Stepanchuk O., Vasiukovych D. Road traffic safety on the roundabouts. *Вісник Національного авіаційного університету*, 2013, vol. 2, no 55, pp. 68-74.

20. Steenbergen R.D.J.M., Vrouwenvelder A.C.W.M. Safety philosophy for existing structures and partial factors for traffic loads on bridges. *Heron*, 2010, vol. 55, no. 2, pp. 123-140.

21. Huang D.-R., Song J., Li S.-Q., Xiang H.-Y. Control technology review of traffic congestion in urban road network under networked dynamic scheduling and control. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2013, vol. 13, no. 5, pp. 105-114.

22. Hallmark S.L., Fitzsimmons E.J., Isebrands H.N., Giese K.L. Roundabouts in signalized corridors: evaluation of traffic flow impacts. *Transportation Research Record*, 2010, no. 2182, pp. 139-147.

Получено 23.01.2015

Сведения об авторах

Телегин Владимир Геннадьевич (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: _angel007@inbox.ru).

Бурдина Светлана Геннадьевна (Пермь, Россия) – ведущий специалист ЗАО «КЭС-Трейдинг» (614039, г. Пермь, ул. Сибирская, 67, e-mail: _angel007@inbox.ru).

Клевеко Владимир Иванович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: vlivkl@pochta.ru).

About the authors

Vladimir G. Telegin (Perm, Russian Federation) – Master student, Department of Building Production and Geotechnics, Perm National Re-

search Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: _angel007@inbox.ru).

Svetlana G. Burdina (Perm, Russian Federation) – Senior specialist, CJSC “KJeI-Trading” (67, Sibirskaya st., Perm, 614039, Russian Federation, e-mail: _angel007@inbox.ru).

Vladimir I. Kleveko (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Building Production and Geotechnics, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: vlivkl@pochta.ru).