

УДК 625.712

Хафизов Э.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: edward_76@bk.ru

Вдовин Е.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: vdovin007@mail.ru

Мавлиев Л.Ф. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: lenarmavliev@yandex.ru

Фомин А.Ю. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: fomin-al.78@mail.ru

Буланов П.Е. – ассистент

E-mail: f_lays@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Никметзянов А.Р. – заместитель начальника организационного отдела

E-mail: aidar1388@mail.ru

ГКУ «Главтатдортранс»

Адрес организации: 420012, Россия, г. Казань, ул. Достоевского, д. 18/75

**Определение интенсивности движения и состава потока
на улично-дорожной сети г. Казани
в рамках исследования образования дефектов на дорожных покрытиях**

Аннотация

Постановка задачи. Осуществить сбор, обработку, расчет и анализ данных по интенсивности и скоростям движения на полосах проезжей части обследуемых объектов улично-дорожной сети города Казани, провести натурные замеры и определение интенсивности, состава транспортного потока по полосам движения.

Результаты. Установлено, что на обследуемых участках Проспекта Победы и Проспекта Универсиады интенсивность движения распределена неравномерно по полосам. На ул. Тихомирнова и Ф. Амирхана интенсивность движения на левых полосах выше, чем на правых. Определено, что фактическая интенсивность движения превышает проектную до 6 раз, что требует учета при выборе материалов покрытия. Скорость движения на крайней левой полосе превышает скорость на остальных полосах проезжей части и в большинстве случаев допустимую ПДД – 60 км/ч. Проведенные замеры интенсивности и состава транспортного потока показали, что интенсивность в час пик также как суточная распределена неравномерно по полосам движения, а доля легкового транспорта составляет на крайних левых полосах 96-99 % и снижается на остальных до 79 %. Интенсивность движения легкового транспорта в час пик достигает 700-2000 автомобилей на наиболее нагруженную полосу.

Выводы. Состав потока, интенсивность и скорость движения оказали интегральное воздействие на образование дефектов на проезжей части обследуемых участков улично-дорожной сети.

Ключевые слова: интенсивность движения, скорость движения, состав потока, улично-дорожная сеть.

Введение

В настоящее время проблема образования дефектов на покрытиях проезжей части автомобильных дорог и улично-дорожной сети в Российской Федерации и зарубежных странах становится актуальной. Неровность в поперечном направлении отрицательно влияет на транспортно-эксплуатационное состояние дорог. Ускоряется процесс разрушения дорожных покрытий, снижается скорость движения, межремонтный срок и производительность автотранспорта, а также ухудшаются условия и безопасность движения [1-10].

Прирост транспорта, повышение доли автомобилей с высокими динамическими характеристиками ускорили процесс разрушения асфальтобетонных покрытий. Так, в последние годы на участках ряда магистральных улиц Москвы, Санкт-Петербурга,

Казани, а также городов Германии, Швеции, Финляндии наблюдается образование поперечной неровности, особенно на левых полосах движения легкового транспорта. Предполагается, что причина данного явления состоит не в накоплении остаточных деформаций в слоях дорожной одежды, а в интенсивном процессе износа покрытия при движении легковых автомобилей.

Наибольший износ и образование поперечной неровности на дорогах наблюдается в районах расположения светофоров, пересечений, на участках торможения и разгона, что в свою очередь связано с увеличением сил трения, возникающих в зоне контакта колеса автомобиля с поверхностью дорожного покрытия.

В качестве объектов обследования были определены следующие участки улично-дорожной сети г. Казани: Пр. Победы от ул. Ак. Губкина до ул. Р. Зорге; пр. Универсиады, ул. Тихомирнова; участок ул. Ф. Амирхана от моста «Миллениум» до ул. Х. Ямашева. В данной статье в качестве примера приведены схемы и рисунки по участку ул. Тихомирнова.

В ходе работы осуществлен сбор, обработка, расчет и анализ данных по интенсивности и скоростям движения на полосах движения проезжей части обследуемых объектов улично-дорожной сети города Казани, проведены натурные замеры и определение интенсивности, состава транспортного потока по полосам движения.

Сбор, обработка, расчет и анализ данных по интенсивности и скоростям на полосах движения проезжей части обследуемых объектов улично-дорожной сети г. Казани

Суточная интенсивность и средняя скорость движения на полосах проезжей части определена с использованием данных постоянного учета автоматическими счетчиками МУ «АСУДД» и системы «Автодория». Результаты обработки автоматического учета отражены в виде схем участков обследуемых улиц (рис. 1).



Рис. 1. График распределения скорости и суточной интенсивности движения на участке ул. Тихомирнова по данным автоматического учета

При проектировании новых и реконструкции эксплуатирующихся дорог одним из главных параметров, используемых в технико-экономических расчетах, является интенсивность движения. Суточная интенсивность движения используется для расчетов дорожной одежды и экономических показателей, а часовая – для расчета пропускной способности дороги, разработки мероприятий по повышению безопасности движения.

По данным МУ АСУДД суточная интенсивность движения на исследуемых участках составила:

- по Проспекту Победы от ул. Р. Зорге до ул. Ломжинская: на пересечении с ул. Ломжинская со стороны ул. Минская в сторону ул. Минская – 56536 авт/сут; со стороны ул. Чишмале в сторону ул. Чишмале – 45618 авт/сут, в сторону ул. Минская – 46747 авт/сут;

- по Проспекту Победы от ул. Ломжинская до ул. Минская: на пересечении с ул. Минская со стороны ул. Закиева в сторону ул. Закиева – 54473 авт/сут, со стороны ул. Ломжинская в сторону ул. Ломжинская – 59359 авт/сут;

- по Проспекту Победы от ул. Минская до ул. Ак. Губкина: на пересечении с ул. Губкина со стороны ул. Арбузова в сторону ул. Арбузова – 66658 авт/сут, в сторону ул. Аграрная – 47304 авт/сут; со стороны ул. Аграрная в сторону ул. Арбузова – 64244 авт/сут, в сторону ул. Аграрная – 64149 авт/сут;

- по Проспекту Универсиады: в сторону ул. Н. Назарбаева – 14588 авт/сут, в сторону ул. Даурская – 23023 авт/сут;

- по ул. Тихомирнова: в сторону ул. Пушкина – 26182 авт/сут, в сторону ул. Н. Назарбаева – 20675 авт/сут;

- по ул. Ф. Амирхана от моста «Миллениум» до ул. Х. Ямашева: в сторону ул. Х. Ямашева – 22255 авт/сут, в сторону моста «Миллениум» – 25419 авт/сут.

Суточная интенсивность на Проспекте Победы от ул. Р. Зорге до ул. Ломжинская, от ул. Ломжинская до ул. Минская, от ул. Минская до ул. Ак. Губкина распределена неравномерно: так в большинстве случаев на первой полосе слева интенсивность меньше, чем на второй и третьей полосах. Интенсивность на четвертой полосе слева в большинстве случаев меньше интенсивности на первых трех полосах. При этом средняя скорость движения на крайней левой полосе выше, чем на второй и третьей слева на 6,3-13,8 % или на 4-8 км/ч.

Суточная интенсивность на Проспекте Универсиады от ул. Н. Назарбаева до ул. Даурская, от ул. Даурская до Танкового кольца распределена также неравномерно: на первой полосе слева интенсивность меньше, чем на второй во всех сечениях, а также при движении в сторону ул. Даурской, чем на третьей. При этом средняя скорость движения на крайней левой полосе выше, чем на второй и третьей на 1,6-7,6 % или на 1-5 км/ч.

По ул. Тихомирнова от ул. Вишневого до ул. Пушкина интенсивность на левой полосе выше, чем на правой, средняя скорость при этом также выше на 6,0-6,3 % или на 3-4 км/ч (рис. 1).

Интенсивность на левой полосе выше, чем на правой части по ул. Ф. Амирхана от ул. Х. Ямашева до моста «Миллениум», средняя скорость движения на левых полосах проезжей части выше, чем на правых, на 6,6-7,3 % или на 4 км/ч.

Возможно, снижение интенсивности на крайней левой полосе относительно остальных связано с неудовлетворительным состоянием данной полосы и перемещением потока на соседние полосы.

Согласно п. 10.2 Правил дорожного движения, в населенных пунктах разрешается движение транспортных средств со скоростью не более 60 км/ч. Скорость движения транспорта на большинстве полос обследуемых участков превышает разрешенную ПДД на величину 1-11 км/ч. При этом скорость на крайней левой полосе превышает скорость на остальных полосах.

Для расчета дорожной одежды на проектируемом участке БКК был использован анализ интенсивности движения и состава транспортного потока, приведенный в отчёте «Программа развития улично-дорожной сети города Казани на период до 2013 года с прогнозом до 2020 года» (ул. Академика Арбузова – 4720 физ. авт./час в оба направления или 62105 авт./сут; на пр. Хусаина Ямашева – 4280 физ. авт./час или 56316 авт./сут в оба направления). Также были использованы сведения ГИБДД г. Казани о количестве, составе и приросте транспорта за последние 10 лет. Таким образом, по состоянию на 2011 г. количество автомобилей в городе составляло порядка 277375 ед. из них легковые автомобили – 250034 ед. (90 % от всего состава), грузовые – 22908 ед. (8 %) и автобусы – 4433 ед. (2 %). Ежегодный средний прирост по видам транспорта за последние 10 лет составил: легковые автомобили – 8,8 %, грузовые – 0,5 %, автобусы – 0,2 %. В среднем, по всему потоку – 7,3 %.

Для расчета конструкции дорожной одежды имеют значение именно нагрузки от тяжелых видов транспорта, рост интенсивности которого за последние 10 лет был незначительным, а количество автобусов даже уменьшилось в отдельные годы из-за перехода на более вместительные и комфортабельные современные модели автобусов.

По данным проектной документации (расчет дорожной одежды) интенсивность движения на первый год эксплуатации по Пр. Победы принята 3575 авт/сут на полосу, из которых интенсивность легковых автомобилей 3077 авт/сут. В настоящее время фактическая интенсивность превышает проектную до 6 раз. По Пр. Универсиады перспективная интенсивность к 2028 г. принята 2770 авт/час на всю проезжую часть. В настоящее время интенсивность уже превышает перспективную в 1,5-2 раза.

По данным АСУДД на 16 марта 2016 г. интенсивность на полосах движения легкового транспорта составляла 9007-18473 авт/сут на полосу, что существенно превышает проектные значения. Однако, около 90 % транспорта представлено легковыми автомобилями, которые в расчетах дорожной одежды не участвуют. Поэтому рост интенсивности легкового транспорта (в данном случае до 6 раз) требуется учитывать при выборе материалов покрытия.

Натурные замеры и определение интенсивности, состава транспортного потока по полосам движения

На эксплуатирующихся дорогах часовая интенсивность определяется непосредственными наблюдениями или по результатам автоматического учета движения в соответствии с ВСН 42-87 «Инструкция по проведению экономических изысканий для проектирования автомобильных дорог».

Методика проведения учета интенсивности и состава потока:

1. Поперечный учет движения на дорожной сети, выделенной для этой цели, проводился методом учета интенсивности движения с использованием данных выборочного учета непосредственными наблюдениями.

2. Учет транспортных средств непосредственными наблюдениями проводился раздельно по направлениям движения в течение часа в период 8.00-9.00 (час пик).

3. Размещение пунктов учета движения.

Улично-дорожную сеть разбили на участки учета движения так, чтобы поперечный учет движения на данном учетном пункте давал соответствующее отражение движения на этом участке дороги. Границы участков движения установили там, где имеется существенное изменение интенсивности движения (перекрестки, примыкания). На каждом участке учета движения размещали один учетный пункт.

4. Виды и группы транспортных средств.

Для сравнения результатов учета движения классифицировали транспортные средства по следующим видам и группам:

а.) Легковые автомобили.

б.) Грузовые автомобили:

- грузоподъемностью до 2 тонн;

- грузоподъемностью 2-6 тонн;

- грузоподъемностью 6-8 тонн;

- грузоподъемностью более 6 тонн.

в.) Микроавтобусы.

г.) Автобусы.

5. Результаты учета движения.

Для сравнения результатов поперечного учета движения на улично-дорожной сети при проведении непосредственных наблюдений отразили в табличной форме следующие данные:

- Сечение;

- Сторона;

- Полоса;

- Интенсивность по составу движения, ед.;

- Общая интенсивность;

- Состав движения.

В результате проведенного учета движения установлено (рис. 2):

- по Проспекту Победы от ул. Р. Зорге до ул. Ломжинская: на пересечении с ул. Ломжинская со стороны ул. Минская интенсивность движения в период 8:00-9:00 в сторону ул. Минская составила 4043 авт/час (93,05 % легковых автомобилей), в сторону ул. Чишмале – 4458 авт/час (93,76 % легковых автомобилей); со стороны ул. Чишмале интенсивность движения в сторону ул. Минская составила 3983 авт/час (94,18 % легковых автомобилей), в сторону ул. Чишмале – 3835 авт/час (94,08 % легковых автомобилей).



Рис. 2. Определение интенсивности движения и состава потока на ул. Тихомирнова непосредственными наблюдениями

В результате проведенного учета движения установлено:

- по Проспекту Победы от ул. Р. Зорге до ул. Ломжинская: на пересечении с ул. Ломжинская со стороны ул. Минская интенсивность движения в период 8.00-9.00 в сторону ул. Минская составила 4043 авт/час (93,05 % легковых автомобилей), в сторону ул. Чишмале – 4458 авт/час (93,76 % легковых автомобилей); со стороны ул. Чишмале интенсивность движения в сторону ул. Минская составила 3983 авт/час (94,18 % легковых автомобилей), в сторону ул. Чишмале – 3835 авт/час (94,08 % легковых автомобилей).

- по Проспекту Победы от ул. Ломжинская до ул. Минская: на пересечении с ул. Минская со стороны ул. Закиева интенсивность движения в период 8.00-9.00 в сторону ул. Закиева составила 5186 авт/час (93,06 % легковых автомобилей), в сторону ул. Ломжинская – 4002 авт/час (91,63 % легковых автомобилей).

- по Проспекту Победы от ул. Минская до ул. Губкина: на пересечении с ул. Губкина со стороны ул. Арбузова интенсивность движения в период 8.00-9.00 в сторону ул. Арбузова составило 5560 авт/час (92,99 % легковых автомобилей), в сторону ул. Аграрная – 3290 авт/час (90,73 % легковых автомобилей); со стороны ул. Аграрная в сторону ул. Арбузова составила 5652 авт/час (94,07 % легковых автомобилей), в сторону ул. Аграрная – 4906 авт/час (92,68 % легковых автомобилей).

- по Проспекту Универсиады от ул. Н. Назарбаева до Танкового кольца: на примыкании ул. Газовая в сторону ул. Н. Назарбаева – 1752 авт/сут (96,69 % легковых автомобилей), в сторону ул. Даурская – 2951 авт/сут (97,83 % легковых автомобилей).

- по ул. Тихомирнова от ул. Н. Назарбаева до ул. Щербаковский переулок: на примыкании ул. Щепкина в сторону ул. Щербаковский переулок – 2095 авт/сут (98,23 % легковых автомобилей), в сторону ул. Н. Назарбаева – 932 авт/сут (98,18 % легковых автомобилей) (рис. 3).

- по ул. Ф. Амирхана от ул. Ямашева до моста «Миллениум»: на пересечении в двух уровнях с ул. Чистопольская в сторону ул. Ямашева – 2164 авт/сут (91,22 % легковых автомобилей), в сторону моста «Миллениум» – 3348 авт/сут (96,21 % легковых автомобилей).

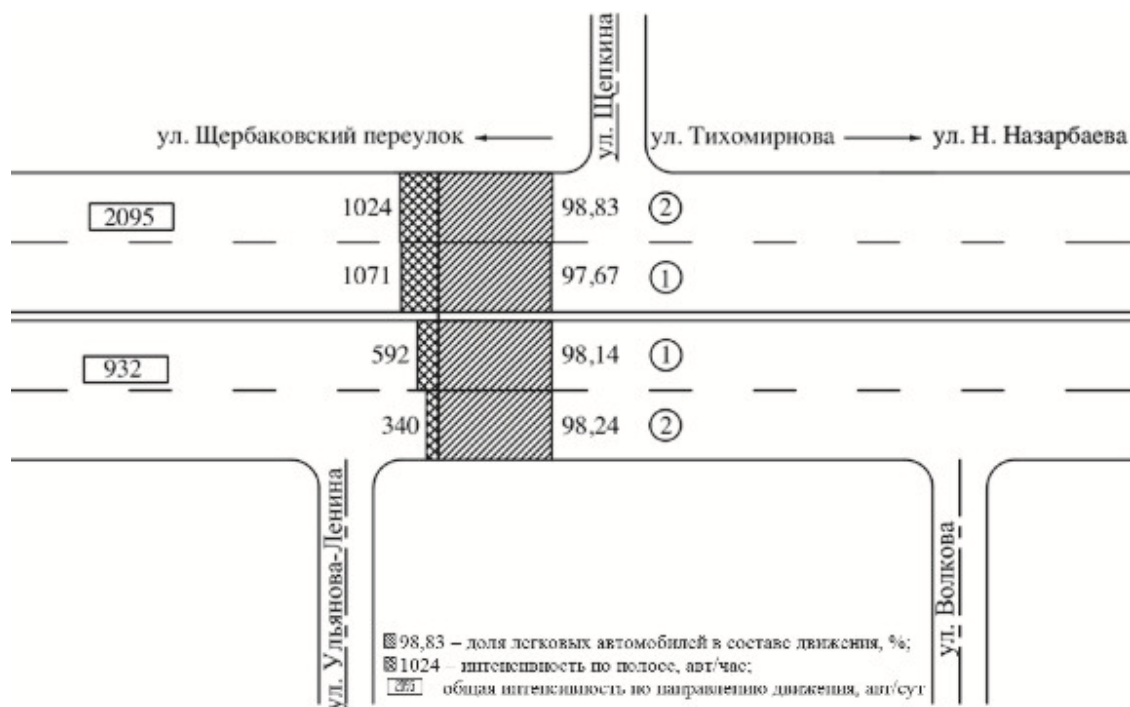


Рис. 3. График распределения часовой интенсивности движения и доля легковых автомобилей в составе потока на участке ул. Тихомирнова по данным непосредственных наблюдений

Неравномерность распределения интенсивности движения в час пик проявляется в меньшей степени в сравнении с суточной интенсивностью. Неравномерность в большей степени наблюдается из-за поворачивающих автомобилей с крайних правых полос или на крайние правые полосы движения.

Следует отметить, что на крайних левых полосах доля легкового транспорта составляет 96-99 % и снижается на остальных до 79 %.

В соответствии с полученными результатами учета следует отметить, что на образование дефектов на проезжей части обследуемых участков улично-дорожной сети оказали интегральное воздействие все определяемые показатели – состав потока, интенсивность и скорость движения.

Выводы

1. Установлено, что на обследуемых участках Проспекта Победы и Проспекта Универсиады интенсивность движения распределена неравномерно по полосам. На ул. Тихомирнова и Ф. Амирхана интенсивность движения на левых полосах выше, чем на правых.

2. Определено, что фактическая интенсивность движения превышает проектную до 6 раз. Большая часть транспорта (79-99 %) представлена легковыми автомобилями, которые в расчетах дорожной одежды не участвуют, поэтому рост интенсивности и доли легкового транспорта требуется учитывать при выборе материалов покрытия. Скорость движения на крайней левой полосе превышает скорость на остальных полосах проезжей части и в большинстве случаев допустимую ПДД – 60 км/ч.

3. Проведенные замеры интенсивности и состава транспортного потока показали, что интенсивность в час пик также как суточная распределена неравномерно по полосам движения, а доля легкового транспорта составляет на крайних левых полосах 96-99 % и снижается на остальных до 79 %. Интенсивность движения легкового транспорта в час пик достигает 700-2000 автомобилей на наиболее нагруженную полосу.

4. Состав потока, интенсивность и скорость движения оказали интегральное воздействия на образование дефектов на проезжей части обследуемых участков улично-дорожной сети.

Список библиографических ссылок

1. Матуа В. П., Панасюк Л. Н. Прогнозирование и учет накопления остаточных деформаций в дорожных конструкциях. Ростов-н/Д : Рост. гос. строит. ун-т, 2001. 372 с.
2. Wang H., Fan Z., Zhang J. Development of a Full-Depth Wheel Tracking Test for Asphalt Pavement Structure: Methods and Performance Evaluation // Advances in material science and engineering. 2016. Vol. 2016. № 23. P. 976–983.
3. Guan H. X., Zhang Q. S., Xu Y., Luo Z. Rut control standard for asphalt surface total-thickness samples // China civil engineering journal. 2011. Vol. 44. № 9. P. 124–129.
4. Углова Е. В. Моделирование деформирования нежестких дорожных конструкций при воздействии движущего транспорта // Известия вузов. Строительство. 2009. № 34. С. 31–35.
5. Liao W., Chen Z., Wu S., Mo L., Liu G. Rutting resistance of asphalt overlay with multilayer wheel tracking test // Journal Wuhan University of Technology. 2006. Vol. 21. № 3. P. 142–145.
6. Юшков Б. С., Сергеев А. С., Бажуков Н.М. Причины возникновения колеи на автомобильных дорогах // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. 2015. № 1. С. 401–407.
7. Korkila-Tanttu L. Speed and reloading effects on pavement rutting // Proceedings of the institution of civil engineers: geotechnical engineering. 2007. Vol. 160. № 3. P. 123–127.
8. Костельов М. П., Первалов В. П., Пахаренко Д. В. Практика борьбы с колеиностью асфальтобетонных покрытий может быть успешной // Дорожная техника. 2011. С. 54–70.
9. Поздняков М. К., Быстров Н. В. Разработка метода оценки сопротивляемости асфальтобетона колееобразованию : сб. ст. Ассоциация исследователей асфальтобетона / МАДИ. Москва, 2010. С. 7–17.
10. Подольский В. П., Нгуен В. Л., Черноусов Д. И. Причины колееобразования на асфальтобетонных покрытиях и методы повышения их деформативной устойчивости в условиях южного Вьетнама // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2013. № 1 (29). С. 57–65.

Khafizov E.R. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: edward_76@bk.ru

Vdovin E.A. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: vdovin007@mail.ru

Mavliev L.F. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: lenarmavliev@yandex.ru

Fomin A.Yu. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: fomin-al.78@mail.ru

Bulanov P.E. – assistant

E-mail: f_lays@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Nikmetzyanov A.R. – the deputy chief of department of the organization

E-mail: aidar1388@mail.ru

SCI «Glavtadortrans»

The organization address: 420012, Russia, Kazan, Dostoevskiy st., 18/75

Determination of the volume of traffic and speed of movement on the street-road network in Kazan in the framework of the study of a formation of defects on road surfaces**Abstract**

Problem statement. To collect, process, calculate and analyze data on the intensity and

speed of traffic on the lanes of the road sections of the surveyed objects of the street-road network in Kazan, conduct in-depth measurements and determine the intensity and composition of the traffic flow along the lanes.

Results. It was established that the traffic intensity in the surveyed areas of the Prospekt Pobedy and the Universiade Prospectus is unevenly distributed across the bands. On the street. Tikhomirnov and F. Amirkhan, volume of traffic on the left lanes is higher than on the right. It is determined that the actual volume of traffic exceeds the projected intensity up to 6 times, which requires consideration when choosing coating materials. The speed of movement on the extreme left lane exceeds the speed on the remaining lanes of the carriageway and in most cases the permissible traffic law is 60 km / h. The carried-out measurements of the intensity and construction of traffic stream showed that the intensity during peak hours, as well as the daily distribution, is unevenly distributed along the lanes, while the share of passenger transport is 96-99 % in the extreme left bands and 79 % lower in the remaining left bands. The volume of traffic of passenger transport at rush hour reaches 700-2000 cars per the most loaded lane.

Conclusions. Construction of traffic stream, volume of traffic and speed of movement had an integral effect on the formation of defects on the carriageway of the surveyed sections of the street-road network.

Keywords: volume of traffic, speed of movement, construction of traffic stream, street-road network.

References

1. Matua V. P., Panasyuk L. N. Forecasting and accounting for the accumulation of residual deformations in road structures. Rostov-n/D : Rost. gos. stroit. un-t, 2001. 372 p.
2. Wang H., Fan Z., Zhang J. Development of a Full-Depth Wheel Tracking Test for Asphalt Pavement Structure: Methods and Performance Evaluation // Advances in material science and engineering. 2016. Vol. 2016. № 23. P. 976–983.
3. Guan H. X., Zhang Q. S., Xu Y., Luo Z. Rut control standard for asphalt surface total-thickness samples // China civil engineering journal. 2011. Vol. 44. № 9. P. 124–129.
4. Uglova Ye. V. Modeling of deformation of nonrigid road structures under the influence of driving vehicles // Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo. 2009. № 34. P. 31–35.
5. Liao W., Chen Z., Wu S., Mo L., Liu G. Rutting resistance of asphalt overlay with multilayer wheel tracking test // Journal Wuhan University of Technology. 2006. Vol. 21. № 3. P. 142–145.
6. Yushkov B. S., Sergeyev A. S., Bazhukov N. M. The causes of the appearance of ruts on highways // Ekologiya i nauchno-tekhnicheskiy progress. Urbanistika. 2015. № 1. P. 401–407.
7. Korkila-Tanttu L. Speed and reloading effects on pavement rutting // Proceedings of the institution of civil engineers: geotechnical engineering. 2007. Vol. 160. № 3 P. 123–127.
8. Kostel'ov M. P., Perevalov V. P., Pakharenko D. V. The practice of combating the rutness of asphalt concrete pavements can be successful // Dorozhnaya tekhnika. 2011. P. 54–70.
9. Pozdnyakov M. K., Bystrov N. V. The development of a method for assessing the resistance of asphalt roadways to tails : dig. of art. Assotsiatsiya issledovateley asfal'tobetona / MADI. M., 2010. P. 7–17.
10. Podol'skiy V. P., Nguyen V. L., Chernousov D. I. The reasons for the rutting on asphalt concrete pavements and methods for increasing their deformative stability in the conditions of southern Vietnam // Nauchnyy vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2013. № 1 (29). P. 57–65.