

Е.С. Краснов, С.С. Семенов, Н.Ю. Михайлов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ДОСТОВЕРНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И НАДЕЖНОСТЬ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Рассмотрены методы, используемые для учета интенсивности дорожного движения, которые основаны на краткосрочных наблюдениях и не отражают специфику и закономерности распределения транспортных потоков в границах Пермского края. Результатом этого является разработка проектных решений по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту автомобильных дорог Пермского края в условиях отсутствия достоверной информации об интенсивности и составе транспортного потока. В первую очередь отсутствие такой информации влияет на качество проектирования конструкций дорожных одежд, ошибки в которых могут приводить к уменьшению ее сроков службы или к значительному перерасходу дорожно-строительных материалов. В настоящее время возникла острая потребность в новых методах определения интенсивности движения на основе долгосрочных наблюдений, выявления закономерностей в движении и распределении транспортных потоков с дальнейшей апробацией таких методов и с последующим практическим их применением.

Ключевые слова: интенсивность дорожного движения, транспортный поток, дорожная одежда, усиление дорожной конструкции, автомобильная дорога.

Определение интенсивности движения и состава транспортного потока на автомобильных дорогах общего пользования, а также выбор методов их определения является одним из главных параметров в вопросах выбора технической категории дорог, расчета и обоснования выбора конструкций дорожных одежд, расчета пропускной способности дорог, назначения мероприятий по повышению безопасности движения.

Возникающие в процессе определения интенсивности движения сложности и противоречия в результатах связаны как со сбором информации о количественных характеристиках транспортных потоков, так и о порядке

Краснов Е.С., Семенов С.С., Михайлов Н.Ю. Достоверность информации об интенсивности движения и надежность решения инженерных задач // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – № 3. – С. 72–84. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.03.05

Krasnov E., Semenov S., Mikhailov N. The accuracy of the information about the intensity of traffic and the reliability of the solution of engineering problems. PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2017. No. 3. Pp. 72-84. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.03.05

их расчета и правильного выбора места сбора информации – пунктов учета интенсивности движения.

Исследования особенностей изменения интенсивности дорожного движения, проведенные Н.П. Толстиком и В.Б. Ивасиком [1], показали, что для дорог Волгоградской области кривые распределения часовой интенсивности движения носят двухвершинный характер, первый – утренний ярко выраженный, второй – вечерний сглаженный, и объясняется это особенностью региона, связанной с сельскохозяйственным производством.

При этом ряд исследователей [2–6] установили, что распределение интенсивности движения в разных регионах в течение суток имеют различные интервалы времени со стабильным характером, что также указывает на региональную особенность ее изменения.

В настоящее время проблема сбора информации об интенсивности движения и составе транспортного потока, в частности на улично-дорожной сети городов, довольно полно изучена. Например, в статье М.Р. Якимова, Г.Н. Кандалиной [7] произведен сравнительный анализ качества собираемой информации различными способами, в том числе натурным, с помощью видеофиксации и с помощью технических средств в составе автоматизированных систем управления дорожным движением. Транспортному планированию посвящены монографии [8, 9].

При выборе места размещения пунктов учета интенсивности необходимо учитывать не только места разделения и слияния транспортного потока, но и влияние сезонных, трудовых и социальных связей в границах влияния, как отдельных населенных пунктов, так и в границах городских агломераций с учетом региональных особенностей распределения транспортных потоков.

В настоящее время в Пермском крае прогнозирование среднегодовой суточной интенсивности движения на эксплуатируемых дорогах $N_{\text{сут}}$ (авт./сут) основывается на краткосрочных наблюдениях за транспортными потоками. Например, по ОДМ 218.4.005–2010 «Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» расчет сводится к тому, что к фактическим значениям часовой интенсивности $N_{\text{ч}}$ применяются соответствующие коэффициенты неравномерности движения, которые изменяются в течение суток K_t , по дням недели $K_{\text{н}}$ и по месяцам $K_{\text{г}}$:

$$N_{\text{сут}} = \frac{4N_{\text{ч}}}{K_t \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{г}} \cdot 365}.$$

В расчетах применяются коэффициенты неравномерности движения для всех автомобильных дорог общего пользования без учета изменений интенсивности и состава движения транспортных потоков внутри конкретного региона.

В 2016 г. выполнен учет интенсивности движения на региональной дороге Пермь – Березники в Пермском крае с последующей обработкой полученных данных по ОДМ 218.4.005–2010 (рис. 1). Сбор информации на каждом предварительном учетном пункте проводился путем видеофиксации по методике, изложенной в ОДН 218.0.006–2002 «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог». Распознавание транспортных средств по типам и их количественная оценка за периоды наблюдения выполнялись в камеральных условиях.

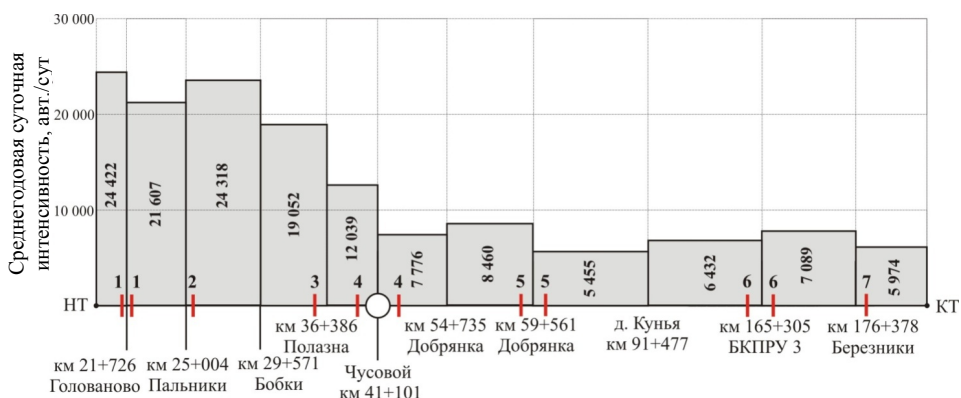


Рис. 1. Среднегодовая суточная интенсивность движения (авт./сут) на автомобильной дороге Пермь – Березники (расчет по ОДМ 218.4.005–2010)

Предварительный анализ полученных значений среднегодовой суточной интенсивности движения на учетных пунктах автодороги Пермь – Березники показал ожидаемое распределение интенсивности движения по всей протяженности дороги и дал возможность определить характерные участки изменения интенсивности (табл. 1). Границы характерных участков изменения интенсивности определены в соответствии с требованиями ГОСТ 32965–2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока» и разделены на подходы к населенным пунктам и перегоны с учетом, что состав и интенсивность движения изменяются более чем на 15 %.

Анализ характерных участков изменения интенсивности на автомобильной дороге Пермь – Березники позволил установить границы изменения интенсивности и определить места размещения постоянных учетных

пунктов. Таким образом, определены шесть постоянных учетных пунктов для дальнейшего ежегодного мониторинга, вместо семи предварительных.

Таблица 1

Характерные участки изменения интенсивности
на автомобильной дороге Пермь – Березники

Номер участка	Граница участка		Характеристика участка	Изменение интенсивности, ±%, к предыдущему участку
	от км+ м	до км+ м		
1	км 25+768 (начальная точка трассы)	км 29+571 (съезд на д. Бобки)	Подход к г. Перми	–
2	км 29+571 (съезд на д. Бобки)	км 36+386 (съезд на п. Полазна)	Подход к п. Полазна	–22
3	км 36+386 (съезд на п. Полазна)	км 41+101 (примыкание к автодороге Полазна – Чусовой)	Перегон: примыкание к автодороге Полазна – Чусовой	–37
4	км 41+101 (примыкание автодороги Полазна – Чусовой)	км 59+561 (примыкание к автодороге Пермь–Березники – Добрянка 2)	Подход к г. Добрянка	–35
5	км 59+561 (примыкание автодороги Пермь–Березники – Добрянка 2)	км 91+477 (д. Кунья)	Перегон: отсутствие объездных путей	+18
6	км 91+477 (д. Кунья)	км 176+378 (съезд в г. Березники)	Подход к г. Березники	–16
7	км 176+378 (съезд в г. Березники)	км 178+561 (конечная точка трассы, примыкание к автодороге Кунгур–Соликамск)	Перегон: примыкание к автодороге Кунгур–Соликамск	–

Введенный в действие в 2016 г. ГОСТ 32965–2014, требования которого распространяются на автомобильные дороги общего пользования стран Таможенного союза, регламентирует порядок расчета общей среднегодовой суточной интенсивности движения.

Сам порядок расчета общей среднегодовой суточной интенсивности движения N_{CC} (шт./сут) сводится к суммированию среднегодовой суточной интенсивности движения для каждой i -й группы транспортных средств $N_{CC(i)}$:

$$N_{CC} = \sum_1^k N_{CC(i)}.$$

Среднегодовая суточная интенсивность движения $N_{CC(i)}$ (шт./сут) по результатам кратковременного учета для каждой отдельной i -й группы определяется также с применением соответствующих коэффициентов неравномерности движения $K_{Cч}, K_{Cд}, K_{Cм}$:

$$N_{CC(i)} = \frac{1}{m} \sum_1^m N_i \cdot K_{Cч} \cdot K_{Cд} \cdot K_{Cм}.$$

В данном случае применение коэффициентов часа $K_{Cч}$, недели $K_{Cд}$ и месяца $K_{Cм}$ зависят от условий расположения пунктов учета интенсивности на автомобильной дороге, и разделяется на перегоны и подходы к населенным пунктам.

Расчет общей среднегодовой суточной интенсивности движения N_{CC} с применением соответствующих коэффициентов неравномерности движения с учетом характеристик участков – перегоны и подходы к населенным пунктам (см. табл. 1) – представлен на рис. 2.

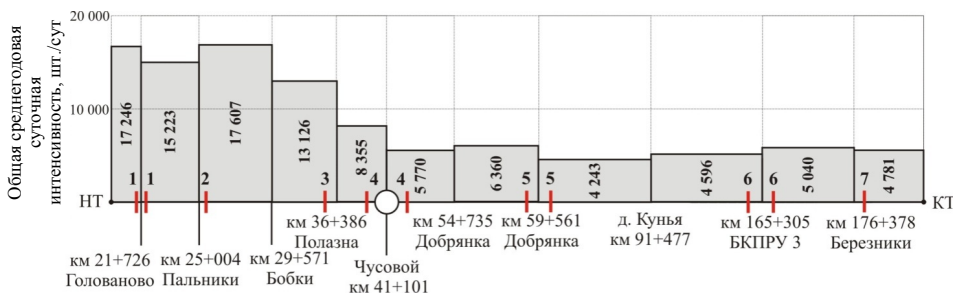


Рис. 2. Общая среднегодовая суточная интенсивность движения, шт./сут на автомобильной дороге Пермь – Березники (расчет по ГОСТ 32965–2014)

Сравнение полученных результатов, определенных по ОДМ 218.4.005–2010 и по ГОСТ 32965–2014, показал значительное расхождение в значениях среднегодовой суточной интенсивности движения на учетных пунктах. Даже при условии одинаковых исходных данных (количество автомобилей, прошедших через сечение дороги за периоды наблюдений, часы суток, дни недели и месяц года) расхождение в расчетных значениях среднегодовой суточной интенсивности движения составило 20–31 % (см. рис. 1 и 2). Такое расхождение при сравнении методов рас-

чета превышает рекомендованную точность [12] определения среднегодовой суточной интенсивности движения и состава транспортного потока для ряда возможных поставленных инженерных задач.

Для получения численных значений влияния расхождений в значениях среднегодовой суточной интенсивности движения, определенных по приведенным выше методикам решения инженерных задач, связанных с конструированием дорожной одежды, рассмотрена задача по ее усилению. Для ее решения по методике ОДН 218.046–01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» приняты следующие основные исходные данные:

- техническая категория дороги – III;
- количество полос движения – 2;
- тип конструкции дорожной одежды – капитальный;
- срок службы дорожной одежды – 7 лет;
- коэффициент надежности – 0,98;
- значение модуля упругости по слою основания – 140 МПа.

В качестве слоев усиления принято два слоя асфальтобетона: нижний слой – асфальтобетон плотный горячий на битуме БНД 60/90, тип А, марка I, толщина 13 см; верхний слой – асфальтобетон высокоплотный горячий на битуме БНД 60/90, тип А, марка I, толщина 7 см.

Среднегодовая суточная интенсивность движения и состав транспортного потока принята для учетного пункта, который ограничен участком между начальной точкой автодороги Пермь – Березники и съездом в микрорайон Голованово. Сравнительная характеристика показателей автомобильного потока, полученных по методикам ОДМ 218.4.005–2010 и ГОСТ 32965–2014, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика показателей автомобильного потока

Показатель	ОДМ 218.4.005–2010	ГОСТ 32965–2014
Коэффициент роста интенсивности, доли ед.	1,040	1,040
Интенсивность движения на первый год службы, авт./сут.	24 423	17 248
Интенсивность движения на расчетный год службы, авт./сут.	30 898	21 820
Расчетное суточное число приложений на полосу приведенной нагрузки на последний год службы, авт./сут.	10 154	7177
Суммарное расчетное число приложений на полосу за весь срок службы, авт.	8 265 699	5 842 575
Минимальный требуемый модуль упругости конструкции, МПа	332	317

Согласно методике, конструкция дорожной одежды в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба при условии

$$\frac{E_{об}}{E_{мин}} > K_{пр}^{тр},$$

где $E_{об}$ – общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа; $E_{мин}$ – минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа; $K_{пр}^{тр}$ – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности (принят 1,29). Общий расчетный модуль упругости конструкции $E_{об}$ для выбранного усиления составляет 414 МПа.

Величину минимального требуемого общего модуля упругости конструкции определяется по эмпирической формуле

$$E_{мин} = 98,65 \cdot [\lg(\sum N_p) - c],$$

где $\sum N_p$ – суммарное расчетное число приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды; c – эмпирический параметр, принимаемый равным 3,55 для расчетной нагрузки на ось 100 кН.

$$\sum N_p = 0,7 \cdot N_p \cdot \frac{K_c}{q^{(T_{сл}-1)}} \cdot T_{рдг} \cdot K_{п},$$

где N_p – приведенная интенсивность на последний год срока службы, авт./сут; K_c – коэффициент суммирования (определяется по формуле

$$K_c = \frac{q^{T_{сл}} - 1}{q - 1}); q$$
 – показатель изменения интенсивности движения данного

типа автомобиля по годам (1,040); $T_{сл}$ – расчетный срок службы; $T_{рдг}$ – расчетное число дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции (135 для Пермского края); $K_{п}$ – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (принят 1,38 для данной категории дороги).

$$N_p = f_{пол} \cdot N_o \cdot q^{T_{сл}-1},$$

где $f_{пол}$ – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним (0,55 для двухполосной дороги); N_o – приведенная интенсивность на первый год срока службы, авт./сут.

$$N_o = \sum N_m \cdot S_m,$$

где N_m – число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств m -й марки; S_m – коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства m -й марки к расчетной нагрузке.

Таким образом, определение величины минимального требуемого общего модуля упругости дорожной конструкции E_{\min} находится в зависимости от приведенной интенсивности на первый год срока службы N_o , которая в свою очередь рассчитывается по рассматриваемым выше методикам определения среднегодовой суточной интенсивности движения и состава транспортного потока.

Расчет усиления дорожной одежды при различных исходных данных об интенсивности движения произведен в программном комплексе CREDO РАДОН. Расчетные характеристики и результаты расчета усиления дорожной одежды по ОДН 218.046–01 представлены на рис. 3.

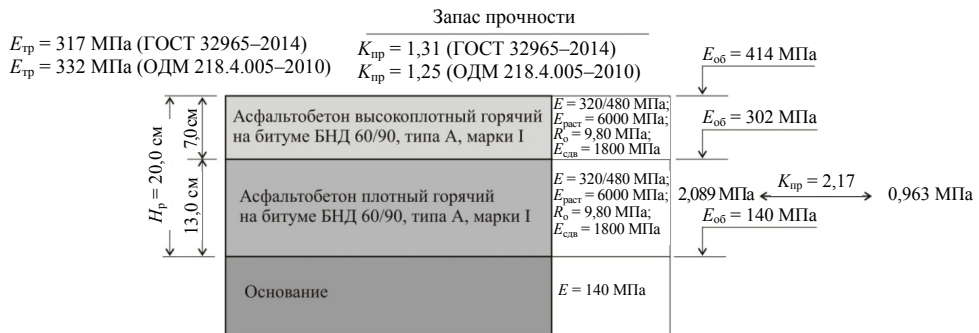


Рис. 3. Расчетные характеристики и результаты расчета усиления дорожной одежды по ОДН 218.046–01

При использовании в расчетах усиления дорожной одежды расчетных данных среднегодовой суточной интенсивности движения и состава транспортного потока, определенной по ГОСТ 32965–2014, расчетный

коэффициент прочности $K_{расч} = \frac{E_{об}}{E_{мин}} = \frac{414}{317} = 1,31$ больше требуемого

$K_{пр}^{тр} = 1,29$ и, следовательно, условие прочности выполняется.

В случае использования в расчетах усиления дорожной одежды расчетных данных среднегодовой суточной интенсивности движения и состава транспортного потока, определенной по ОДМ 218.4.005–2010, рас-

четный коэффициент прочности $K_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{об}}}{E_{\text{min}}} = \frac{414}{332} = 1,25$ меньше требуе-

мого $K_{\text{пр}}^{\text{тп}} = 1,29$, что свидетельствует об отсутствии запаса прочности по общему модулю упругости (условие прочности не выполняется).

Отсутствие запаса прочности по общему модулю упругости может привести к преждевременному разрушению дорожной одежды в целом. Для выполнения условия прочности усиления дорожной одежды при расчете интенсивности движения по ОДМ 218.4.005–2010 необходимо либо уменьшить срок службы дороги до 5 лет, либо увеличить слой асфальтобетонного покрытия на 2 см.

Исследователем в области теории транспортных потоков В.В. Сильяновым [10] выявлена рекомендованная точность определения среднегодовой суточной интенсивности движения и состава транспортного потока. Рекомендованная точность определяется надежностью поставленных инженерных задач и может изменяться от 15 до 30 %. Наименьшая ошибка в расчетах интенсивности движения до 15 % может применяться в вопросах конструирования дорожной одежды для дорог высокой технической категории. Наибольшая ошибка до 35 % допускается при оценке относительной аварийности из-за большого количества частных параметров. Для решения инженерных задач, связанных с вопросами организации дорожного движения, ошибка в расчетах интенсивности не должна превышать 20 %. Такие ошибки могут привести к возможному занижению толщин слоев дорожных одежд с разрушением в более ранние сроки [11], к неверному выбору схем организации движения и мест аварийных участков на автомобильных дорогах.

Таким образом, использование различных методов расчета интенсивности движения и состава транспортного потока при одинаковых исходных данных в пунктах мониторинга получены противоречивые значения в расчетах усиления дорожной одежды.

Использование достоверных значений, полученных при расчете среднегодовой суточной интенсивности движения, является ключевой задачей в решении многих практических инженерных задач.

Опыт ряда исследователей в области анализа методов определения интенсивности показывает, что распределение интенсивности движения в течение суток, дней недели и сезонов года носит региональный характер. Так, в своей работе А.В. Пузиков [12] установил, что отклонения фактических значений от истинных говорят о региональном характере методов, необходимости их совершенствования и адаптации к современным

условиям эксплуатации автомобильных дорог. Кроме того, исследователем установлено, что прогнозирование состава транспортного потока по результатам краткосрочных наблюдений не выполняется [12].

Очевидно, что получение достоверных результатов при определении среднегодовой среднесуточной интенсивности движения возможно только на основе круглогодичных наблюдений с определением законов распределения и дальнейшим прогнозированием интенсивности движения.

Результаты исследований А.Ю. Ваймень, А.В. Каца и И.М. Сливака и др. [13–15] показали вероятностный характер распределения интенсивности в течение суток, дней недели и месяцев года, который изменяется по закону Гаусса (нормальному закону распределения) с временными интервалами со стабильным объемом движения. Исследователи установили, что эти периоды отличаются минимальными коэффициентами вариации и имеют наиболее устойчивую связь со среднесуточной интенсивностью движения, что позволяет снизить возможные расхождения в определении размеров движения.

Следовательно, расчетную среднегодовую суточную интенсивность движения N_c^p (авт./сут) можно определить с заданным уровнем надежности (ОДН 218.046-01) по формуле

$$N_c^p = \bar{N} \cdot (1 \pm t \cdot C_V),$$

где \bar{N} – математическое ожидание среднегодовой суточной интенсивности движения; t – нормируемое отклонение, зависит от заданного уровня надежности; C_V – коэффициент вариации интенсивности движения в течение года.

Реализация такого метода прогнозирования интенсивности движения потребует круглогодичной организации полевых наблюдений за интенсивностью движения с определением законов распределения интенсивности движения с получением коэффициентов вариации интенсивности движения в течение суток, дней недели и месяцев года, что может повысить достоверность полученных значений до соответствующего уровня для решений поставленных инженерных задач.

Библиографический список

1. Толстикова Н.П., Ивасик В.Б. Определение интенсивности движения статистическим методом // Автомобильные дороги – 1988. – № 10. – С. 15–17.
2. Определение суточной интенсивности движения экспресс-способом / Т.А. Шилакадзе, А.А. Левит, В.К. Жданов, Г.К. Бериашвили // Автомобильные дороги. – 1988. – № 6. – С. 15–17.

3. Кожемяко М.В. Методика учета и определения суточной интенсивности движения // Автомобильные дороги и аэродромы. – 1969. – № 6. – С. 22–23.
4. Кац А. В. Соотношение часовой и суточной интенсивности движения // Автомобильные дороги и аэродромы. – 1968. – № 3. – С. 23–24.
5. Ваксман С. А. Допитання внутрішньогодинної нерівномірності завантаження мережі магістральних вулиць // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Киев: Будівельник, 1980. – Вип. 27. – С. 88–90.
6. Краснов Е.С., Борисов А.С. Анализ существующих методов определения фактической интенсивности движения на автомобильных дорогах // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Перм. нац. иссл. политехн. ун-т. – Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политехн. ун-та, 2012. – Т. 2. – С. 261–266.
7. Якимов М.Р., Кандалина Г.Н. Сравнительный анализ различных способов сбора информации об интенсивности транспортных и пешеходных потоков // Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 10. – С. 22–29.
8. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: моногр. – М.: Логос, 2013. – 464 с.
9. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: моногр. – М.: Логос, 2013. – 187 с.
10. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организация движения. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
11. Pfeifer L. Gezielte Ermittlung und Zusammenfassung der Verkehrsbelastung für die Dimensionierung im Strassen // Strasse. – 1980. – No. 11. – P. 364–369.
12. Пузииков А.В. Методика определения интенсивности движения по результатам краткосрочных наблюдений: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11. – Волгоград: Изд-во ВГАСУ, 2006.
13. Ваймень А.Ю., Пихлак И.О. Об определении среднегодовой суточной интенсивности движения на местных дорогах Эстонской ССР // Труды Таллинского политехнического института. – Таллин, 1970. – № 292. – С. 3–10.
14. Кац А.В. Распределение часовой интенсивности движения автомобилей в течение года // Автомобильные дороги и аэродромы. – 1970. – № 2. – С. 21–22.
15. Сливак И.М., Колесникова Э.П. Методика изучения интенсивности движения и транспортных потоков на подходах к городам и промышленным центрам УССР / М-во автомоб. трансп. и шос. дорог УССР. – Киев, 1966. – 33 с.

References

1. Tolstikov N.P., Ivasik V.B. Opredelenie intensivnosti dvizheniia statisticheskim metodom [The definition of traffic intensity statistical method]. *Avtomobil'nye dorogi*, 2011, no. 10, pp. 15-17.
2. Shilakadze T.A., Levit A.A., Zhdanov V.K., Beriashvili G.K. Opredelenie sutochnoi intensivnosti dvizheniia ekspress sposobom [Determination of the daily traffic Express way]. *Avtomobil'nye dorogi*, 1988, no. 6, pp. 15-17.
3. Kozhemiako M.V. Metodika ucheta i opredeleniia sutochnoi intensivnosti dvizheniia [Methodology and definitions daily traffic]. *Avtomobil'nye dorogi i aerodromy*, 1969, no. 6, pp. 22-23.
4. Kats A.V. Sootnoshenie chasovoi i sutochnoi intensivnosti dvizheniia [The ratio of hourly and daily traffic]. *Avtomobil'nye dorogi i aerodromy*, 1968, no. 3, pp. 23-24.
5. Vaksman S.A. Dopitannia vnutrishn'ogodinnoi nerivnomirnosti zavantazhennia merezhi magistral'nikh vulits' [To the question of internally hourly irregularity of the network of main streets]. *Avtomobil'ni dorogi i dorozhne budivnitstvo*. Kiev: Budivel'nik, 1980, no. 27, pp. 88-90.
6. Krasnov E.S., Borisov A.S. Analiz sushhestvujushhih metodov opredelenija fakticheskoj intensivnosti dvizhenija na avtomobil'nyh dorogah [Analysis of existing methods of determining the actual traffic on the roads]. *Modernizacija i nauchnye issledovanija v transportnom komplekse: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii*. Perm, Perm national research polytechnic university, 2012, vol. 2, pp. 261-266.

7. Jakimov M. R., Kandalina G. N. Sravnitel'nyj analiz razlichnyh sposobov sbora informacii ob intensivnosti transportnyh i peshehodnyh potokov [Comparative analysis of various methods of gathering information about the intensity of traffic and pedestrian flows]. *Avtotransportnoe predpriiatie*, 2012, no. 10, pp. 22-29.

8. Trofimenko Yu.V., Yakimov M.R. Transportnoe planirovanie: formirovanie effektivnyh transportnyh sistem krupnyh gorodov: monografiya [Transport planning: the formation of efficient transport systems of large cities: monograph]. Moscow, Logos, 2013, 464 p.

9. Yakimov M.R. Transportnoe planirovanie: sozdanie transportnyh modelej gorodov: monografiya [Transport planning: the creation of transport models of cities: monograph]. Moscow, Logos, 2013, 187 p.

10. Sil'ianov V.V. Teoriia transportnykh potokov v proektirovanii dorog i organizatsiia dvizheniia [Theory of traffic flows in the design of roads and organization of traffic]. Moscow, Transport, 1977.

11. Pfeifer L. Gezielte Ermittlung und Zusammenfassung der Verkehrsbelastung für die Dimensionierung im Strassen. *Strasse*, 1980, no. 11, pp. 364-369.

12. Puzikov A.V. Metodika opredeleniia intensivnosti dvizheniia po rezul'tatam kratkosrochnykh nabliudenii [Method of determining traffic intensity on the results of short term observations]. Abstract of Ph. D. thesis. Volgograd, Institute of Architecture and Civil Engineering of Volgograd State Technical University, 2006.

13. Vaimen' A.Iu., Pikhlak I.O. Ob opredelenii srednegodovoi sutochnoi intensivnosti dvizheniia na mestnykh dorogakh Estonskoi SSR [On the definition average annual daily traffic on local roads of the Estonian SSR]. *Trudy Tallinskogo politekhnicheskogo instituta*. Tallin, 1970, no. 292, pp. 3-10.

14. Kats A.V. Raspredelenie chasovoi intensivnosti dvizheniia avtomobiley v techenie goda [The distribution of hourly intensity of movement of vehicles during the year]. *Avtomobil'nye dorogi i aerodromy*, 1970, no 2, pp. 21-22.

15. Slivak I.M., Kolesnikova E.P. Metodika izucheniia intensivnosti dvizheniia i transportnykh potokov na podkhodakh k gorodam i promyshlennym tsentram USSR [Methods of study of traffic and traffic flows on the approaches to towns and industrial centres of the USSR]. Kiev, Ministerstvo avtomobil'nogo transporta i shosseinykh dorog USSR, 1966, 33 p.

Получено 30.05.2017

E. Krasnov, S. Semenov, N. Mikhailov

ACCURACY OF THE INFORMATION ON INTENSITY AND ROAD TRAFFIC STRUCTURE AS A BASIS FOR RELIABILITY WHEN SOLVING ENGINEERING TASKS

The methods used to account for the traffic intensity, that are based on short-term observations and do not reflect the specifics and patterns of traffic flows distribution within the boundaries of the Perm Krai, are considered in the paper. As a result, there were developed design solutions for the reconstruction, overhaul and repair of highways in the Perm Krai in the absence of reliable information on the intensity and composition of the traffic flow. First of all, the lack of such information affects the quality of design of pavement structure, and such errors may lead to a decrease in its service life or to a significant overexpenditure of road construction materials. At present, there is an acute need for new methods for determining the intensity of the road traffic based on long-term observations, identification of the patterns of road traffic and distribution of traffic flows with further approbation of such methods and their subsequent practical application.

Keywords: traffic intensity, traffic flow, road clothes, strengthening of road structure, highway.

Краснов Евгений Сергеевич (Пермь, Россия) – доцент кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: eskrasnov@rambler.ru).

Семенов Семен Семенович (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: sss84@mail.ru).

Михайлов Никита Юрьевич (Пермь, Россия) – студент кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: nikit.mihailoff2015@yandex.ru).

Krasnov Evgenii (Perm, Russian Federation) – Associate Professor of Department of Roads and Bridges, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: eskrasnov@rambler.ru).

Semenov Semen (Perm, Russian Federation) – Senior lecturer of Department of Roads and Bridges, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: sss84@mail.ru).

Mikhailov Nikita (Perm, Russian Federation) – Student of Department of Roads and Bridges, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: nikit.mihailoff2015@yandex.ru).