

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-2>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/102TVN216.pdf>

DOI: 10.15862/102TVN216 (<http://dx.doi.org/10.15862/102TVN216>)

Статья опубликована 10.05.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Катасонов М.В., Лескин А.И., Кочетков А.В. Методика определения геометрических факторов проезда автомобилями искусственных неровностей // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/102TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/102TVN216

УДК 625.7/.8

Катасонов Максим Викторович

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, Волгоград
Доцент кафедры «Гидротехнические и земляные сооружения»
Кандидат технических наук
E-mail: max.inga@rambler.ru

Лескин Андрей Иванович

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, Волгоград
Доцент кафедры «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений»
Кандидат технических наук
E-mail: leskien@inbox.ru

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, Пермь
Доктор технических наук, профессор
E-mail: soni.81@mail.ru

Методика определения геометрических факторов проезда автомобилями искусственных неровностей

Аннотация. В статье приводится методика расчета геометрических факторов беспрепятственного проезда искусственных неровностей, в зависимости от дорожного просвета, углов свеса транспортного средства и задевание днищем автомобиля неровностей различных форм и размеров. Геометрические факторы проезда искусственных неровностей, оказывают значительное влияние, при вопросах их проектирования, связанных с определением конфигурации и размеров неровностей. Результаты: предложенная методика физико-математического моделирования геометрической проезжаемости искусственных неровностей, теоретически подтверждает требования к их проектированию. Предложенная методика математического моделирования геометрической проезжаемости искусственных неровностей, теоретически подтверждает требования к их проектированию. На основании данной методики, разработана модель определения вида неровностей, в зависимости от дорожного просвета и углов свеса.

Ключевые слова: геометрическая проезжаемость; центробежное ускорение; искусственная неровность; автомобильная дорога; транспортное средство; колесо; дорожное покрытие; скорость; клиренс; проезд

Введение

Геометрические факторы проезда искусственных неровностей, оказывают значительное влияние, при вопросах их проектирования, связанных с определением конфигурации и размеров неровностей. Скорость, при которой будет обеспечен безопасный проезд транспортных средств этих неровностей, регламентирует геометрические факторы, под которыми понимается выбор оптимальных максимальных и минимальных размеров искусственных неровностей.

Для этого должны быть соблюдены следующие моменты: обеспечен проезд по дорожному просвету (клиренсу), обеспечен проезд по заднему и переднему углу свеса, обеспечен беспрепятственный проезд автомобиля неровностей различных форм и размеров, исходя из точки зрения задевания днищем автомобиля этих неровностей.

Постановка задачи

Для решения данных вопросов, предлагается следующая методика проведения расчетов. Расчет будет производиться по следующим критериям: динамике и геометрии взаимодействия автомобиль-неровность.

Предположим, что при контакте транспортного средства с неровностью со скоростью 10-15 км/ч, его деформация настолько минимальна, что ею можно пренебречь.

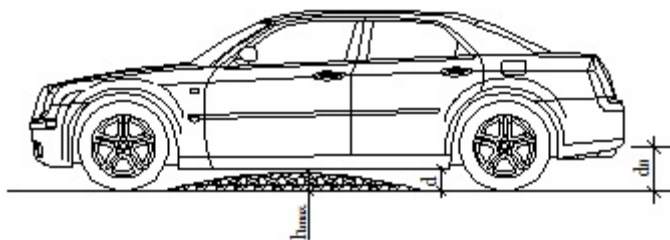


Рисунок 1. Схема проезда автомобиля неровности исходя из расчета его дорожного просвета: d_0 – статический ход; h – максимальная высота неровности; d – дорожный просвет

Как видно из рис. 1, необходимо соблюдение следующего условия

$$h \leq d_0. \quad (1)$$

В связи с тем, что деформации имеют место, но они не значительны, предлагается рассмотреть рабочий ход подвески, вместо статического хода, а также запас хода для обеспечения безопасного проезда, имея в виду деформации кузова, равный $0,05d_0$.

$$h \leq d - d_p \cdot (1 + 0,05) \quad (2)$$

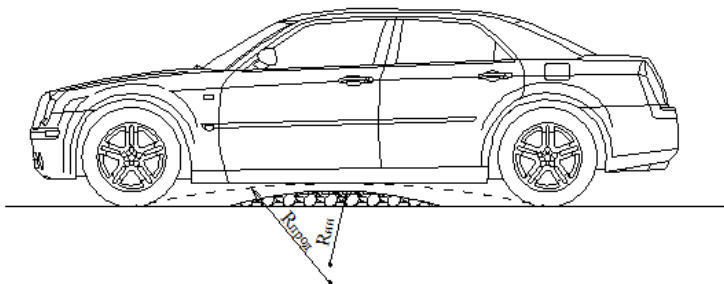


Рисунок 2. Схема проезда автомобиля неровности исходя из расчета его продольного радиуса

Методика решения

Проезд автомобилем искусственной неровности исходя из условия его проходимости по продольному радиусу обеспечивается, если продольный радиус проезда транспортного средства меньше либо равен радиусу неровности. Без соблюдения данного условия, проезд обеспечивается, если продольный радиус транспортного средства меньше радиуса неровности.

Еще одним из условий проезда автомобилем искусственной неровности, является проверка по углу свеса. Для этого необходимо сменить стандартную схему (рис. 3) на геометрическую (рис. 4, 5).

Расчет производится исходя из следующих предположений:

- дорожный просвет берется как расстояние между дорожным покрытием и задним мостом;
- дугу окружности N_1N_2 примем равной отрезку O_1O_2 .

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{h}{L} \cdot 2, \quad (3)$$

отсюда $\alpha \geq \beta \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha \geq \operatorname{tg}\beta,$ (4)

$$\frac{O_4O_2}{O_4M_1} \geq \frac{h}{L} \cdot 2. \quad (5)$$

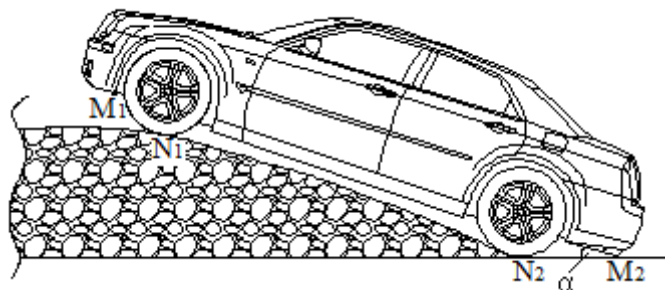


Рисунок 3. Схема проезда неровности исходя из расчета угла свеса автомобиля

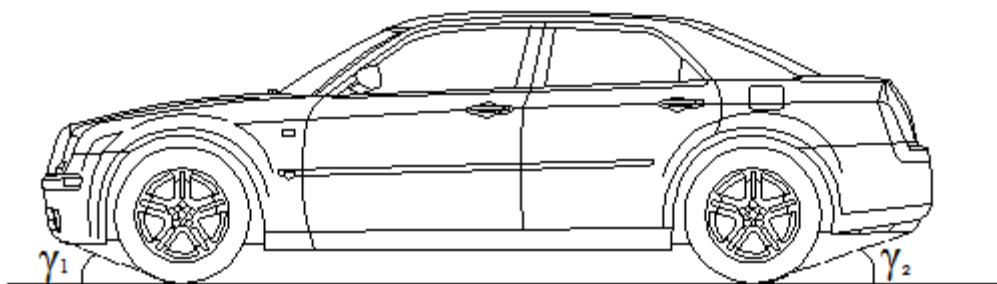


Рисунок 4. Схема передних γ_1 и задних γ_2 углов свеса автомобиля ($\alpha=90^\circ-\gamma_2$)

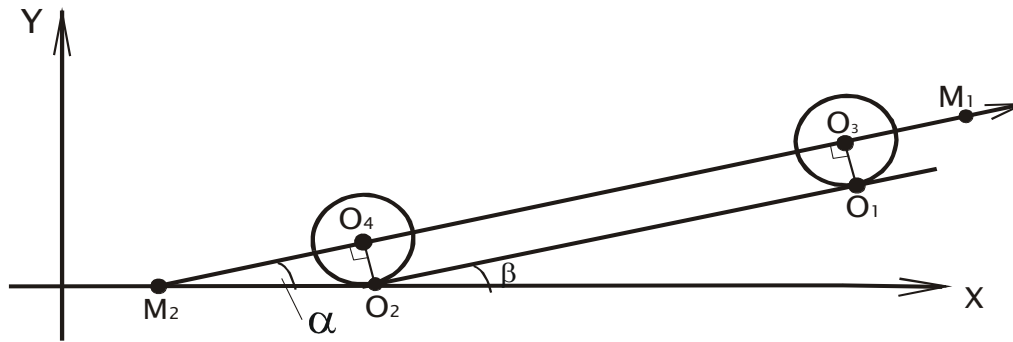


Рисунок 5. Геометрическая схема проезда неровности при расчете углов свеса

Исходя из условий безопасного проезда значение $\text{tg}\beta$ повышаем на 0,05, т.е.:

$$\frac{d}{O_4 \cdot M_1} \geq 2,1 \frac{h}{L} \quad (6)$$

Аналогичным образом, производим расчет для переднего угла свеса:

$$\frac{d}{O_3 \cdot M_1} \geq 2,1 \frac{h}{L}, \quad (7)$$

$$\text{tg}\gamma \geq 2,1 \frac{h}{L}. \quad (8)$$

Так как искусственные неровности присутствуют на участках дорог трапециевидальной формы, имеет место также провести расчет данных неровностей по заднему и переднему углу свеса. Ранее приведенная формула 8 справедлива для расчетов при условиях полного контакта днища автомобиля с неровностью (рис. 6) и касания им же угла неровности (рис. 7).

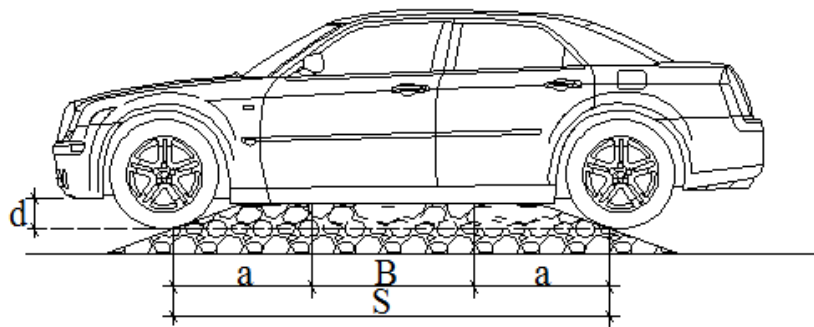


Рисунок 6. Схема для расчета неровностей трапециевидальных форм при условии полного контакта днища автомобиля с неровностью

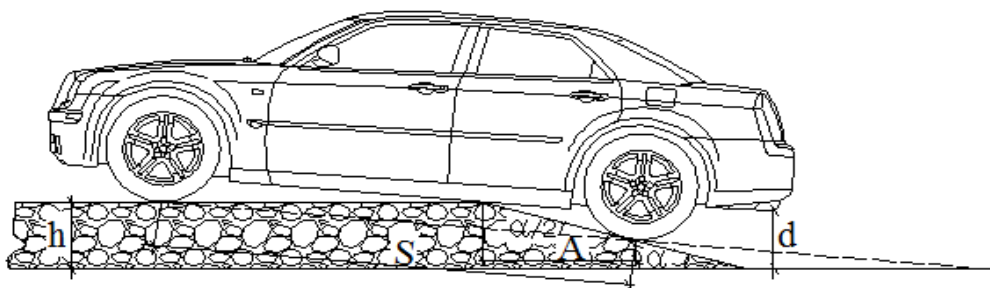


Рисунок 7. Схема для расчета неровностей трапециевидальных форм при условии касания днища автомобиля угла неровности

Из рисунка 7 видно, что:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \leq \frac{2 \cdot d}{S}. \quad (9)$$

В связи с тем, что угол $\alpha < 15^\circ$, заменим $\operatorname{tg} \alpha/2$ на $h/2A$. Следовательно, имеем:

$$\frac{h}{A} \leq \frac{4 \cdot d}{S} \quad (10)$$

Далее, из рис. 6 вытекает, что:

$$B \leq S - \frac{2 \cdot d}{\operatorname{tg} \alpha} \Rightarrow \frac{h}{a} \leq \frac{2 \cdot d}{S - B}. \quad (11)$$

Следовательно, величина дорожного просвета, углы свеса автомобиля и колесная база напрямую зависят от длины площадки B неровности и отношения $\frac{h}{a}$.

Примеры расчета

Если необходимо произвести динамический расчет, то следует принять во внимание следующие моменты:

- в результате проезда автомобилем искусственной неровности, исключить потерю сцепления колес автомобиля с дорогой;
- исключить пробой подвески и неприятное ощущение для водителей и пассажиров в результате проезда автомобилем неровностей в точках сопряжения таковых с дорогой, задними и передними колесами.

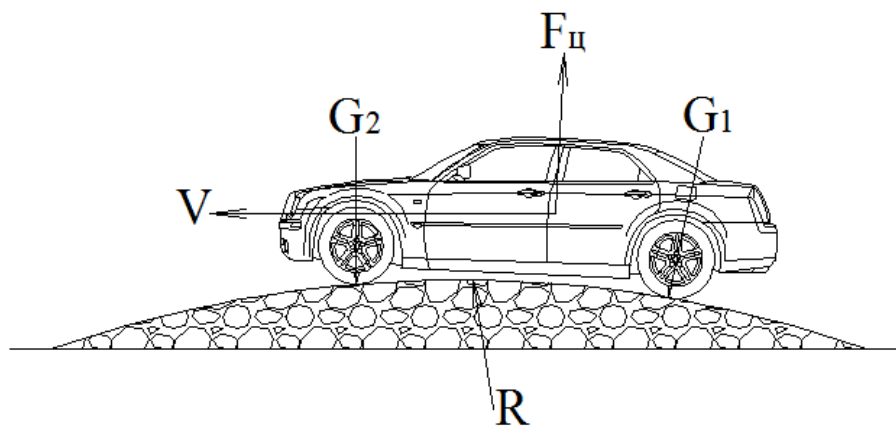


Рисунок 8. Схема динамического расчета проезда автомобилем неровностей цилиндрического сечения и сил действующих на него

1. Исходя, из обеспечения первого условия для искусственных неровностей цилиндрического сечения, получим:

$$G_1 + G_2 = m_a \cdot g \quad (12)$$

$$F_{ц} = \frac{m_a \cdot V_a^2}{R_{инпч}} \quad (13)$$

$$F_{ц} \leq m_a \cdot g \quad (14)$$

$$\frac{m_a \cdot V_a^2}{R_{инпч}} \leq m_a \cdot g \quad (15)$$

$$R_{инпч} \geq \frac{V_a^2}{g} \quad (16)$$

В связи с тем, что размеры искусственных неровностей и длительность проезда по ним невелики, следовательно, знак неравенства меняется на знак равенства.

$$R_{инпч} = \frac{V_a^2}{g} \quad (17)$$

При движении транспортных средств по гипернеровностям, происходит ощущение невесомости, хотя оно является субъективным, потому, что в связи с высокими скоростными режимами 120 км/ч по участкам дорог с радиусами 1100 м и неимением выпуклых кривых, порог центробежной силы достигает значения 1 g. Нашей целью является, расчет параметров искусственных неровностей, для определения потери сцепного веса, чтобы он составлял до 25% и изменение центробежного ускорения, происходило на величину не менее 0,4. Все эти условия необходимы, для соблюдения норм безопасности (отклонение сцепного веса от нормального должно быть не менее 0,75%, при расчете торможения автомобиля) и ощущение у водителя потери управляемости транспортным средством.

Для проведения расчетов вводим следующие допущения:

- величина расчетной скорости $V_{расч}=120$ км/ч;
- величина центробежного ускорения $\Delta a_{расч}=0,4g=3,924$ м/с²;
- величина потери сцепного веса $\Delta P_{расч}=0,25P_{расч}$;
- длина гипернеровности $l \approx 300$ м;
- длина выпуклой части гипернеровности $l_{вып} \approx 50$ м.

В связи с тем, что гипернеровности используются только на автомагистралях, на которых продольный уклон не более 30‰ и небольшие уклоны, допустим, отсутствие сопряжения прямых с выпуклыми и вогнутыми кривыми, а также приравняем к нулю, значения продольных уклонов проезжей части.

$$\Delta a_{ц} = 0.15 \cdot g = 1,472 \frac{м}{с^2} \text{— для вогнутой кривой,} \quad (18)$$

$$\Delta a_{ц} = 0.25 \cdot g = 2,453 \frac{м}{с^2} \text{— для выпуклой кривой,} \quad (19)$$

$$R_{вогн} = \frac{V^2}{\Delta a_{ц}} = \frac{33,333^2}{1,472} \approx 755 м, \quad (20)$$

$$R_{вып} = \frac{V^2}{a_{ц}} = \frac{33,333^2}{2,453} \approx 453 м. \quad (21)$$

Рассчитаем геометрические параметры искусственных неровностей:

T=125 м, B=10,1 м – для вогнутой кривой;

T= 25 м, B=0,69 м – для выпуклой кривой.

При условиях отсутствия выпуклых кривых и резкого увеличения центробежного ускорения, равного $0,1g$, можно сделать расчет для более мягких условий. В таком случае, формула, объединяющая в себе рост центробежного ускорения, скорость и радиусы выпуклых и вогнутых кривых, будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{R_{\text{вогн}} + R_{\text{вып}}}{R_{\text{вогн}} \cdot R_{\text{вып}}} = \frac{\Delta a_c}{V_{\text{расч}}}. \quad (22)$$

Обсуждение результатов

Если учесть психофизиологию водителя, для вогнутых кривых следует принять отгон в разы больше, чем для выпуклых, в связи с привыканием водителя на предмет увеличения веса.

Сегодняшние реалии таковы, что скоростные режимы автомобилей на автомагистралях увеличиваются до 150-180 км/ч, поэтому радиусы круговых кривых искусственных неровностей могут достигать значений до 2500 м.

В связи с тем, что повсеместно происходит сокращение затрат на строительство, а также для придания автомобильной дороге ландшафтной плавности, следует создать искусственные неровности с изменяемой кривизной (линейной и нелинейной) в продольном профиле.

Выводы

Предложенная методика математического моделирования геометрической проезжаемости искусственных неровностей, теоретически подтверждает требования к их проектированию. На основании данной методики, разработана модель определения вида неровностей, в зависимости от дорожного просвета и углов свеса.

Дополнительные материалы по теме исследования содержатся в [14-17].

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильные дороги: безопасность, экологические проблемы, экономика (российско-германский опыт) / Под ред. В.Н. Луканина, К.-Х. Ленца. – М.: Логос. 2002. – 624 с.
2. Григоренко Л.В., Колесников В.С. Динамика автотранспортных средств. Теория, расчет передающих систем и эксплуатационно-технических качеств. – Волгоград: Комитет по печати и информации. 1998. – 544 с.
3. Бабков В.Ф. Принудительное ограничение скорости движения в населенных пунктах // Проектирование автомобильных дорог и безопасность движения. Сб. научных трудов МАДИ. - М., 1993. - С. 97-114.
4. Лукинский В.С., Зайцев Е.И. Прогнозирование надежности автомобилей. – Л.: Политехника. 1991. – 222 с.
5. Раймпель, Йорнсен. Шасси автомобиля. Конструкции подвесок. – М.: Машиностроение. 1989. – 326 с.
6. Артамонов М.Д., Иларионов В.А., Леорин М.М. Основы теории и конструкции автомобиля. – М.: Машиностроение. 1974. – 288 с.

7. Говорущенко Н.Я. Исследование влияния высоты, формы неровностей и скорости движения автомобилей на относительные перемещения кузова и колес // Автомобильный транспорт. 1964. - №1.
8. Подвеска автомобиля. Сборник статей. Изд-во Академии наук СССР, Москва, 1951.
9. Ротенберг Р.В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда. – М.: Машиностроение, 1986. – 216 с.
10. Die Straße im Stadt und Dorf, Heft Nr. 113, 1985.
11. Empfehlungen für die Anlage von Erschliessungsstrassen. EAE 85/95 Ausgabe 1985. – 112 s.
12. Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen: «Planungslinweise zur Verkehrsberuhigung» 2. Entwurf M rz 1980.
13. Merkblatt über bauliche Massnahmen zur Verkehrsberuhigung. FGSV, 1994. – 28 s.
14. Техническое нормирование габаритов приближения автомобильных дорог / Анохин Б.Б., Кочетков А.В. Грузовик. 2015. №9. С. 27-34.
15. Определение динамических характеристик процесса взаимодействия транспортных средств с накопленными неровностями автомобильных дорог / Кочетков А.В., Беляев Д.С., Шашков И.Г. Интернет-журнал Науковедение. 2013. №4 (17). С. 35.
16. Прямой метод оценки взаимодействия колеса транспортного средства и неровностей дорожного покрытия / Кочетков А.В., Беляев Д.С., Шашков И.Г. Интернет-журнал Науковедение. 2013. №4 (17). С. 38.
17. Методические основы гармонического анализа круглограмм / Захаров О.В., Погораздов В.В., Кочетков А.В. Метрология. 2004. №6. С. 3.

Katsonov Maksim Viktorovich

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Volgograd
E-mail: max.inga@rambler.ru

Leskin Andrey Ivanovich

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Volgograd
E-mail: leskien@inbox.ru

Kochetkov Andrey Viktorovich

Perm national research polytechnical university, Russia, Perm
E-mail: soni.81@mail.ru

Technique of definition of geometrical factors of journey by cars of the artificial roughnesses

Abstract. The method of calculation of geometrical factors of free journey of humps, depending on a road gleam, corners of a sves of the vehicle and a zadevaniye by the bottom of the car of roughnesses of various forms and the sizes is given in article. Geometrical factors of journey of humps, have considerable impact, at the questions of their design connected with definition of a configuration and the extent of roughnesses. Results: the offered technique of mathematical modeling of geometrical ability of journey of humps, theoretically confirms requirements to their design. the offered technique of mathematical modeling of geometrical ability of journey f humps, theoretically confirms requirements to their design. On the basis of this technique, the model of definition of a type of roughnesses, depending on a road gleam and corners of a sves is developed.

Keywords: geometrical ability of journey; centrifugal acceleration; hump; highway; vehicle; wheel; paving; speed; clearance; journey

REFERENCES

1. Avtomobil'nye dorogi: bezopasnost', ekologicheskie problemy, ekonomika (rossiysko-germanskii opyt) / Pod red. V.N. Lukanina, K.-Kh. Lentsa. – M.: Logos. 2002. – 624 s.
2. Grigorenko L.V., Kolesnikov V.S. Dinamika avtotransportnykh sredstv. Teoriya, raschet peredayushchikh sistem i ekspluatatsionno-tekhnicheskikh kachestv. – Volgograd: Komitet po pechati i informatsii. 1998. – 544 s.
3. Babkov V.F. Prinuditel'noe ogranichenie skorosti dvizheniya v naselennykh punktakh // Proektirovanie avtomobil'nykh dorog i bezopasnost' dvizheniya. Sb. nauchnykh trudov MADI. - M., 1993. - S. 97-114.
4. Lukinskiy V.S., Zaytsev E.I. Prognozirovaniye nadezhnosti avtomobiley. – L.: Politekhnik. 1991. – 222 s.
5. Raympel', Yornsen. Shassi avtomobilya. Konstruktsii podvesok. – M.: Mashinostroenie. 1989. – 326 s.
6. Artamonov M.D., Ilarionov V.A., Leorin M.M. Osnovy teorii i konstruktsii avtomobilya. – M.: Mashinostroenie. 1974. – 288 s.
7. Govorushchenko N.Ya. Issledovaniye vliyaniya vysoty, formy nerovnostey i skorosti dvizheniya avtomobiley na otnositel'nye peremeshcheniya kuzova i koles // Avtomobil'nyy transport. 1964. - №1.
8. Podveska avtomobilya. Sbornik statey. Izd-vo Akademii nauk SSSR, Moskva, 1951.
9. Rotenberg R.V. Osnovy nadezhnosti sistemy voditel' – avtomobil' – doroga – sreda. – M.: Mashinostroenie, 1986. – 216 s.
10. Die Straße im Stadt und Dorf, Heft Nr. 113, 1985.
11. Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstrassen. EAE 85/95 Ausgabe 1985. – 112 s.
12. Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen: «Planungslinweise zur Verkehrsberuhigung» 2. Entwurf M rz 1980.
13. Merkblatt über bauliche Massnahmen zur Verkehrsberuhigung. FGSV, 1994. – 28 s.
14. Tekhnicheskoe normirovaniye gabaritov priblizheniya avtomobil'nykh dorog / Anokhin B.B., Kochetkov A.V. Gruzovik. 2015. №9. S. 27-34.
15. Opredeleniye dinamicheskikh kharakteristik protsessa vzaimodeystviya transportnykh sredstv s nakoplennymi nerovnostyami avtomobil'nykh dorog / Kochetkov A.V., Belyaev D.S., Shashkov I.G. Internet-zhurnal Naukovedenie. 2013. №4 (17). S. 35.
16. Pryamoy metod otsenki vzaimodeystviya koleasa transportnogo sredstva i nerovnostey dorozhnogo pokrytiya / Kochetkov A.V., Belyaev D.S., Shashkov I.G. Internet-zhurnal Naukovedenie. 2013. №4 (17). S. 38.
17. Metodicheskie osnovy garmonicheskogo analiza kruglogramm / Zakharov O.V., Pogorazdov V.V., Kochetkov A.V. Metrologiya. 2004. №6. S. 3.