

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДОРОГ ТИПА «STONE-ROAD»

Вахидов У. Ш., Макаров В. С., Беляков В. В.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, Россия (603950, ГСП-41, Н.Новгород, ул. Минина, д.24), e-mail: makvl2010@gmail.com

В статье рассматриваются дороги типа «stone-road». Приводится их классификация по различным признакам: по происхождению (естественная и искусственная), характеру опорного основания (накатанная и чисто каменная), размеру камней (мелкие камни, камни, сопоставимые с размерами движителя, дороги с камнями, сопоставимыми с размерами транспортного средства); форме камней (неправильной и округлой формы), наличию воды (сухая и мокрая «stone-road») и углу уклона опорного основания. Приводится пример записанного микропрофиля поверхности движения, на примере поймы реки Валерик. Показаны его нормированные величины, а также графики корреляционных функций. По представленным данным показана иллюстрация модели «stone-road», полученной при математическом моделировании, необходимой для анализа влияния неровностей дороги на ходовые системы машин.

Ключевые слова: дорога типа «stone-road», микропрофиль.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE ROAD TYPE «STONE-ROAD»

Vakhidov U. SH., Makarov V. S., Belyakov V. V.

Nizhny Novgorod State Technical University. R. E. Alekseyev, Nizhny Novgorod, Russia (603950, Nizhny Novgorod, street Minin, 24), e-mail: makvl2010@gmail.com

In article stone-road type roads are considered. Their classification by various signs is given: by origin (natural and artificial), on character of the basic base (rolled and purely stony), on the size of stones (small stones, stones comparable to the sizes of propulsion device, are expensive with stones comparable to the sizes of a vehicle), a form of stones (irregular and roundish form), on availability of water (dry and wet «stone-road») and a corner of a bias of the basic base. Valerik is given an example the written-down microprofile of movement, on an example of a flood plain of the river Valerik. Its normalized sizes, and also schedules of correlation functions are shown. According to the presented data the illustration of the stone-road model received is shown at the mathematical modeling, necessary for the analysis of influence of roughnesses of the road on running systems of cars.

Key words: road type «stone-road», microprofile.

«Stone road» можно перевести как каменная дорога. Еще до появления асфальтобетонных покрытий все дороги были вымощены камнем, так во многих старых городах и по сей день некоторые улочки сделаны из подогнанных друг к другу камней (рис. 1). Сюда можно и отнести брусчатку (рис. 2).

Однако наибольший интерес представляют «stone-road» естественного происхождения.

Образования каменных дорог наблюдаются при вполне конкретных условиях, а именно они расположены в горной местности. Обладая достаточной несущей способностью, (так как присутствует твердое основание) движение по данному типу дорог во многих случаях (в период весенне-осенней распутицы) остается порой единственным способом передвижения.



Рис. 1. Булыжная мостовая



Рис. 2. Каменная брусчатка

Можно выделить различные типы «stone-road». Для районов со «старыми» горами, покрытыми некоторой растительностью или лесами, специфический характер каменной дороги будет проявляться только на накатанном участке пути (рис. 3). Также можно выделить дороги, полностью представляющие из себя сочетание камней разных размеров (рис. 4).



Рис. 3. Накатанная гравийно-щебневая дорога



Рис. 4. Пойма реки (замер микропрофиля)
[2, 3]

Также можно сделать разделение по размеру каменных включений. Это мелкие камни (рис. 4), камни, сопоставимые с размерами движителя (рис. 5, а), и дороги с камнями, сопоставимыми с размерами транспортного средства (рис. 5, б).



а



б

Рис. 5. Движение транспортного средства: *а* – по камням, сопоставимым с размерами движителя; *б* – по камням, сопоставимым с размерами транспортного средства.

Помимо абсолютных размеров можно выделить два типа «stone-road»: дороги с камнями неправильной формы (рис. 6) и камнями округлой формы (рис. 7).



Рис. 6. Курумы Южного Урала

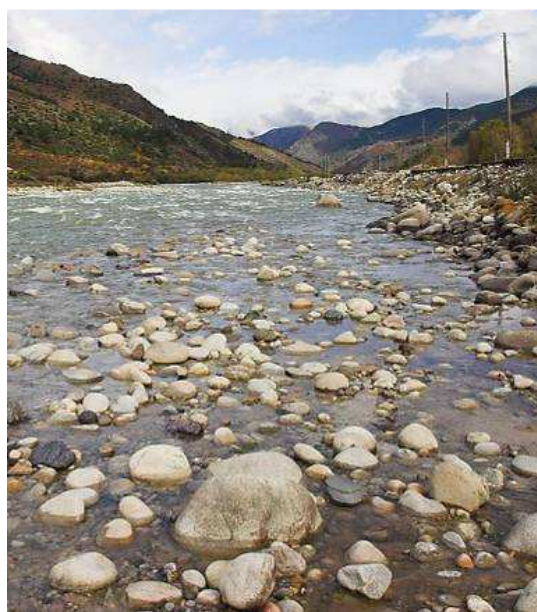


Рис. 7. Пойма реки Северного Кавказа

Наличие камней округлой формы может быть характерно для пойм рек (в том числе и уже пересохших). Поэтому можно выделить еще две значительные разновидности каменных дорог: сухая (рис. 8) и мокрая (рис. 9) «stone-road» [4].



Рис. 8. Сухая дорога типа «stone-road»



Рис. 9. Мокрая дорога типа «stone-road»

Так как формирование дорог данного типа характерно для горных районов, то чем больше угол наклона опорного основания к горизонту, тем больше размер каменистых включений (на рис. 10 это хорошо видно); хотя могут наблюдаться и большие глыбы на вполне пологих местах, данное явление можно объяснить, например, особенностями движения ледника.



Рис. 10. Пойма реки (поверхность движения типа «stone-road»)

Классификация «stone-road» представлена ниже [5].

1. *по происхождению*: естественная, искусственная;
2. *по характеру опорного основания*: накатанная, каменистая;
3. *по размеру камней*: мелкие камни, камни, сопоставимые с размерами движителя, дороги с камнями, сопоставимыми с размерами транспортного средства;
4. *по форме камней*: с камнями неправильной формы, с камнями округлой формы;
5. *по наличию воды*: сухая «stone-road», мокрая «stone-road»;
6. *по углу уклона опорного основания*.

Рассмотрим методику обработки замеров профиля продольного сечения трасс движения. Одним из показателей микропрофиля «stone-road» будет угол наклона поверхности движения. Однако на практике его измерить проблематично. Целесообразно производить замеры, выставив нивелир в горизонт, а при обработке данных учесть это (на рис. 11 приведен пример микропрофиля и его аппроксимационной линейной зависимости, по которой можно легко определить угол наклона опорного основания). На рис. 12 показаны значения нормированного микропрофиля, по которому можно определить корреляционную функцию (рис. 13).

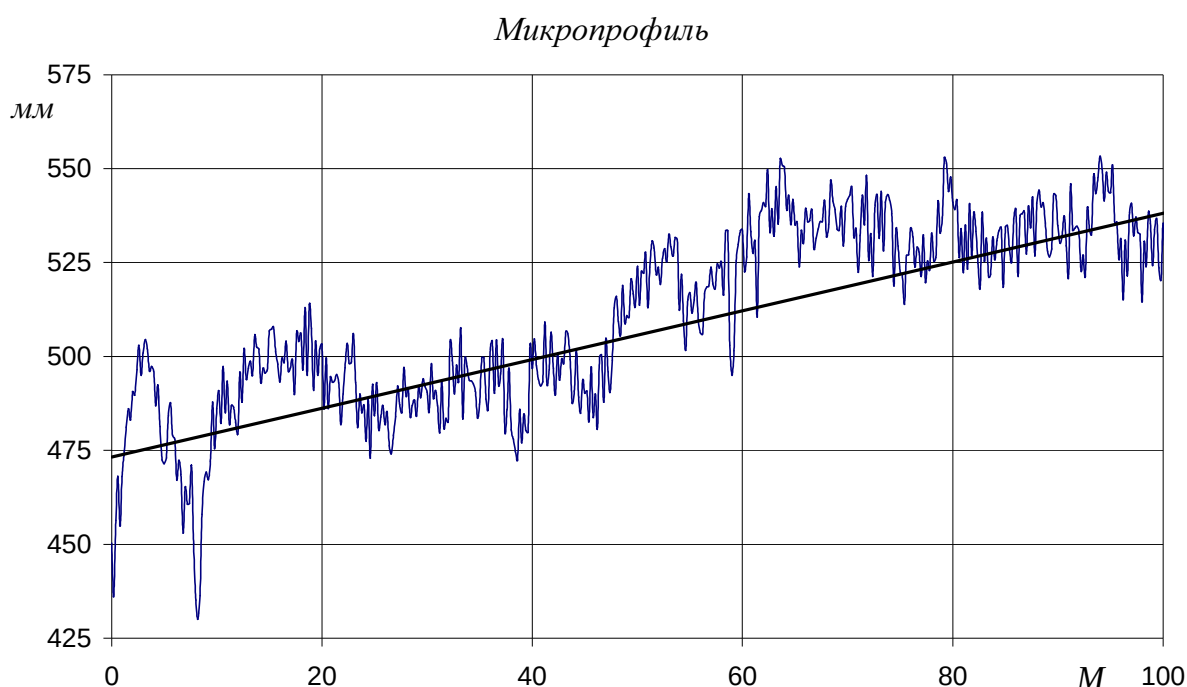


Рис. 11. Микропрофиль «stone-road» поймы реки Валерик (Чеченская республика) и его линейная аппроксимация

Микропрофиль нормированный

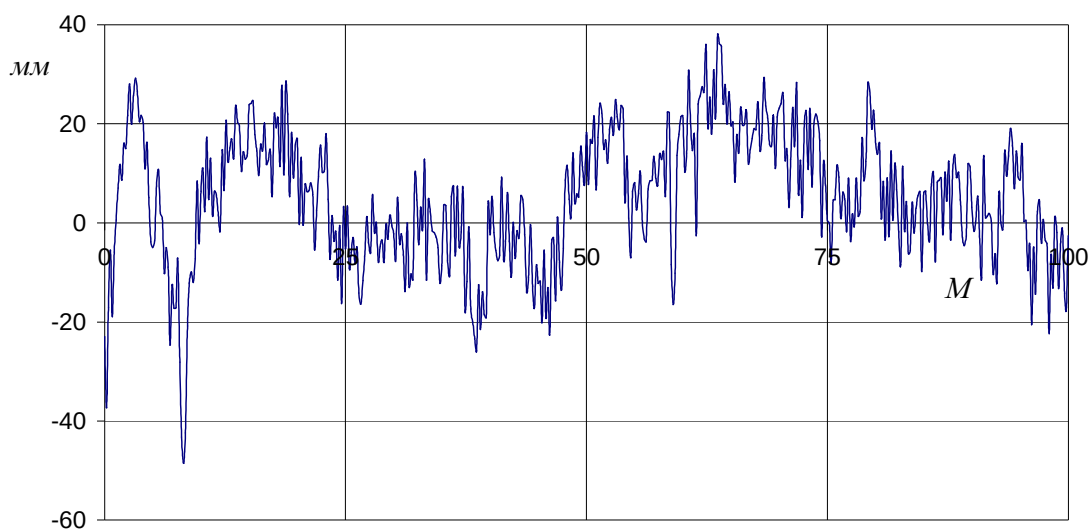


Рис. 12. Нормированный микропрофиль поймы реки Валерик

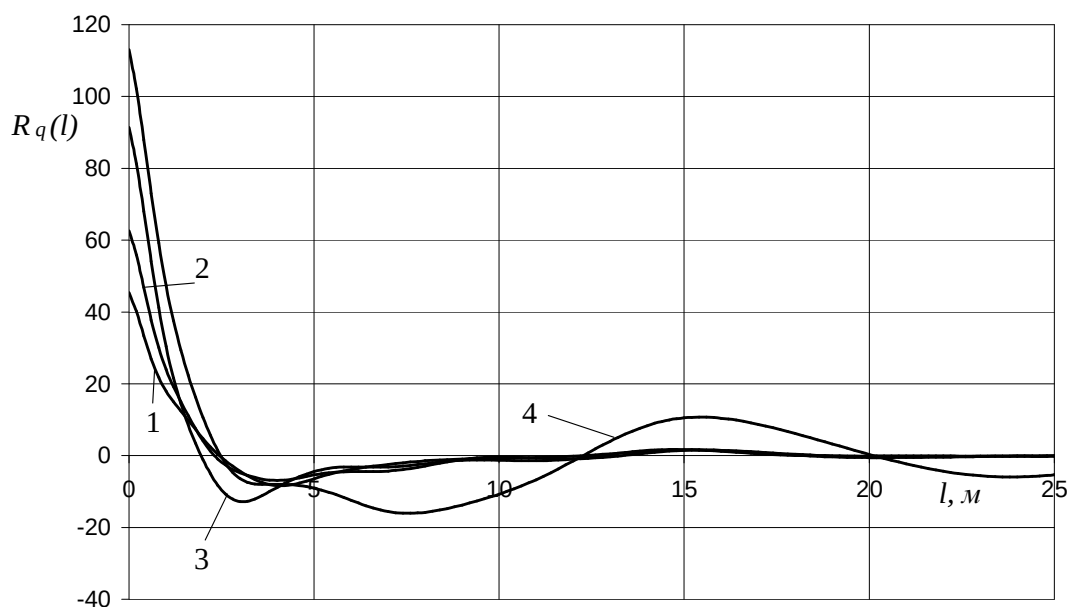


Рис.13. Графики корреляционной функции, поверхности поймы реки в зависимости от угла наклона опорного основания: 1 – угол наклона 0,05 рад, 2 – угол наклона 0,10 рад, 3 – угол наклона 0,15 рад, 4 – угол наклона 0,20 рад

Как видно из графиков, дороги типа «stone-road» характеризуются большей частотой процесса, наряду с большими значениями амплитуд.

Данные значения могут быть использованы при компьютерном моделировании трасс движения типа «stone-road». Преобладающие частоты неровностей берутся из

корреляционных зависимостей, а максимальные высоты неровностей определяются по правилу «трёх средних квадратичных отклонений». В результате данные по высотам неровностей будут представлены в виде суммы гармоник разной частоты и амплитуды (рис. 14) [1].

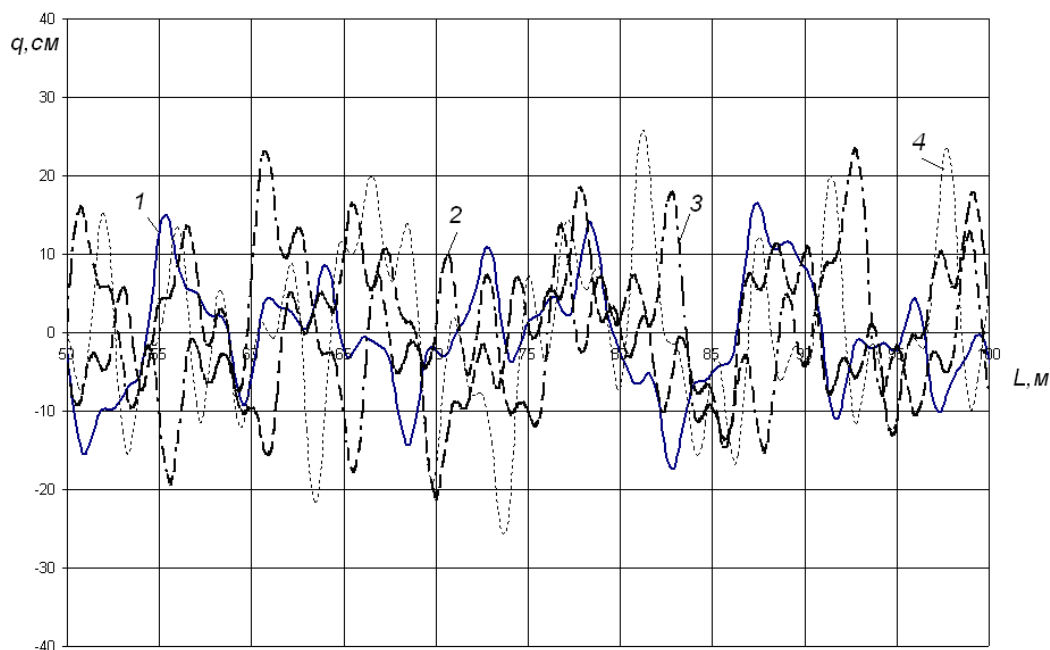


Рис. 14. Смоделированный микропрофиль дорог типа «stone-road»: 1 – для угла наклона 0,05 рад, 2 – для угла наклона 0,10 рад, 3 – для угла наклона 0,15 рад, 4 – для угла наклона 0,20 рад

Представленная классификация и зависимости позволят систематизировать и дать более полное описание дорогам типа «stone-road», что может быть использовано для грамотного выбора ходовых параметров систем транспортных средств, приспособленных для эксплуатации в горной местности.

Список литературы:

1. Беляков В. В. Подвижность специальных транспортных средств по дорогам типа «stone-road» / В. В. Беляков, У. Ш. Вахидов, Д. А. Галкин, А. С. Зайцев, Е. М. Кудряшов, В. С. Макаров // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2012. – № 1. – С. 35-38.
2. Вахидов У. Ш., Беляков В. С., Макаров В. С. Моделирование трасс движения транспортных средств, характерных для территории Северного Кавказа // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2011. – № 7. – С. 24-26.
3. Вахидов У. Ш., Макаров В. С., Беляков В. С. Определение характеристик микропрофиля в поймах рек Северного Кавказа // Интеллектуальные системы в производстве. – 2011. – № 1. – С. 82-87.

4. Вахидов У. Ш. Транспортно-технологические проблемы Северного Кавказа / В. В. Беляков, У. Ш. Вахидов, Ю. И. Молев. – Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2009. – 387 с.
5. Макаров В. С., Гончаров К. О., Беляков В. В. Математическое моделирование трасс движения транспортных средств на примере дорог типа «stone-road» // Известия Академии инженерных наук РФ им. акад. А. М. Прохорова. Юбилейный том, посвященный 20-летию Академии инженерных наук РФ / Под ред. Ю. В. Гуляева. – М.; Н. Новгород: НГТУ, 2011. – С. 129-134

Рецензенты:

Льянов М. С. д.т.н., профессор, декан Автомобильного факультета ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет», г. Владикавказ.

Мамити Г. И. д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автомобили» Автомобильного факультета ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет», г. Владикавказ.