

О ВЗАИМОСВЯЗИ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДОЛЬНОЙ РОВНОСТИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Канд. техн. наук **Н.А. Лушников**,
канд. техн. наук **П.А. Лушников**
(ФАУ «РОСДОРНИИ»)

Контакт. информация: lab@rosdornii.ru;
p.lushnikov@rosdornii.ru

В статье рассмотрены вопросы использования ряда показателей для оценки продольной ровности дорожных покрытий. Приведены результаты сравнения измерений ровности по международному индексу ровности (IRI) и просветам под трехметровой рейкой на различных участках автомобильных дорог. Получены соотношения, показывающие связь между этими показателями, и приведены примеры, иллюстрирующие разницу между ними.

Ключевые слова: дорожное покрытие, ровность, международный индекс ровности (IRI), трехметровая рейка, высотные отметки.

Для контроля продольной ровности нижних слоев дорожной одежды при строительстве и реконструкции автомобильных дорог используются следующие показатели [1]:

- разность высотных отметок;
- просветы под трехметровой рейкой.

При оценке ровности покрытия на стадии эксплуатации дороги к указанным показателям добавляется международный индекс ровности *IRI* (англ. International Roughness Index) [1-5].

Каждый из упомянутых выше показателей позволяет контролировать неровности в определенном диапазоне длин волн. *Разность высотных отметок* характеризует неровности в диапазоне приблизительно от 10 до 50 м; *просветы под трехметровой рейкой* – от 1 до 5 м; *IRI* – от 1 до 20 м. Короткие неровности влияют как на *IRI*, так и на просветы под рейкой, поэтому между ними существует определенная связь [2,4,5].

Во избежание ситуаций, когда на нижних слоях дорожной одежды, где для контроля коротких неровностей используется рейка, ровность соответствует нормам, а при устройстве покрытия требования

норм для показателя *IRI* не выполняются, необходима определенная увязка этих показателей.

В данной статье рассмотрены экспериментальные данные, полученные в результате измерения ровности на различных участках автомобильных дорог за последние 15 лет. На основе их анализа получены соотношения между рассматриваемыми показателями ровности. Эти данные могут быть использованы при выработке требований к показателям продольной ровности покрытия дорожной одежды.

На **рис. 1** приведены результаты сравнения измерений показателя *IRI* и просветов под трехметровой рейкой на различных участках автомобильных дорог. Точками на рисунке изображены экспериментальные данные, средняя прямая линия получена по методу наименьших квадратов. На графике хорошо просматривается значительный разброс экспериментальных данных: средний разброс составляет $\pm 0,5$, а максимальный достигает приблизительно одной единицы *IRI*. Коэффициент корреляции составляет 0,85.

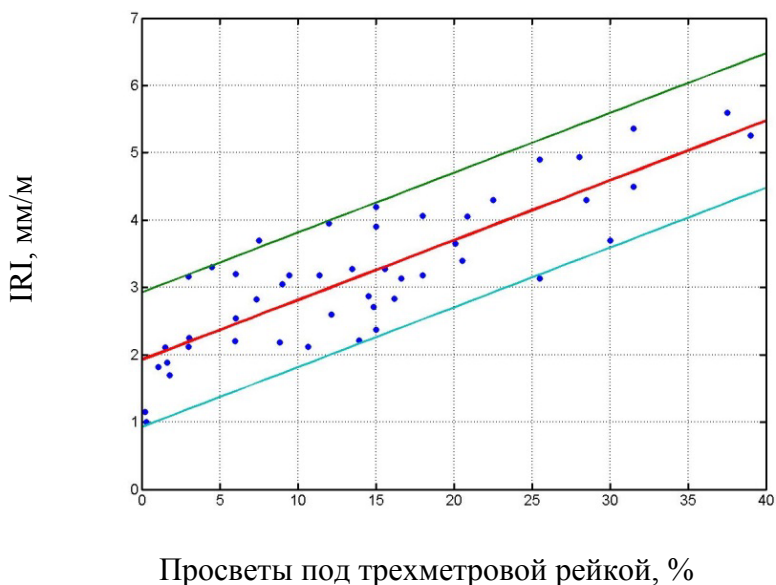


Рис. 1. Результаты измерений ровности по *IRI* и по методу трехметровой рейки на различных участках дорог (на горизонтальной оси отложен процент просветов под рейкой, превышающих 3 мм; шаг приложения рейки – 3 м. Точками изображены экспериментальные данные. Средняя прямая линия получена по методу наименьших квадратов. Верхняя и нижняя прямые служат примерной границей поля точек.)

Экспериментальные точки, изображенные на **рис. 1**, находятся в пределах некоторой полосы, поэтому соотношение, которому удовлетворяют рассматриваемые показатели, можно записать в виде следующего неравенства:

$$0,089 \cdot P + 0,92 \leq IRI \leq 0,089 \cdot P + 2,92 , \quad (1)$$

где

P – процент просветов под трехметровой рейкой, превышающих 3 мм, с шагом приложения рейки – 3 м.

Уравнение корреляционной зависимости между показателями имеет вид:

$$IRI = 0,089 \cdot P + 1,92 . \quad (2)$$

Для сравнения на **рис. 2** вместе с прямой (2) изображена корреляционная зависимость, опубликованная в работе [2].

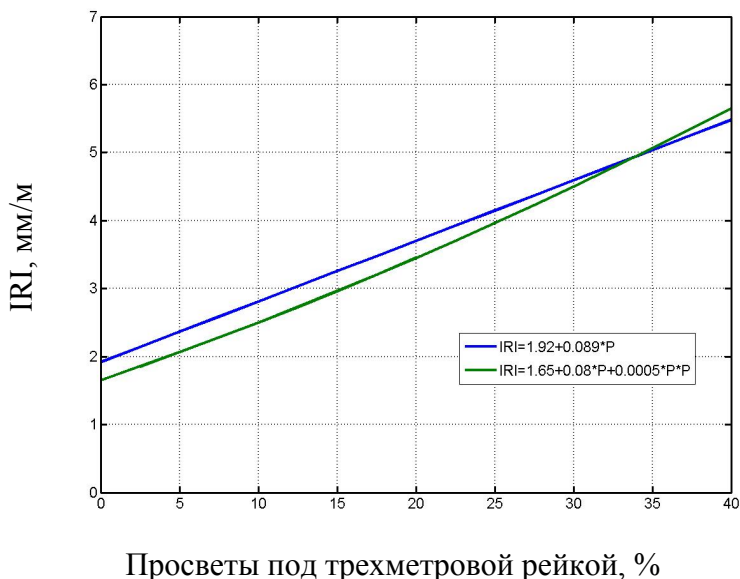


Рис. 2. Корреляционная зависимость значений показателя IRI и значений, полученных при помощи 3-х метровой рейки: синий график – (2), зеленый – [2] (на горизонтальной оси отложен процент просветов под рейкой, превышающих 3 мм)

Значительный разброс экспериментальных точек в полосе (**рис. 1**) объясняется тем, что наряду с определенной связью, показатель

IRI и просветы под рейкой имеют и характерные различия. Проиллюстрируем это на следующих примерах.

Пусть поверхность покрытия на участке дороги длиной 100 м имеет одну неровность в виде синусоидальной полуволны с амплитудой 8 мм (**рис. 3**). В этом случае один из просветов под рейкой будет больше 6 мм, и поэтому ровность на таком участке не удовлетворяет действующим нормам для дорог I категории, а на показатель *IRI*, который на этом участке равен 0,06 мм/м, рассмотренная неровность практически не влияет. Этот пример иллюстрирует тот факт, что достаточно редкие небольшие неровности слабо влияют на интегральный показатель *IRI*, но могут оказывать существенное влияние на просветы под рейкой.

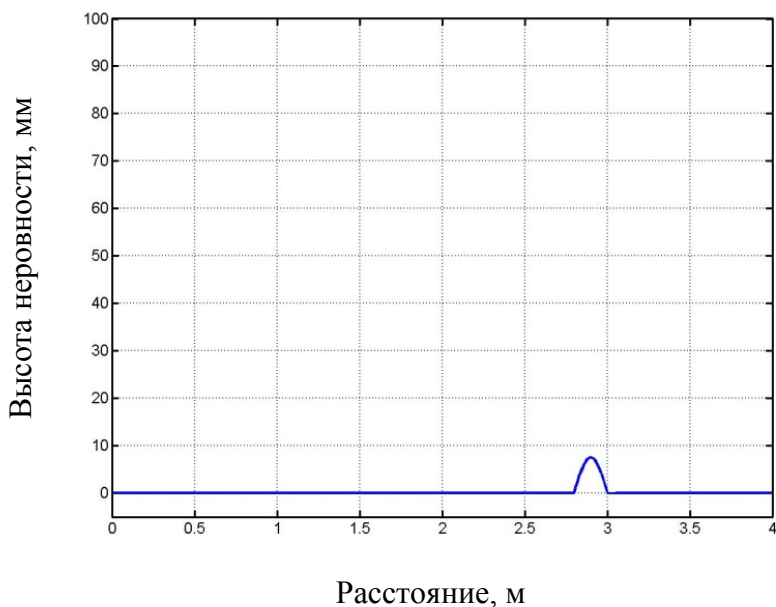


Рис. 3. Одиночная неровность на участке дороги в виде синусоидальной полуволны

Далее рассмотрим участок дороги длиной 100 м с поверхностью в виде синусоиды с длиной волны 1,5 м и амплитудой 1,5 мм (**рис. 4**). Все просветы под рейкой на таком участке не превышают величины 3 мм, что соответствует действующим нормам, а показатель *IRI* равен 2,95 мм/м, что не удовлетворяет нормам приемки в эксплуатацию [1]. Таким образом, небольшие по высоте часто расположенные короткие неровности могут оказывать существенное влияние на показатель *IRI*,

но на просветы под рейкой – незначительное. Если рассмотреть аналогичный участок в виде синусоиды с длиной волны 12 м и амплитудой 5,2 мм, то все просветы под рейкой на таком участке также составляют не более 3 мм, а показатель IRI равен 2,3 мм/м, что не удовлетворяет нормам приемки в эксплуатацию для дорог I категории. Этот пример показывает, что достаточно длинные неровности (с длиной волны порядка 10 м) оказывают уже слабое влияние на просветы под рейкой, но все еще достаточно существенное на показатель IRI .

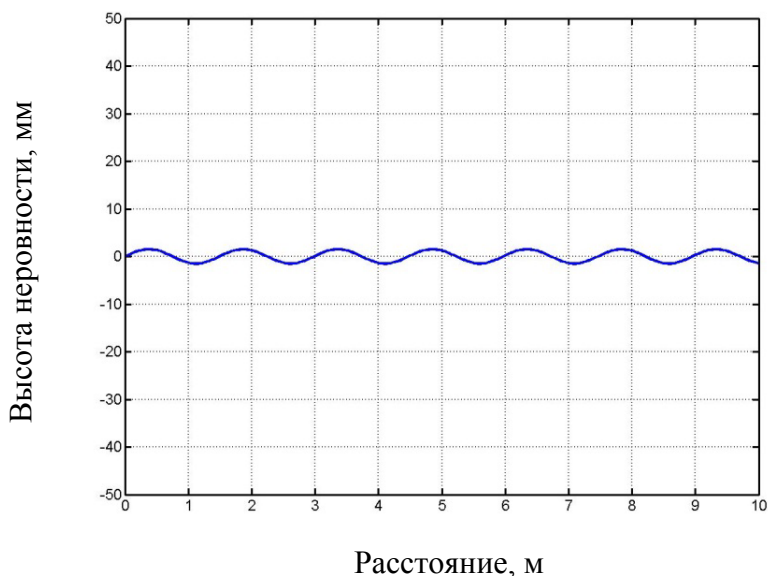


Рис. 4. Неровность на участке дороги в виде синусоиды с длиной волны 1,5 м и амплитудой 1,5 мм

Таким образом, показатели IRI и просветы под трехметровой рейкой, имеют существенные различия и дополняют друг друга. Поэтому для описания связи между ними целесообразно использовать соотношение (1), а уравнение (2) служит для описания некоторой средней прямой в экспериментальном поле точек зависимости IRI – *трехметровая рейка*, и из него не следует, что, зная один из рассматриваемых показателей, можно определить и другой.

При устройстве нижних слоев дорожной одежды, с точки зрения обеспечения ровности покрытия, наиболее «опасны» возникающие на этих слоях длинные неровности (более 20-30 м). В случае проявления таких неровностей на поверхности покрытия устранить их весьма не просто. Для их контроля используются разности высотных отметок.

Выравнивание коротких неровностей на верхних слоях покрытия достаточно эффективно осуществляется современными дорожно-строительными машинами с электронным управлением рабочих органов. Во избежание противоречий при использовании двух показателей для оценки таких неровностей на покрытии можно использовать соотношения между ними типа неравенств (1).

При разработке требований к показателю *IRI* следует различать предельно допустимые нормы при эксплуатации и при приемке после реконструкции или строительства новых дорог, ввиду их существенного различия. Следует также, помимо соотношений типа (1) и других факторов, учитывать экспериментальные данные по измерению показателя *IRI* на различных участках дорог. Примеры таких данных для характерных участков дорог после реконструкции или капитального ремонта приведены на **рис. 5-9**.

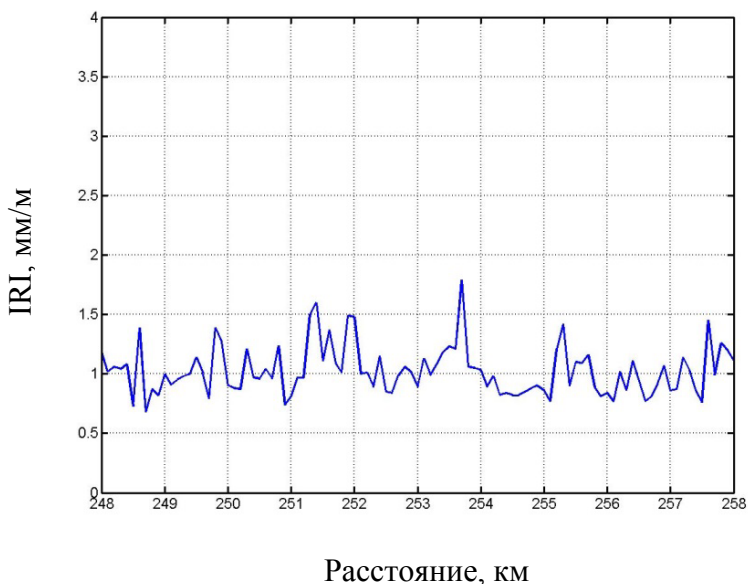


Рис. 5. *Изменение показателя IRI на участке автомобильной дороги М-10 (шаг измерений – 100 м, данные 2007 г.)*

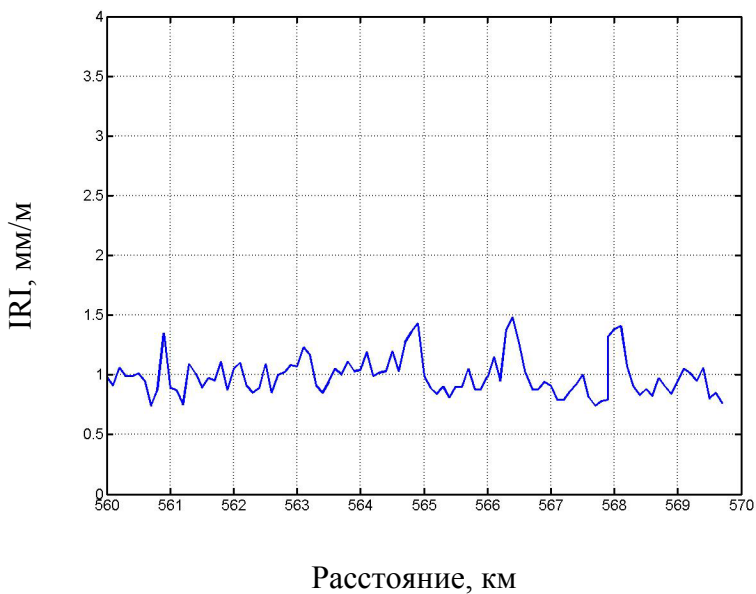


Рис. 6. Изменение показателя IRI на участке автомобильной дороги М-10 (шаг измерений – 100 м, данные 2007 г.)

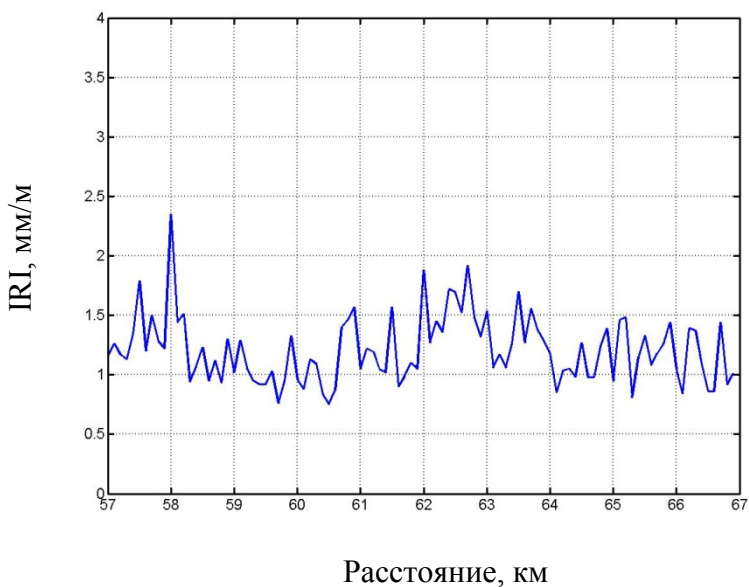


Рис. 7. Изменение показателя IRI на участке автомобильной дороги М-10 (шаг измерений – 100 м, данные 2011 г.)

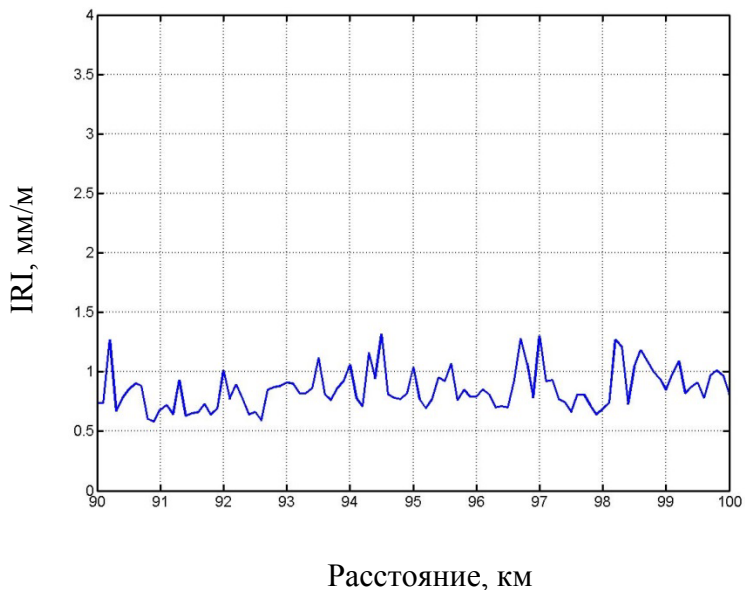


Рис. 8. Изменение показателя IRI на участке кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга (А-118) (шаг измерений – 100 м, данные 2014 г.)

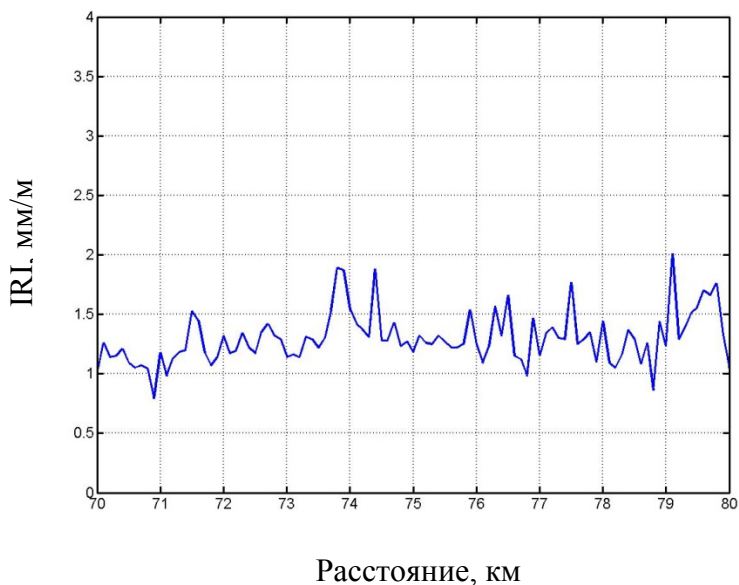


Рис. 9. Изменение показателя IRI на участке автомобильной дороги М-9 (шаг измерений – 100 м, данные 2015 г.)

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенный анализ экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Короткие неровности влияют как на показатель *IRI*, так и на *просветы под трехметровой рейкой*, поэтому между ними существует определенная связь.
2. Показатель *IRI* и *просветы под трехметровой рейкой* имеют существенные различия и дополняют друг друга. Поэтому для описания связи между ними целесообразно использовать соотношения типа неравенств **(1)**.
3. При разработке требований к показателю *IRI* следует, помимо соотношений типа **(1)** и других факторов, учитывать экспериментальные данные по измерению показателя *IRI* на различных участках дорог.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 78.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 с изменениями №1 / Минстрой РФ. – М., 2016. – 112 с.
2. Руководство по оценке ровности дорожных покрытий толчкометром / РОСАВТОДОР. – М., 2002. – 20 с.
3. Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий толчкометром. ПР-РК 218-03-02 / Министерство транспорта и коммуникаций Республики Казахстан. – Астана, 2003. – 40 с.
4. О.А. Красиков. О соответствии требований к ровности дорожных оснований и покрытий в период строительства / О.А. Красиков // ДОРОГИ И МОСТЫ. – 2017. – Вып. 38/2. – С. 96-111.
5. Н.А. Лушников. О точности определения показателей ровности дорожного покрытия / Н.А. Лушников, П.А. Лушников // ДОРОГИ И МОСТЫ. – 2014. – Вып. 31/1. – С. 115-121.

L I T E R A T U R A

1. SP 78.13330.2016. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 3.06.03-85 s izmeneniyami №1 / Ministroj RF. – M., 2016. – 112 s.
2. Rukovodstvo po ocenke rovnosti dorozhnyh pokrytij tolchkomerom / ROSAVTODOR. – M., 2002. – 20 s.

3. *Instrukciya po ocenke rovnosti dorozhnyh pokrytij tolchkomerom PR-RK 218-03-02 / Ministerstvo transporta i kommunikacij Respubliki Kazahstan. – Astana, 2003. – 40 s.*
4. *O.A. Krasikov. O sootvetstvii trebovanij k rovnosti dorozhnyh osnovanij i pokrytij v period stroitel'stva / O.A. Krasikov // DOROGI I MOSTY. – 2017. – Vyp. 38/2. – S. 96-111.*
5. *N.A. Lushnikov. O tochnosti opredeleniya pokazatelej rovnosti dorozhnogo pokrytiya / N.A. Lushnikov, P.A. Lushnikov // DOROGI I MOSTY. – 2014. – Vyp. 31/1. – S. 115-121.*

**ABOUT INTERRELATION OF SOME INDEXES
FOR ROAD PAVEMENT LONGITUDINAL EVENNESS**

Ph. D. (Tech.) N.A. Lushnikov,

*Ph. D. (Tech.) P.A. Lushnikov
(FAI «ROSDORNII»)*

*Contact information: lab@rosdornii.ru;
p.lushnikov@rosdornii.ru*

The article dwells upon certain questions of some indexes use for evaluating road pavement longitudinal evenness. The results of the comparison of the evenness measurements using the International Roughness Index (IRI) and the three-meter rolling straightedge method along various road sections are given. The relations showing correlation between these indexes have been obtained, and the examples illustrating difference between them are given.

Key words: *road surface, evenness, International Roughness Index (IRI), three-meter rolling straightedge, highs of the ground.*

Рецензент: д-р техн. наук О.А. Красиков (ФАУ «РОСДОРНИИ»).

Статья поступила в редакцию: 16.01.2018 г.