

УДК 656.13.05

С. А. АЗЕМША, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕРОВНОСТЕЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ

Ежегодно на дорогах мира погибают более 270 тыс. пешеходов. В глобальных масштабах на долю пешеходов приходится 22 % общего числа случаев смерти в результате дорожно-транспортных происшествий, а в Республике Беларусь – порядка половины таких случаев. В настоящее время одним из основных мероприятий по повышению безопасности движения пешеходов является применение искусственных неровностей. Это объясняется низкой стоимостью реализации и высокой скоростью выполнения работ. В то же время следует понимать, что применение искусственных неровностей снижает скорость движения транспортных средств, что наряду со снижением аварийных потерь дает рост экологических и экономических потерь в дорожном движении.

Целью данной статьи является оценка влияния применения искусственных неровностей на экономические потери в дорожном движении путем установления вида зависимости между такими потерями и параметрами транспортных и пешеходных потоков. Достижение такой цели производится сбором натурных данных о работе реальных объектов, на которых установлены искусственные неровности, имитационным моделированием их работы, установлением регрессионной модели между зависимой и независимыми переменными.

Введение. Искусственная неровность (ИН) – конструкция, устраиваемая в виде возвышения на проезжей части дороги с целью принудительного снижения скорости движения транспортных средств или предупреждения водителей транспортных средств (ТС) о приближении к опасному участку дороги путем шумового воздействия [1].

Классификацию, технические требования, правила приемки и методы контроля ИН устанавливает [1], а правила их применения и размещения – [2].

Конструкции ИН в зависимости от назначения и условий применения классифицируют следующим образом:

– конструкции ИН1 (типа «лежачий полицейский»), устраиваемые перед или на опасных для дорожного движения (ДД) участках дорог с целью принудительного снижения скорости движения ТС (рисунок 1, а);

– конструкции ИН2 (приподнятый пешеходный переход), устраиваемые на пешеходных переходах с целью пропуска пешеходов и принудительного снижения скорости движения ТС (рисунок 1, б);

– конструкции ИН3 (шумовые полосы), устраиваемые с целью предупреждения водителей ТС о приближении к опасному участку дороги путем шумового воздействия (рисунок 1, в).

Как следует из определения ИН, ИН1 и ИН2 предназначены для целей снижения скорости движения ТС. Очевидно, что такое воздействие на транспортный поток приведет к снижению количества и тяжести дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Действительно, в [3] отмечено, что создание предпосылок для достижения в будущем в Республике Беларусь такого состояния ДД, при котором исключаются травматизм и гибель людей в результате ДТП – основная цель госу-

дарственной политики в области ДД и обеспечения его безопасности на всех уровнях управления.

Следует понимать, что сопряженное с применением ИН снижение скорости наряду с повышением безопасности ДД влияет на экономические потери. Это обусловлено тем, что при проезде ИН водитель снижает скорость, а затем, после ее проезда, вновь разгоняется. Таким образом образуется перерасход топлива, рост времени на преодоление участка улицы. При этом чем больше интенсивность движения транспортного потока, тем больше будет величина таких потерь. Поэтому целью данной статьи является оценка влияния применения ИН на экономические потери в ДД путем установления вида зависимости между такими потерями и параметрами транспортных и пешеходных потоков.

В качестве объектов исследования выбраны 5 ИН типа ИН2, расположенных на нерегулируемых пешеходных переходах на ул. Огоренко, в районе дома № 13; ул. Каменщикова, в районе дома № 46; ул. Свиридова, в районе домов № 14, 27, 79 г. Гомеля (рисунок 2). Для указанных объектов были определены интенсивности транспортного и пешеходного потоков по часам суток, а также геометрические характеристики этих объектов. Всё это послужило базой для создания имитационных моделей исследуемых пешеходных переходов в программном продукте RTV Visim. При помощи таких моделей смоделирована работа объектов исследования и определены величины задержек и остановок ТС на них, а также их стоимость (таблица 1).

По полученным таким образом данным было построено графическое представление зависимости потерь в ДД от установки ИН (Π , у.е./ч) от интенсивностей транспортных (Q , ед./ч) и пешеходных (P , пеш./ч) потоков (рисунок 3).

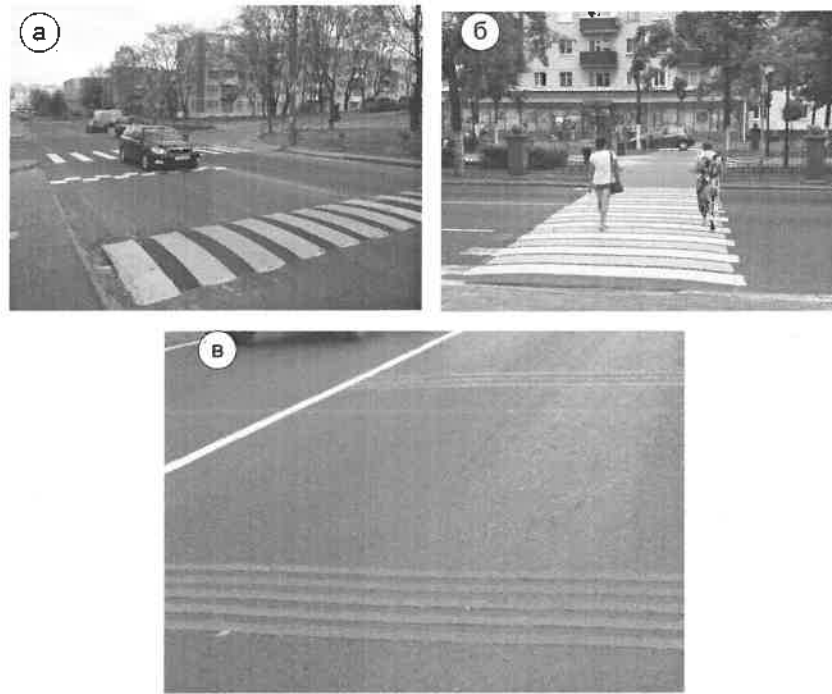


Рисунок 1 –Классификация ИН: а – ИН1; б – ИН2; в – ИН3



Рисунок 2 – Объекты исследования

Таблица 1 – Результаты моделирования работы пешеходных переходов (фрагмент (07:00–08:00))

Место	Огоренко	Каменщикова	Свиридова 14	Свиридова 27	Свиридова 79
Число полос	4	3	4	3	4
Интенсивность ТС, ед./ч	1056	726	1194	948	624
Интенсивность пешеходов, пеш./ч	96	36	60	174	390
Потери с ИН, у.е./ч	2,505	1,009	3,334	2,720	8,209
Потери без ИН, у.е./ч	1,162	0,499	1,062	1,066	4,865
Потери из-за ИН, у.е./ч	1,344	0,510	2,273	1,654	3,345

Для установления вида зависимости $\Pi = f(Q, P)$ использовался множественный нелинейный регрессионный анализ, реализованный в [4]. Результаты такого анализа представлены в таблице 2. Из таблицы 2 видно, что искомая зависимость имеет вид

$$\Pi = -0,849627 + 0,000002 Q^2 + 0,000021 P^2. \quad (1)$$

Также видно, что значение коэффициента корреляции равно 0,855. Это говорит о высокой степени связи между зависимой и независимыми переменными. Значение коэффициента детерминации, равное 0,731, говорит о том, что более 73 % значений зависимой переменной объясняются значениями независимых переменных. Значения уровней доверительной вероятности

(p-level) меньше 0,05, как в общем для модели, так и для каждой ее независимой переменной. Это говорит о

том, что полученная модель и ее коэффициенты статистически значимы.

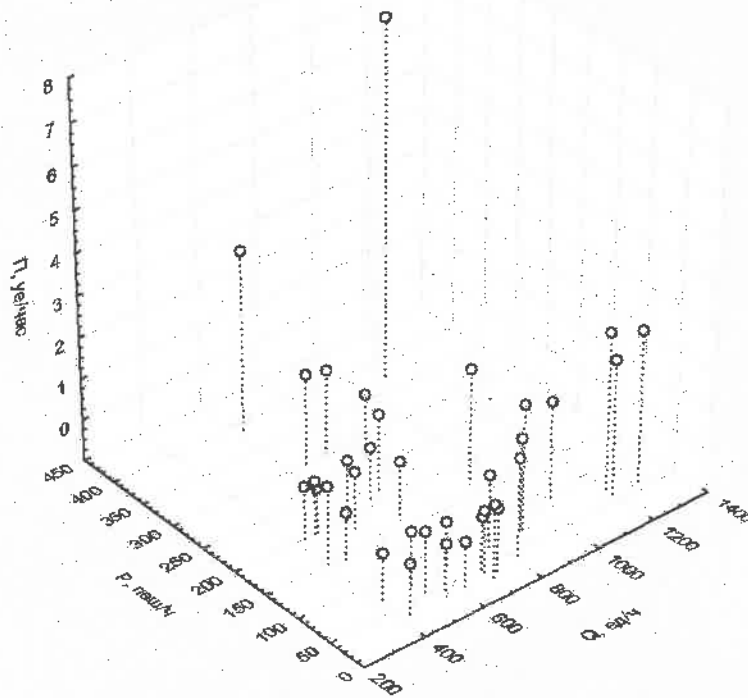


Рисунок 3 – Зависимость между приведенной интенсивностью транспортного (Q) и пешеходного (P) потоков и величиной экономических потерь в ДД из-за установки ИН (Π)

Таблица 2 – Результаты Множественной нелинейной регрессии

Regression Summary for Dependent Variable: Π (Spreadsheet1) $R = ,85467965$ $R^2 = ,73047730$ Adjusted $R^2 = ,71363213$ $F(2,32) = 43,364$ $p < 0,05$						
Свободный член	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(32)	p-level
	–	–	–0,849627	0,247	–3,436	<0,05
Q^2	0,657	0,092	0,000002	0,000	7,159	<0,05
P^2	0,558	0,092	0,000021	0,000	6,076	<0,05

На рисунке 4 приведена гистограмма распределения остатков.

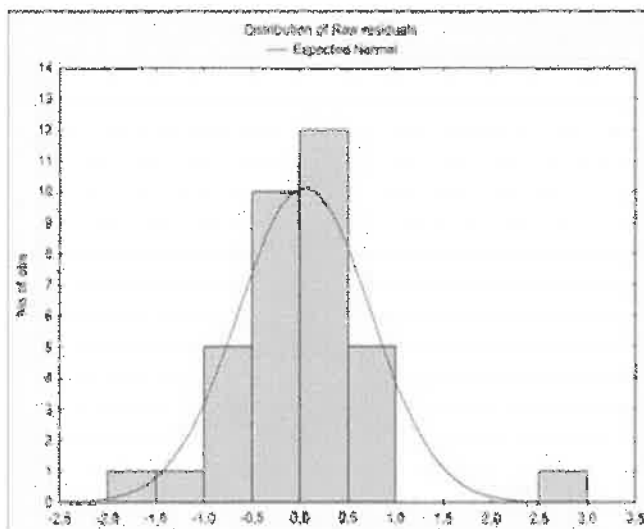


Рисунок 4 – Гистограмма распределения остатков

Из рисунка 4 видно, что распределение остатков схоже с нормальным законом распределения. Это го-

ворит об адекватности модели (1). Таким образом, модель (1) может быть использована для прогнозирования дополнительных экономических потерь в ДД, возникающих из-за установки ИН.

На рисунке 5 приведены фактическая зависимость между приведенной интенсивностью транспортного (Q) и пешеходного (P) потока и величиной экономических потерь в ДД из-за установки ИН (Π), а также соответствующее регрессионное выражение.

Полученное выражение (1) может быть использовано для оценки целесообразности применения ИН на конкретном пешеходном переходе. Для этого необходимо подсчитать интенсивность транспортных и пешеходных потоков на таком переходе, подставить их в выражение (1). Полученную таким образом величину дополнительных, вследствие установки ИН, экономических потерь необходимо сравнить с величиной снижения аварийных потерь. Если снижение аварийных потерь будет выше, чем рост экономических, то можно говорить о целесообразности применения ИН. Графически суть приведенного сравнения представлена на рисунке 6.

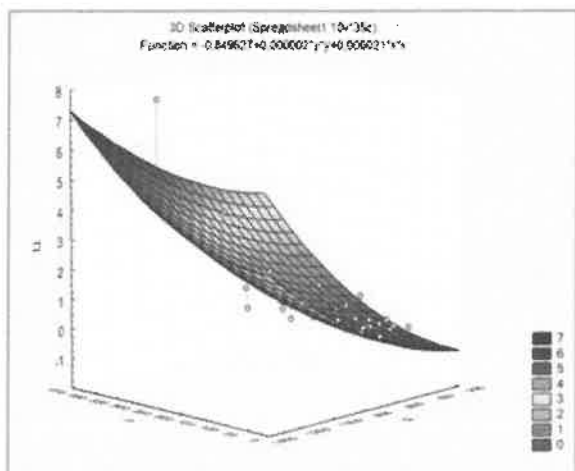


Рисунок 5 – Фактическая зависимость между приведенной интенсивностью транспортного и пешеходного потоков и величиной экономических потерь

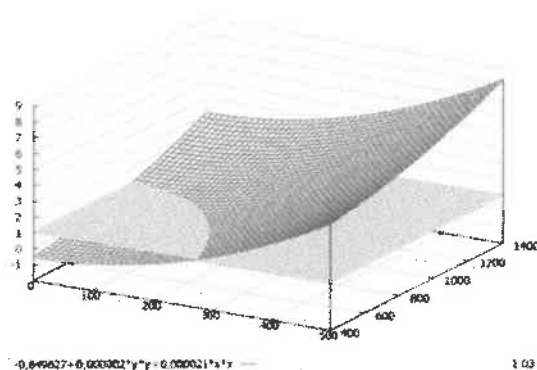


Рисунок 6 – График зависимости экономических потерь и аварийных потерь при одном пострадавшем

На рисунке 6 горизонтальная плоскость изображает величину экономии годовых аварийных потерь из-за установки ИН. В данном примере это одно ДТП с ранеными. Наклонная плоскость показывает выражение (1), т. е. величину экономических потерь, которые появляются вследствие установления ИН. Видно, что такие потери растут с увеличением интенсивности как транспортного, так и пешеходного потока, и эти плоскости пересекаются, образуя два множества значений таких интенсивностей:

– множество 1 – интенсивности транспортных и пешеходных потоков, при которых плоскость, показы-

вающая уравнение (1), находится ниже плоскости, показывающей снижение аварийных потерь;

– множество 2 – интенсивности транспортных и пешеходных потоков, при которых плоскость, показывающая уравнение (1), находится выше плоскости, показывающей снижение аварийных потерь.

Если на исследуемом объекте значения интенсивностей транспортных и пешеходных потоков попадают во множество (1), т. е. величина увеличения экономических потерь от введения ИН меньше, чем величина снижения аварийных потерь (горизонтальная плоскость на рисунке 6 выше), то применение ИН можно считать целесообразным.

Заключение и выводы.

В данной публикации рассмотрена актуальная задача оценки влияния применения ИН на рост экономических потерь в ДД. Для такой оценки был исследован ряд пешеходных переходов г. Гомеля, на которых применены ИН (см. рисунок 2). По результатам такого обследования построены их имитационные модели, при помощи которых были оценены величины экономических потерь в ДД от применения ИН (см. таблицу 1, рисунок 3). Приведена методика определения целесообразности применения ИН, основанная на оценке разницы между снижением аварийных потерь и ростом экономических потерь от такого применения, а также ее графическая интерпретация (см. рисунок 6).

Список литературы

- 1 СТБ 1538–2013. Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические условия. – Введ. 27.11.13. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. – 15 с.
- 2 СТБ 1300–2014. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – Введ. 28.01.14 (с изм. и доп.). – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. – 144 с.
- 3 О Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 22 мая 2023 г., № 329 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.
- 4 Statistica 13.3 (Serial number JRR709H998119TE-A).

Получено 05.03.2024

S. A. Azemsha. Assessment of the impact of road traffic bumps on economic losses in road traffic.

More than 270.000 pedestrians die on the world's roads each year. Globally, pedestrians account for 22 percent of total road traffic fatalities, and in the Republic of Belarus they account for about half of such fatalities. Currently, the main intervention to improve pedestrian safety is the use of road bumps. This is due to the low cost of implementation and high speed of work. At the same time, it should be understood that the use of road bumps reduces the speed of vehicles, which along with the reduction of accident losses gives an increase in environmental and economic losses in road traffic.

The aim of this article is to evaluate the impact of the use of road bumps on economic losses in road traffic by establishing the type of dependence between such losses and the parameters of traffic and pedestrian flows. Achievement of such a goal is made by collecting field data on the operation of real objects where road bumps are installed, simulation modelling of their operation, establishing a regression model between the dependent and independent variables.