

ВЛИЯНИЕ ПЛАНИРОВОЧНЫХ, ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕГУЛИРОВАНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ

*Докт. техн. наук, проф. КУХАРЕНОК Г. М.,
кандидаты техн. наук, доценты КАПСКИЙ Д. В., КОТ Е. Н., инж. ЩИПЦОВ М. П.*

Белорусский национальный технический университет

Как известно, пешеходы – самая многочисленная неподготовленная, незащищенная категория участников дорожного движения. На безопасность движения этой группы участников дорожного движения влияет множество факторов: наличие искусственного (уличного) освещения, обустройство пешеходных путей, комфортность пешеходных переходов, режимы регулирования и наличие дополнительных источников информирования о них (таймеров, световых или звуковых табло и пр.), величина и периодичность транспортно-пешеходной нагрузки, состав транспортного и пешеходного потоков, условия видимости, ширина проезжей части и наличие конструктивно выделенных островков безопасности, скорость движения автомобилей и пр. [1, 2]. Этих особенностей бесконечно много, и все они влияют на процесс движения. Их необходимо учитывать тогда, когда пешеход вступает в контакт с транспортным потоком, – на проезжей части. К сожалению, влияние режимов светофорного регулирования, транспортной планировки в существующих условиях движения изучено слабо.

Проведены исследования на регулируемых пешеходных переходах, расположенных вне перекрестков на улично-дорожной сети г. Минска. Выполнены статистические исследования аварийности на этих пешеходных переходах в зависимости от количества полос для движения транспорта, наличия островка безопасности, переходных режимов регулирования светофорных объектов [3, 4].

Как видно из табл. 1 и рис. 1, безопасность пешеходов снижается при пересечении ими улиц с числом полос пять и более. Это вызвано тем, что пешеходы вынуждены тратить больше времени на подготовку к переходу и пересечение проезжей части по пешеходному переходу, а также скоростными режимами движения автомобилей по данным улицам, как правило магистральным, общегородского значения.

Таблица 1

**Влияние числа полос для движения транспорта
на безопасность движения пешеходов**

Число полос, шт.	2	4	5	6	7	8
Количество переходов, шт.	8	54	5	32	5	19
Среднее количество ДТП в год, ав./год	1,5	12,0	4,5	5	2,5	14
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	0,19	0,22	0,90	0,16	0,50	0,74
Доля от всех ДТП	0,03	0,31	0,11	0,13	0,06	0,35
Количество переходов без ДТП, шт.	5	36	0	24	2	8
Доля переходов без ДТП	0,625	0,67	0	0,75	0,4	0,42

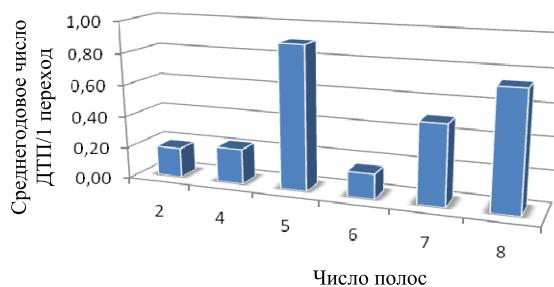


Рис. 1. Влияние количества полос на безопасность движения пешеходов

При пересечении многополосной проезжей части пешеход вынужден постоянно отслеживать дорожно-транспортную ситуацию, скорость и расстояние до приближающихся автомобилей. Причем эту оценку он вынужден делать адекватно – от этого зависит его безопасность. Оценить данные параметры для безопасного выхода на проезжую часть пешеход может при подходе к пешеходному переходу – производится оценка движения тех автомобилей, которые приближаются «ближе», т. е. к пешеходу слева. Потом пешеходу необходимо оценить режим движения автомобилей, приближающихся справа [5, 6]. Это он может сделать уже находясь на середине проезжей части на островке безопасности – конструктивно выделенное над проезжей частью дороги техническое средство организации дорожного движения и предназначенное как защитный элемент для остановки пешеходов при переходе проезжей части дороги. Согласно п. 2.42 Правил дорожного движения [7] в случаях, определенных Министерством внутренних дел Республики Беларусь, допускается обозначение островков безопасности при помощи линий горизонтальной дорожной разметки.

Из табл. 2 и рис. 2 видно, что наличие островка положительно влияет на безопасность пешеходов.

Таблица 2

Влияние островка безопасности на аварийность

Островок безопасности	Есть	Нет	Всего
Количество переходов, шт.	38	85	123
Среднегодовое количество ДТП, ав./год	9,5	30	39,5
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	0,25	0,35	0,325
Доля от всех ДТП	0,24	0,76	1,00
Количество переходов без ДТП, шт.	29	46	75
Доля переходов без ДТП	0,76	0,54	0,60

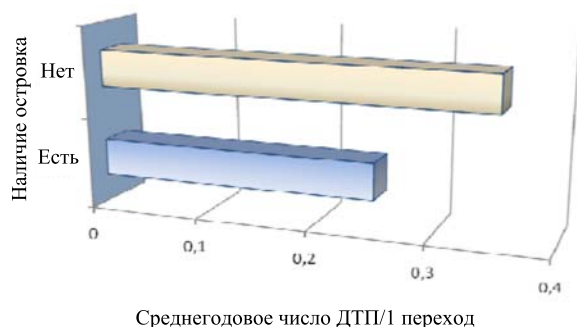


Рис. 2. Влияние островка безопасности на аварийность

Половина пешеходных переходов (63) не оборудованы островком безопасности. На 30 переходах островок является частью раздельной полосы, и лишь на восьми – выделен конструктивно (рис. 3; табл. 3). На 22 переходах островок безопасности выделен дорожной разметкой, что не обеспечивает безопасность пешехода, находящегося на нем.

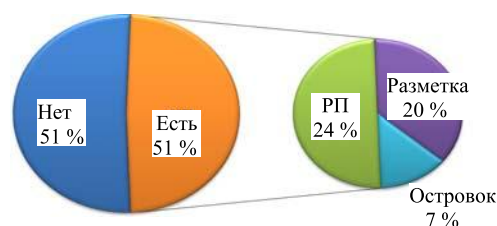


Рис. 3. Распределение переходов по наличию и виду островка безопасности

Таблица 3

Влияние наличия островка безопасности на аварийность на улицах с различным числом полос

Число полос	2	4	5	6	7	8
Количество переходов, шт.	–	3	–	17	2	16
Среднегодовое количество ДТП, ав./год	–	0	–	1	0,5	8
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	–	0	–	0,06	0,25	0,5
Доля от всех ДТП	–	0	–	0,025	0,013	0,2
Количество переходов без ДТП, шт.	–	3	–	15	1	8
Доля переходов без ДТП	–	0	–	0,88	0,5	0,5

На рис. 4 и в табл. 4 приведены зависимости среднегодового числа ДТП на один переход от наличия или отсутствия островка безопасности на улицах с различным числом полос. Значения коэффициента корреляции говорят о достоверности полученных зависимостей и перспективе использования их для прогнозирования аварийности.

Таблица 4

Влияние отсутствия островка безопасности на аварийность на улицах с различным числом полос

Число полос	2	4	5	6	7	8
Количество переходов, шт.	8	51	5	15	3	3
Среднегодовое количество ДТП, ав./год	1,5	12	4,5	4	2	6
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	0,19	0,24	0,90	0,27	0,67	2,0
Доля от всех ДТП	0,04	0,3	0,11	0,10	0,05	0,15
Количество переходов без ДТП, шт.	5	34	0	9	1	0
Доля переходов без ДТП	0,625	0,67	0	0,6	0,33	0

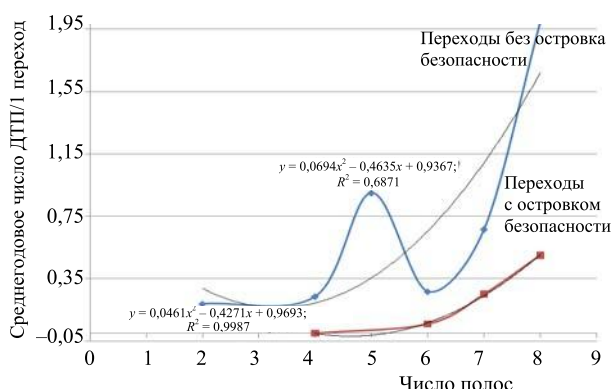


Рис. 4. Влияние островка безопасности на аварийность на улицах с различным числом полос

Пешеходные переходы через улицы с числом полос больше четырех опасны для пешеходов, особенно если они не оборудованы конструктивно выделенными островками безопасности, которые дают возможность безопасно ожидать следующего разрешающего сигнала, если пешеход не успел закончить переход «в один этап».

Как видно из рис. 5 и табл. 5, среднегодовое число ДТП на один переход на пешеходных переходах с индикатором обратного отсчета и без него практически одинаково.

Таблица 5

Влияние индикатора обратного отсчета на безопасность движения пешеходов

Индикатор обратного отсчета	Есть	Нет
Количество переходов, шт.	32	91
Среднегодовое количество ДТП, ав./год	10,5	29
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	0,33	0,32
Доля от всех ДТП	0,26	0,725
Количество переходов без ДТП, шт.	21	54
Доля переходов без ДТП	0,65	0,59

Можно сделать вывод о том, что информирование пешеходов о времени движения, или ожидания, или завершения движения провоцирует на принятие пешеходом неоправданно рискованного решения о преодолении проезжей части (или выхода на нее), т. е. имеют место переоценка собственных возможностей, а также недооценка режимов движения автомобилей с направлений, ожидающих разрешения движения (встречаются случаи, когда по смежным полосам, свободным перед пешеходным переходом от автомобилей, происходит движение

«накатом», тогда как пешеход не видел автомобиля, который не позволил бы ему безопасно завершить переход).

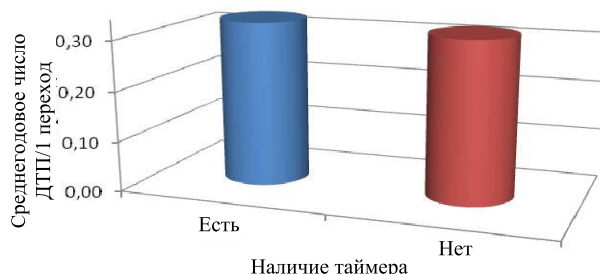


Рис. 5. Влияние индикатора обратного отсчета на безопасность движения пешеходов

Из рис. 6 и табл. 6 видно, что при обеспеченном переходном интервале среднегодовое число ДТП на один переход меньше, чем при необеспеченном. Доля пешеходных переходов при обеспеченном переходном интервале больше, чем при необеспеченном. Все это говорит о том, что удовлетворительный переходной интервал повышает безопасность движения пешеходов и гарантирует пешеходу переход без ускорения темпа движения, т. е. без увеличения расходования мускульной силы, что существенно в местах, где по составу разнороден пешеходный поток.

Таблица 6

Влияние переходного интервала на безопасность движения пешеходов

Переходной интервал	Обеспечен	Не обеспечен
Количество переходов, шт.	37	86
Среднегодовое количество ДТП, ав./год	10,5	29
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	0,28	0,34
Доля от всех ДТП	0,26	0,73
Количество переходов без ДТП, шт.	24	51
Доля переходов без ДТП	0,65	0,59

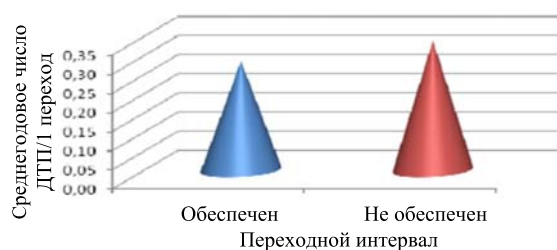


Рис. 6. Влияние переходного интервала на безопасность движения пешеходов

Как следует из представленных выше рисунков, необходимо привести значения переходных интервалов к требуемым по условиям обеспечения безопасности движения пешеходов, а не оборудовать пешеходные переходы светофорами с индикаторами обратного отсчета, при этом не обеспечив достаточный безопасный переходной интервал (рис. 7, 8; табл. 7, 8).

Таблица 7

Влияние наличия индикатора обратного отсчета при обеспеченности переходного интервала

Переходной интервал	Обеспечен	Не обеспечен
Количество переходов, шт.	15	17
Среднегодовое количество ДТП, ав./год	7	3,5
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	0,47	0,21
Количество переходов без ДТП, шт.	8	12
Доля переходов без ДТП	0,53	0,71



Рис. 7. Влияние наличия индикатора обратного отсчета при обеспеченности переходного интервала

Таблица 8

Влияние отсутствия индикатора обратного отсчета при обеспеченности переходного интервала

Переходной интервал	Обеспечен	Не обеспечен
Количество переходов, шт.	22	69
Среднегодовое количество ДТП, ав./год	3,5	25,5
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	0,16	0,37
Количество переходов без ДТП, шт.	17	39
Доля переходов без ДТП	0,77	0,57

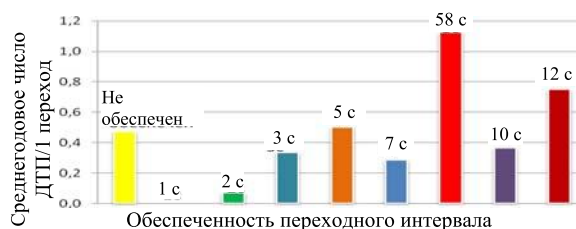


Рис. 8. Влияние отсутствия индикатора обратного отсчета при обеспеченности переходного интервала

Это обстоятельство негативно влияет на безопасность пешеходов. Также это имеет со-

циальную окраску – пешеходы перестают доверять такому регулированию и более часто нарушают или отказываются от перехода в предписываемом светофором режиме.

Из рис. 9, табл. 9 видно, что среднегодовое число ДТП на один переход на пешеходных переходах с различной прозрачностью треугольника боковой видимости примерно одинаково, кроме переходов с неудовлетворительной прозрачностью. Это говорит о том, что на регулируемых пешеходных переходах на первый план выходит видимость светофоров и их сигналов. На пешеходных переходах с неудовлетворительной боковой прозрачностью аварийность отсутствовала в небольшой исследуемой выборке.

Таблица 9

Влияние условий боковой видимости на безопасность движения пешеходов

Прозрачность треугольника боковой видимости	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Количество переходов, шт.	58	48	11	6
Среднегодовое количество ДТП, ав./год	18,5	17	4	0
Удельное число ДТП, ав./год на один переход	0,32	0,35	0,36	0
Доля от всех ДТП	0,46	0,43	0,10	0
Количество переходов без ДТП, шт.	28	35	6	6
Доля переходов без ДТП	0,48	0,73	0,545	100

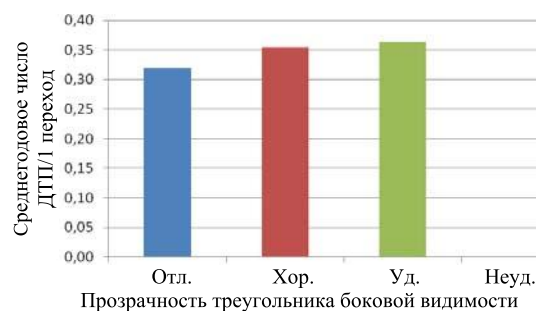


Рис. 9. Влияние условий боковой видимости на безопасность пешеходов

На основе проведенных исследований, используя оценку влияния планировочных характеристик и характеристик светофорного регулирования на безопасность движения пешеходов, были введены дополнительные поправочные коэффициенты условий, которые учитываются в методике расчета потенциальной опасности конфликта:

K_{y26} – коэффициент, учитывающий наличие конструктивно выделенного островка безопасности ($K_{y26} = 0,8$) или его отсутствие ($K_{y26} = 1,2$);

K_{y36} – то же, учитывающий обеспеченность переходного интервала ($K_{y36} = 0,8$) или его недостаточность ($K_{y36} = 1,2$);

K_{y37} – то же, учитывающий наличие пешеходного светофора с индикатором обратного отсчета ($K_{y37} = 0,8$) или без индикатора ($K_{y37} = 1,2$).

Потенциальная опасность рассчитывалась с помощью программного пакета научно-исследовательского центра дорожного движения БНТУ. В результате расчета получена зависимость приведенной аварийности от потенциальной опасности (рис. 10).

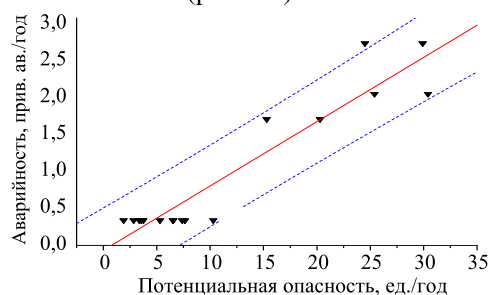


Рис. 10. Зависимость приведенной аварийности от потенциальной опасности по уточненной методике: $\blacktriangledown$ – потенциальная опасность после учета всех факторов; — $y = 0,085x - 0,063$ ($R^2 = 0,89$) границы 90%-го доверительного интервала

Полученный коэффициент корреляции позволяет использовать данную зависимость в дальнейшем для прогнозирования аварийности и оценки внедряемых мероприятий по критерию безопасности движения пешеходов.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования позволили разработать практические предложения по повышению безопасности дорожного движения пешеходов, которые можно сформулировать следующим образом.

На регулируемых пешеходных переходах, расположенных на улицах с числом полос пять и более, необходимо введение конструктивно выделенного островка безопасности, который в некоторых случаях может являться частью разделительной полосы. Также необходимо проведение дополнительных исследований, которые направлены на решение вопроса о ликвидации таких «многополосных» переходов либо переводе их в режим «внеуличных».

Одним из существенных недостатков регулируемых пешеходных переходов вне перекрестков является несовершенство режимов светофорного регулирования, которое выражается в недостаточности времени переходного интервала для пешеходов. Приведение его в соответ-

ствие с СТБ 1300 и увеличение переходного интервала приведут к изменению диаграммы светофорного регулирования.

Также стоит уделить внимание режимам работы светофорных объектов, поскольку более 10 % ДТП на пешеходных переходах произошли при неработающих светофорах. На улицах с большой транспортно-пешеходной нагрузкой в ночное время желательно применять круглосуточный режим регулирования, в том числе с использованием вызывного регулирования.

При исследовании переходов выявились факты некорректной работы индикаторов обратного отсчета: после нажатия пешеходом кнопки вызова пешеходной фазы индикатор не начинал отсчитывать время, а делал это только последние 3 с. Из-за этого многие пешеходы не дожидаются разрешающего сигнала и переходят проезжую часть на запрещающий сигнал. Поэтому следует откорректировать работу индикаторов обратного отсчета.

Также для регулируемых переходов предлагаются:

- сооружение конструктивно выделенных островков безопасности;
- установка пешеходных светофоров с индикаторами обратного отсчета;
- замена ламповых светосигнальных устройств;
- увеличение переходного интервала для пешеходов;
- внесение изменений в нормативные документы для отказа от островков безопасности, выделенных разметкой.

На улицах, образующих первое, второе кольца, а также на важнейших радиальных улицах необходимо по возможности отказаться от пешеходных переходов через проезжую часть.

ЛИТЕРАТУРА

1. Врубель, Ю. А. Водителю о дорожном движении. – 3-е изд. / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский. – Минск: БНТУ, 2010. – 139 с.
2. Врубель, Ю. А. Определение потерь в дорожном движении / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский, Е. Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 252 с.
3. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения: 1300–2007 / РУП «Белорусский дорожный инженерно-технический центр» 01.09.2007.
4. Улицы и дороги городов, поселков и сельских населенных пунктов: СНБ 3.03.02–97.
5. Капский, Д. В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении / Д. В. Капский. – Минск: БНТУ, 2008. – 243 с.
6. Tepley, S. Second Edition of the Canadian Capacity Guide for Signalized Intersection / S. Tepley, D. Allingham // Institute of Transportation Engineers. – Canada, 1995. – 115 p.
7. Правила дорожного движения. – Минск: Тонпик, 2009. – 79 с.

Поступила 19.07.2010