

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФЛИКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ
НА НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ**

РАДОВСКИЙ А. С.

**(Белорусский национальный технический университет;
г. Минск, Республика Беларусь)**

Нерегулируемые пешеходные переходы позволяют обеспечить безопасность участников дорожного движения. Однако при взаимодействии пешеходного и транспортного потока зачастую возникают конфликтные ситуации. В данной статье рассмотрены результаты исследования взаимодействия потоков на нерегулируемых пешеходных переходах г. Витебска Республики Беларусь с различными характеристиками.

Ключевые слова: *нерегулируемый пешеходный переход, коэффициент конфликтности, коэффициент нарушений, темп движения, конфликтное взаимодействие, аварийность, пешеходы.*

Ежедневно тысячи людей участвуют в дорожном движении, часть из них является пешеходами, а часть водителями [1; 2]. Исходя из анализа аварийности на дорогах Республики Беларусь, именно нерегулируемые пешеходные переходы являются одними из самых опасных мест как для пешеходов, так и для водителей транспортных средств. При этом нерегулируемые пешеходные переходы были и продолжают оставаться одними из основных элементов организации дорожного движения [3].

Данная работа направлена на изучение конфликта транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых пешеходных переходах.

В начале эксперимента были определены характеристики нерегулируемых пешеходных переходов необходимые для проведения исследований. Далее для анализа в соответствии с определенными характеристиками были отобраны нерегулируемые пешеходные переходы г. Витебска (таблица 1).

Таблица 1. – Исходные характеристики переходов, принятые для эксперимента

Переход	Транспортный поток	Пешеходный поток	Дополнительно
1	2	3	4
Переход № 1 Лазо	Высокая интенсивность и скорость движения	Низкая интенсивность пешеходного потока	Отсутствуют

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Переход № 2 Лазо колледж	Средняя интенсивность и скорость движения	Высокая интенсивность пешеходного потока	Отсутствуют
Переход № 3 Зеньковой	Высокая интенсивность, низкая скорость движения	Средняя интенсивность пешеходного потока	Проводится регулярный контроль ГАИ
Переход № 4 Чапаева	Высокая интенсивность, средняя скорость движения	Высокая интенсивность пешеходного потока	Сферы сужающие проезжую часть, дополнительное освещение
Переход № 5 Чапаева	Высокая интенсивность, средняя скорость движения	Высокая интенсивность пешеходного потока	Отсутствуют

Процесс исследования происходил как в дневное время суток, так и темное. На каждом переходе фиксировалось количество транспортных средств, проезжающих его (таблица 2), количество пешеходов, преодолевающих переход (таблица 3).

Таблица 2. – Количество транспортных средств проезжающих переход

Переход	Количество транспортных средств, авт./ч.	
	Дневное время	Темное время
№ 1	1136	504
№ 2	840	471
№ 3	1036	740
№ 4	1144	1028
№ 5	1292	1096

Таблица 3. – Количество пешеходов преодолевших переход

Переход	Количество пешеходов, пеш./ч	
	Дневное время	Темное время
№ 1	49	9
№ 2	135	108
№ 3	110	134
№ 4	184	184
№ 5	220	124

Для анализа взаимодействия пешеходов и транспортных средств фиксировалось количество транспортных средств неуступивших дорогу, а также факт снижения скорости движения, для предоставления преимущества пешеходам. Время наблюдения составило 3 часа.

Таблица 4. – Характер взаимодействия транспортных средств с пешеходами

Переход	Дневное время, авт.		Темное время, авт.	
	Не уступил	замедлился	Не уступил	замедлился
№ 1	20	11	1	4
№ 2	30	81	15	39
№ 3	30	64	15	66
№ 4	68	84	40	80
№ 5	40	108	36	56

При проведении эксперимента отмечалось поведение пешеходов при взаимодействии с транспортными средствами: ускорение темпа движения, снижение, без изменения. Результат эксперимента сведен в таблицу 5.

Таблица 5. – Характер движения пешеходов при контакте с транспортными средствами

Переход	Дневное время			Темное время		
	Замедлился	Ускорился	Не изменял	Замедлился	Ускорился	Не изменял
№ 1	11	5	33	1	0	8
№ 2	24	0	111	9	0	99
№ 3	16	12	82	9	3	122
№ 4	40	0	144	32	0	152
№ 5	44	0	176	28	0	96

Для оценки конфликтного взаимодействия транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых пешеходных переходах определены следующие показатели – коэффициент конфликтности η_k и коэффициент нарушений η_n .

Коэффициент конфликтности определяется как количество транспортных средств, вступающих в конфликт с пешеходами на переходе [4]:

$$\eta_k = \frac{n_k}{n} \leq 1, \quad (1)$$

где n_k – число транспортных средств взаимодействующих с пешеходами, уступающих и неуступающих дорогу, авт.;

n – общее число транспортных средств проезжающих нерегулируемый пешеходный переход, авт.

Коэффициент нарушений определяется как удельное число конфликтных ситуаций, то есть часть транспортных средств, вступающих в конфликтную ситуацию

по отношению к общему числу транспортных средств, взаимодействующих с пешеходами [4]:

$$\eta_n = \frac{n_n}{n_k} \leq 1, \quad (2)$$

где n_n – число транспортных средств, вступающих в конфликтную ситуацию, не уступивших дорогу, авт.

Коэффициент нарушений определяет вероятность возникновения конфликтной ситуации в системе «транспортное средство – пешеход» [5]. Чем ниже η_n , тем меньше нарушений допускаются водителями, следовательно снижен риск ДТП. При организации дорожного движения необходимо стремиться к условию $\eta_n \rightarrow 0$ [5].

На рисунках 1, 2 отображено распределение коэффициента конфликтности на исследуемых переходах в дневное время суток и тёмное время суток соответственно.

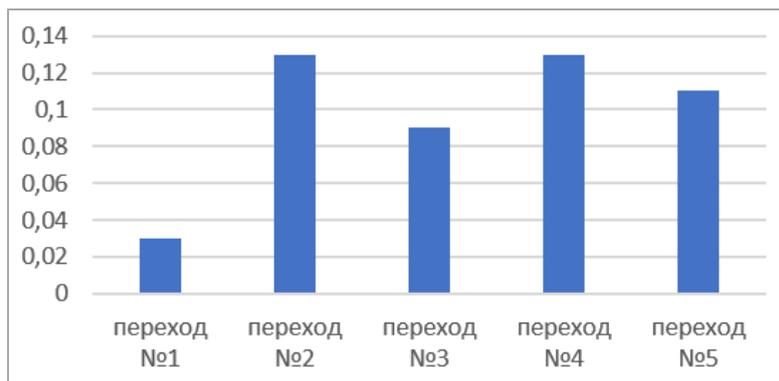


Рисунок 1. – Распределение коэффициента конфликтности в дневное время суток

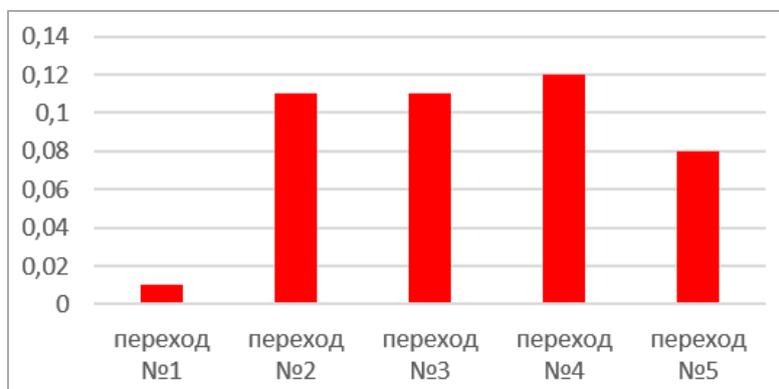


Рисунок 2. – Распределение коэффициента конфликтности в темное время суток

Из рисунков 1, 2 следует, что на переходах с высокой интенсивностью потоков значение коэффициента конфликтности сохраняется как в темное, так и дневное время суток.

Далее были определены коэффициенты нарушений, непосредственно характеризующие уровень безопасности на исследуемых переходах, полученные значения для светлого и темного времени суток представлены на рисунках 3, 4.

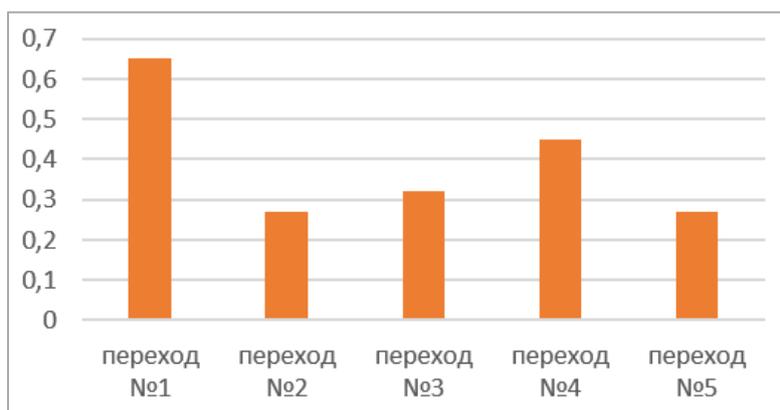


Рисунок 3. – Распределение коэффициента нарушений в дневное время суток

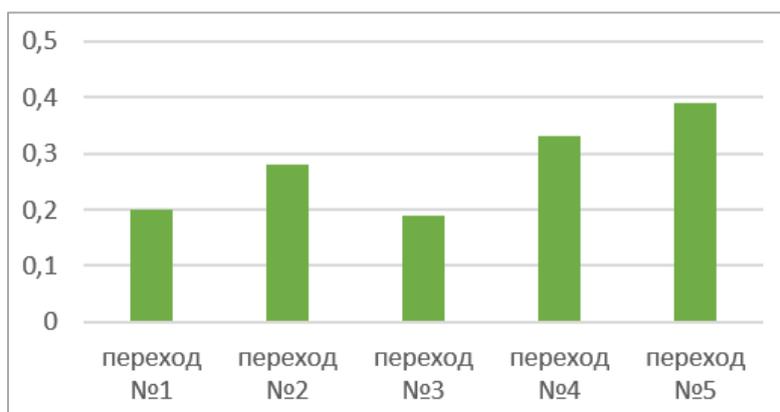


Рисунок 4. – Распределение коэффициента нарушений в темное время суток

Из анализа рисунков следует, что на переходе № 1, где отсутствуют дополнительные элементы, а также контроль ГАИ, уровень коэффициента нарушений имеет высшее значение, то есть возможность возникновения ДТП выше, при снижении пешеходного потока в темное время суток уровень коэффициента нарушений снижается. Однако со снижением потока снижается и концентрация внимания водителя на дороге, поскольку вероятность возникновения пешехода на переходе низкая. В этом случае в ходе эксперимента наблюдалось и увеличение скорости движения транспортных средств.

На переходе № 3, где проводится периодический контроль ГАИ величина коэффициента нарушений находится на уровне минимальных значений, как и в темное так и в светлое время суток.

В то же время на переходах № 4 и № 5 расположенных на одном участке улицы наблюдается различное распределение коэффициента нарушений, так на переходе № 4 в дневное время суток в следствие ограниченной видимости коэффициент нарушений выше, в то же время в темное время суток за счет снижения количества припаркованных автомобилей, а также наличия освещения коэффициент нарушений снижается. На переходе № 5 напротив в дневное время суток коэффициент нарушений ниже, в темное же время суток ввиду отсутствия каких-либо дополнительных элементов коэффициент имеет наивысшее значение.

На переходе № 2 где интенсивность пешеходного потока сохраняется как в светлое, так и в темное время суток, при этом интенсивность транспортного потока снижается в темное время суток, значение коэффициента нарушений сохраняется.

Далее было проанализировано взаимодействие пешеходов с транспортным потоком (рисунок 5). Из рисунка 5 следует, что в большинстве случаев пешеходы не изменяют темп движения при контакте с транспортными средствами, в то же время на переходе с наибольшим коэффициентом нарушений, количество пешеходов, не изменивших темп движения меньше чем на остальных. Из рисунка 5 видно, что пешеходы при изменении темпа движения замедляют его и в незначительном количестве ускоряют его.

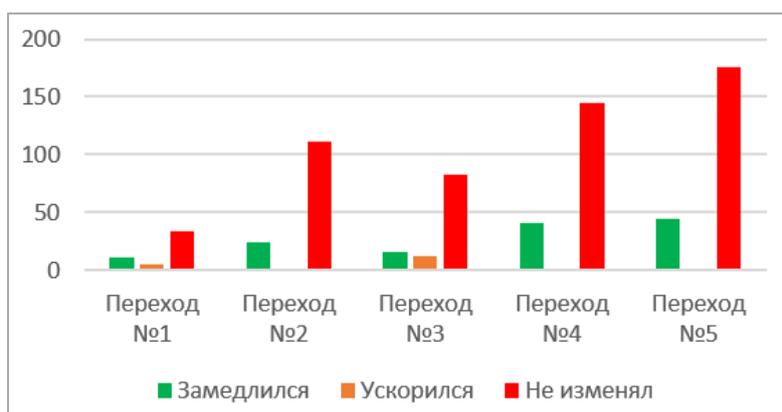


Рисунок 5. – Характер взаимодействия пешеходов с транспортным потоком

Представленная научная работа была проведена с целью определения конфликтного взаимодействия транспортного и пешеходных потоков на нерегулируемом пешеходном переходе. В ходе проведения исследования был определен коэффициент нарушений непосредственно характеризующий уровень обеспечения

безопасности перехода. Были установлены показатели, непосредственно влияющие на коэффициент нарушений. Так основное влияние оказывают величины интенсивности потоков, наличие освещения в темное время суток, наличие дополнительных элементов.

При взаимодействии пешеходов с транспортными средствами основное количество пешеходов (до 75 % в среднем) не изменяет свой темп движения, замедляют в среднем 20 % и только до 4 % его ускоряют. Полученные данные позволяют в дальнейшем использовать их при проектировании нерегулируемого пешеходного перехода с переходным интервалом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно–транспортных происшествий: учебник для вузов / – М.: Транспорт, 1989. – 255 с.
2. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов. – Кисляков В. М., Филиппов В. В., Школяренко И. А. (1979, 200 с.)
3. Лукошявичене, О.В. Моделирование дорожно-транспортных происшествий. – М. : Транспорт, 1988. – 96 с.
4. Кот, Е. Н. Оценка аварийности в конфликте "поворотный транспорт-пешеход" на регулируемых перекрестках / Е. Н. Кот, Д. В. Капский // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2005. – № 4. – С. 39-41. – EDN VQVBDS.
5. Капский, Д. В. Внедрение методологии повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности / Д. В. Капский, А. И. Рябчинский // Наука и техника. – 2013. – № 1. – С. 71–79. – EDN STBDYT.