

УДК 656.13.05

**МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**канд. техн. наук, доц. **Д.В. КАПСКИЙ***(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

Приводятся результаты исследований по разработке методики оперативной оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения, включающих совершенствование метода конфликтных ситуаций и разработку модели прогнозирования аварий по конфликтным ситуациям. Разработанная математическая модель позволяет сделать адекватный прогноз не только количества аварий, но и тяжести их последствий на существующих объектах, оценить запроектированные технические решения по транспортной планировке объектов, схемы организации движения и режимы светофорного регулирования, реализованные на уличной сети Республики Беларусь.

Известно, что дорожное движение содержит аварийную, экологическую, экономическую и социальную угрозы [1]. Для участников движения из всех угроз наиважнейшей является аварийность, поскольку она непосредственно касается жизни и здоровья. Вопросам снижения аварийности уделяется много внимания, однако аварийность пока не удается снизить – ежегодно в мире погибает более 1 млн. человек и около 50 млн. получают ранения и травмы [2 – 5]. В Республике Беларусь за последние 5 лет произошло более 478 тыс. аварий, в которых погибли 7320 человек и получили ранения около 38,5 тысяч. В финансовом плане аварийные потери в целом составили около 1,7 млрд. долларов [6 – 10].

Выбор и оценка принимаемых решений по организации дорожного движения – один из самых доступных, оперативных, некапиталоемких и в то же время эффективных методов повышения безопасности движения в городских очагах аварийности [10 – 13]. Для внедрения обоснованных мероприятий по организации движения необходимо их оценить по критерию безопасности, что требует разработки методики оперативной оценки эффективности внедряемых мероприятий, которая проводится на вводимых в эксплуатацию объектах. Такая методика необходима для уменьшения ошибок в выработке конкретного мероприятия и основана на оперативном подсчете числа конфликтных ситуаций при внедрении или сразу же после внедрения мероприятий. Для ее создания потребовалось совершенствование с целью повышения точности существующего метода прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям – разработана новая математическая модель определения аварийности по конфликтным ситуациям, на базе которого построена указанная методика.

Метод конфликтных ситуаций – один из самых современных и оперативных методов прогнозирования аварийности на конфликтных объектах; основан на довольно строгой зависимости количества аварий от количества конфликтных ситуаций в каждом отдельно взятом случае, которые делятся на легкие (очень опасно), средние (чудом пронесло) и тяжелые (чудом уцелел, или почти авария). Конфликтных ситуаций в тысячи, а иногда в десятки тысяч раз больше, чем аварий. Подсчитав за относительно небольшое время количество конфликтных ситуаций в данном виде конфликта на исследуемом объекте $n_{\text{кф.с.}}$, переведя его в среднегодовое число и перемножив на соответствующий коэффициент приведения $\eta_{\text{кф.с.}}$, определяют вероятное число аварий за год (P_a) по известной формуле [10; 11]:

$$P_a = n_{\text{кф.с.}} \cdot \eta_{\text{кф.с.}} \quad (1)$$

где P_a – прогнозируемое число аварий, ав./год; $n_{\text{кф.с.}}$ – число конфликтных ситуаций, кф.с./год; $\eta_{\text{кф.с.}}$ – коэффициент приведения конфликтных ситуаций к авариям, отличающийся для каждого вида конфликта.

В этом и заключается метод конфликтных ситуаций, предложенный шведским исследователем К. Хайденом. Однако существующий метод не обладает достаточной точностью прогноза на данном конкретном объекте, поскольку он не учитывает ряд факторов, связанных с аварийностью, особенно при относительно небольшом числе аварий. К тому же различные авторы дают отличающиеся коэффициенты приведения, что связано с некоторыми национальными особенностями дорожного движения. В частности, в работе [14] доказано, что учет степени опасности конфликтных ситуаций и тяжести последствий аварий существенно повышает точность прогноза. Поэтому было признано целесообразным усовершенствовать метод конфликтных ситуаций, последовательно введя в его расчетную модель степень опасности конфликтных ситуаций, тяжесть последствий аварий, порог чувствительности конфликта и функцию пересчета числа приведенных конфликтных ситуаций в число приведенных аварий.

Было применено динамическое приведение средней и тяжелой конфликтных ситуаций к легкой. Динамический коэффициент приведения $K_{нк}$ определяется как отношение условной опасности (риска аварий R_a) средней или тяжелой конфликтных ситуаций к условной опасности легкой конфликтной ситуации [11]:

$$K_{нк}^p = \frac{R_a^p}{R_a^l} - \text{для средней конфликтной ситуации}; \quad (2)$$

$$K_{нк}^c = \frac{R_a^c}{R_a^l} - \text{для тяжелой конфликтной ситуации}, \quad (3)$$

где R_a^m, R_a^p, R_a^c – условная опасность (риск аварии) соответственно легкой, средней и тяжелой конфликтных ситуаций; $K_{нк}^p, K_{нк}^c$ – динамические коэффициенты приведения конфликтных ситуаций по степени их опасности соответственно средних и тяжелых.

Среднегодовое число приведенных конфликтных ситуаций $n'_{кф.с}$ определяется по формуле [11]:

$$n'_{кф.с} = \frac{n_{кф.с}^m + n_{кф.с}^p \cdot K_{нк}^p + n_{кф.с}^c \cdot K_{нк}^c}{t_{изм}} \cdot \Phi_t, \text{ прив. кф.с/год}, \quad (4)$$

где $n_{кф.с}^m, n_{кф.с}^p, n_{кф.с}^c$ – число зафиксированных за время измерения соответственно легких, средних и тяжелых конфликтных ситуаций; Φ_t – годовой фонд времени, ч/год; $t_{изм}$ – время измерений, ч.

Подобным образом было выполнено и динамическое приведение аварий по тяжести последствий. Динамический коэффициент приведения аварий $K_{пак}$ определяется как отношение условной тяжести аварии с ранением или со смертельным исходом к условной тяжести аварии с материальным ущербом [11]:

$$K_{пак}^p = \frac{E_a^p}{E_a^m} - \text{для аварии с ранением}; \quad (5)$$

$$K_{пак}^c = \frac{E_a^c}{E_a^m} - \text{для аварии со смертельным исходом}, \quad (6)$$

где E_a^m, E_a^p, E_a^c – условная тяжесть (накопленная энергия разрушения) соответственно аварии с материальным ущербом, с ранением и со смертельным исходом; $K_{пак}^p, K_{пак}^c$ – динамические коэффициенты приведения аварий соответственно с ранением и смертельным исходом.

Среднегодовое число приведенных аварий n'_a определяется по формуле [11]:

$$n'_a = n_a^m + n_a^p \cdot K_{пак}^p + n_a^c \cdot K_{пак}^c, \text{ прив. ав./год}, \quad (7)$$

где n_a^m, n_a^p, n_a^c – число аварий соответственно с материальным ущербом, ранением и смертельным исходом, ав./год.

Промежуточная формула для расчета прогнозируемого числа *приведенных* аварий P'_a приобрела следующий вид [11]:

$$P'_a = n'_{кф.с} \cdot \eta'_{кф.с}, \text{ прив. ав./год}, \quad (8)$$

где P'_a – прогнозируемое число приведенных аварий, прив. ав./год; $n'_{кф.с}$ – среднегодовое число приведенных конфликтных ситуаций, прив. кф.с./год; $\eta'_{кф.с}$ – коэффициент перевода приведенных конфликтных ситуаций к приведенным авариям для каждого вида конфликта.

Затем вместо коэффициента $\eta'_{кф.с}$ была применена некая функция перерасчета числа приведенных конфликтных ситуаций в число приведенных аварий, и расчетная формула приобрела следующий вид:

$$P'_a = f(n'_{кф.с} \cdot 10^{-3}), \text{ прив. ав./год}, \quad (9)$$

где $f(n'_{кф.с} \cdot 10^{-3})$ – функция пересчета числа приведенных конфликтных ситуаций в число приведенных аварий, отличающаяся для каждого вида конфликта.

Введено понятие порога чувствительности конфликта по конфликтным ситуациям $d_{кф.с}$ – наибольшее число приведенных конфликтных ситуаций в данной конфликтной точке, которое не вызывает в ней аварий (т.е. соответствует не появлению хотя бы одной приведенной аварии за три года). Порог чувствительности отличается для каждого вида конфликта и отнимается от суммы приведенных конфликтных ситуаций в каждой конфликтной точке.

Определение числа приведенных аварий проводится по расчетному числу приведенных конфликтных ситуаций $n''_{кф.с}$:

$$n''_{кф.с} = n'_{кф.с} = (kd_{кф.с})\Phi_t, \text{ прив. кф.с./год,} \tag{10}$$

где k – число конфликтных точек данного вида конфликта на исследуемом конфликтном объекте, в которых происходили конфликтные ситуации; $d_{кф.с}$ – порог чувствительности конфликта по конфликтным ситуациям в данном виде конфликта, кф.с./ч.

Формула определения прогнозируемого числа приведенных аварий имеет вид:

$$P'_a = f(n''_{кф.с} \cdot 10^{-3}), \text{ прив. ав./год.} \tag{11}$$

Число неприведенных аварий i -й тяжести последствий P_{ai} определяется по формуле:

$$P_{ai} = \frac{P'_a \delta_{aki}}{K_{пак}^{\Sigma}}, \text{ ав./год,} \tag{12}$$

где δ_{aki} – доля аварий i -й тяжести последствий в исследуемом k -м конфликте. Определяется из статистики аварийности для каждого вида конфликта; $K_{пак}^{\Sigma}$ – суммарный динамический коэффициент приведения аварий по тяжести последствий (табл. 4).

Для реализации новой расчетной модели необходимо определить:

- численные значения динамических коэффициентов приведения $K_{пак}^p$ и $K_{пак}^c$, порога чувствительности $d_{кф.с}$;

- функции перевода расчетных приведенных конфликтных ситуаций к приведенным авариям $f(n''_{кф.с})$ и долю аварий i -й тяжести последствий δ_{aki} для каждого вида конфликта.

С этой целью были выполнены расчетно-экспериментальные исследования, включающие получение и обработку статистической выборки аварий, экспериментальные измерения конфликтных ситуаций и обработку полученной выборки, а также поиск наилучших зависимостей приведенных аварий от приведенных конфликтных ситуаций.

Исследования проводились на 100 регулируемых перекрестках и 80 искусственных неровностях. Исследовались зависимости аварий от конфликтных ситуаций в шести видах конфликтов (табл. 1).

Таблица 1

Типы и виды исследуемых конфликтов

Тип конфликта	Номер конфликта	Вид конфликта	Схема конфликта
«Транспорт – транспорт»	1	Столкновение боковое	
	2	Столкновение поворотное	
	3	Столкновение попутное (маневровое)	
	4	Столкновение с ударом сзади	
«Транспорт – пешеход»	5а	Наезд, транзитный транспорт – пешеход ($V \leq 30$)	
	5б	Наезд, транзитный транспорт – пешеход ($V > 30$)	
	6	Наезд, поворотный транспорт – пешеход	

Исследуемая выборка аварийности составила 3360 аварий за три года, в том числе 2946 с материальным ущербом, 395 с ранением и 19 со смертельным исходом. Исследуемая выборка конфликтных ситуаций составила 19995 штук за пять часов, в том числе 19019 легких, 871 средних и 105 тяжелых.

Анализ аварийности был выполнен за три года отдельно для каждого исследуемого объекта и для выборки в целом. Для каждого вида конфликта определялось общее число аварий и отдельно среднегодовое число аварий с материальным ущербом, ранением и смертельным исходом. Результаты анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2

Исследуемая выборка аварий

Номер конфликта	Схема конфликта	Среднегодовое число аварий n_i и их доля δ_{ai} в выборке (n_i/δ_{ai})			
		материальный ущерб	ранение	смертельный исход	n_i/δ_{ai}
1		115,333/0,867	16,000/0,120	1,667/0,013	133,000/0,119
2		189,000/0,904	19,333/0,093	0,667/0,003	209,000/0,187
3		188,000/0,981	3,333/0,017	0,333/0,002	191,667/0,171
4		479,333/0,970	13,667/0,028	1,333/0,002	494,333/0,441
5a		2,000/0,118	14,667/0,862	0,333/0,020	17,000/0,015
5б		6,000/0,103	50,333/0,868	1,667/0,029	58,000/0,052
6		2,333/0,137	14,333/0,843	0,333/0,020	17,000/0,015
Всего		982,000/0,877	131,667/0,117	6,333/0,006	1120,000/1,000

Экспериментальные исследования проводились с целью определения количества и степени опасности конфликтных ситуаций. Исследователи, прошедшие специальный инструктаж, в течение 5 часов светлого времени суток (примерно с 13 до 18 часов) наблюдали за работой исследуемого объекта. При возникновении конфликтной ситуации фиксировалось время и место (конфликтная точка) ее возникновения, вид конфликта и степень опасности. Затем определялось среднегодовое число конфликтных ситуаций для каждого вида конфликта по каждой степени опасности и в целом.

Результаты измерений конфликтных ситуаций приведены в таблице 3.

Таблица 3

Исследуемая выборка конфликтных ситуаций (за 5 ч измерений)

Степень опасности	Число конфликтных ситуаций							
	N_j	1	2	3	4	5a	5б	6
	Схема							
Легкие		915	1712	5575	7686	823	1041	1267
Средние		143	137	108	240	28	170	45
Тяжелые		35	19	14	14	1	19	3
Всего		1093	1868	5697	7940	852	1230	1315

На рисунках 1 – 4 показаны зависимости аварийности от конфликтных ситуаций для двух типовых конфликтов, полученные по существующему и усовершенствованному методам. Результаты расчетно-экспериментальных исследований конфликтных ситуаций представлены в таблице 4.

Анализ данных таблицы 4 и рисунков 1 – 4 показал, что зависимости, полученные по усовершенствованному методу, статистически более значимы и имеют большую точность.

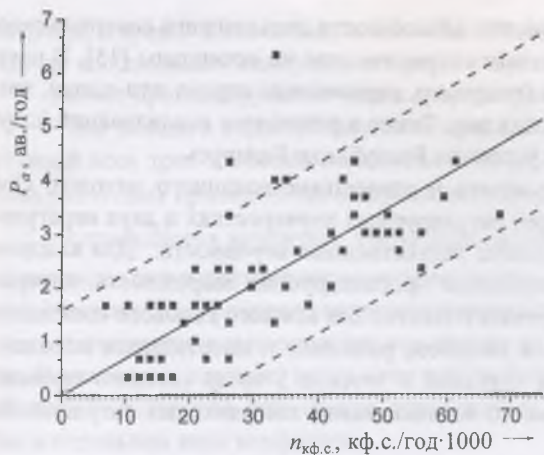


Рис. 1. Зависимость аварийности от конфликтных ситуаций (конфликт № 1, существующий метод)
 $P_a = 0,062n_{кф.с.}$ ($R = 0,51$; F – критерий = 62,6; $E = 1,1$)
 ----- границы 90 % доверительного интервала

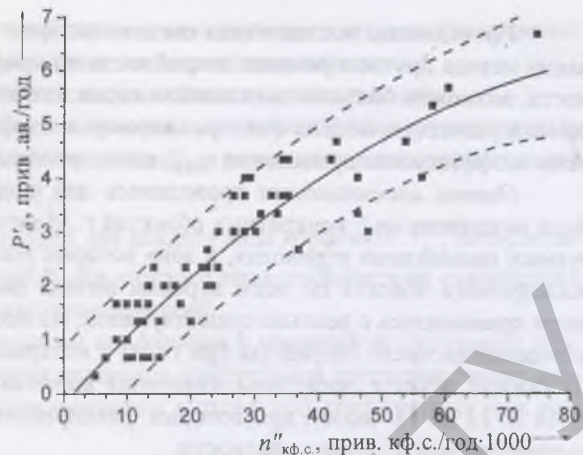


Рис. 2. Зависимость приведенной аварийности от приведенных конфликтных ситуаций (конфликт № 1, усовершенствованный метод)
 $P'_a = -0,18 + 0,129n''_{кф.с.} - 0,0006n''_{кф.с.}^2$ ($R = 0,84$;
 F – критерий = 169,5; $E = 0,61$)
 ----- границы 90 % доверительного интервала

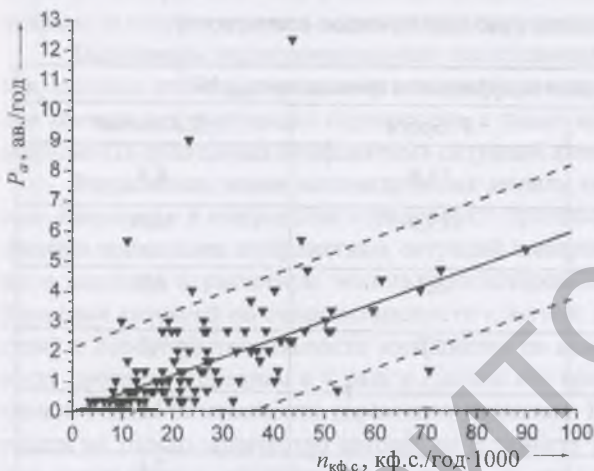


Рис. 3. Зависимость аварийности от конфликтных ситуаций (конфликт № 3, существующий метод)
 $P_a = 0,06n_{кф.с.}$ ($R = 0,63$; F – критерий = 118,4; $E = 1,1$)
 ----- границы 90 % доверительного интервала

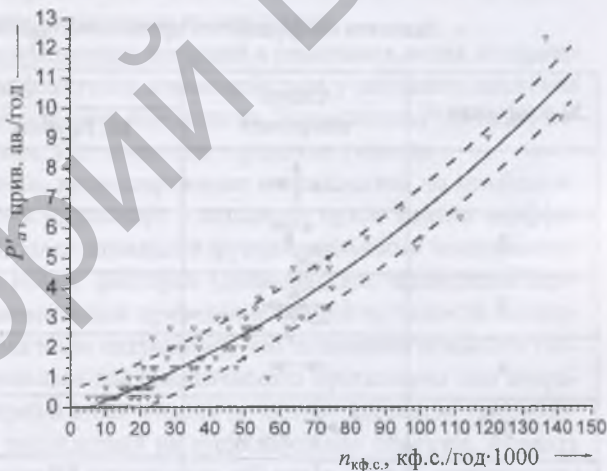


Рис. 4. Зависимость приведенной аварийности от приведенных конфликтных ситуаций (конфликт № 3, усовершенствованный метод)
 $P'_a = -0,211 + 0,04n''_{кф.с.} + 0,00027n''_{кф.с.}^2$ ($R = 0,89$;
 F – критерий = 301; $E = 0,61$)
 ----- границы 90 % доверительного интервала

Таблица 4

Результаты расчетно-экспериментальных исследований конфликтных ситуаций

№ конфликта N_i	Динамические коэффициенты приведения				Порог чувствительности, кф.с./ч	$K_{пак}^{\Sigma}$	Расчетная функция для определения числа приведенных аварий P'_a : $P'_a = f(n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3})$, прив. ав./год
	конфликтных ситуаций		аварий				
	$K_{пк}^P$	$K_{пк}^C$	$K_{пак}^P$	$K_{пак}^C$			
1	4	11	2	6	0,04	1,185	$P'_a = -0,0006(n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3})^2 + 0,129n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3} - 0,18$
2	9	25	3	10	0,08	1,213	$P'_a = 0,113n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3} - 0,52$
3	7	36	7	16	0,3	1,132	$P'_a = 0,00027(n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3})^2 + 0,04n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3} - 0,211$
4	13	61	9	23	0,3	1,268	$P'_a = 0,073n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3}$
5a	32	72	10	18	0,08	8,736	$P'_a = 0,002(n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3})^2 + 0,067n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3} - 0,369$
5б	36	81	11	22	0,04	10,289	$P'_a = 0,00027(n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3})^2 + 0,038n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3} - 0,435$
6	27	38	6	15	0,14	5,495	$P'_a = 0,067n''_{кф.с.} \cdot 10^{-3} - 0,406$

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что возможности дальнейшего совершенствования метода прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям еще не исчерпаны [15]. В частности, возможна бóльшая детализация видов конфликта (например, пересечение справа или слева), введение в расчетную модель фактора скорости и конфликтных зон. Также в результате исследований получены коэффициенты приведения $\eta_{\text{кф.с.}}$, адаптированные к условиям Республики Беларусь.

Оценка адекватности проводилась для существующего и усовершенствованного методов. Она была выполнена на 5 конкретных объектах г. Минска: трех регулируемых перекрестках и двух нерегулируемых пешеходных переходах, в зоне которых расположены искусственные неровности. Для каждого исследуемого объекта по всем версиям метода рассчитывалась прогнозируемая аварийность, которая затем сравнивалась с реально существующей. На исследуемых объектах для каждого типового конфликта определялось число аварий (за три года) с материальным ущербом, ранением и смертельным исходом. На каждом объекте проведены измерения конфликтных ситуаций в течение 5 часов светлого времени суток (с 13 до 18 часов), при которых фиксировалось место возникновения конфликтных ситуаций, их количество, вид и степень опасности.

Затем были выполнены расчеты по определению прогнозируемого числа аварий и оценке точности прогноза по трем версиям метода – усовершенствованному, адаптированному и существующему (табл. 5). При этом для существующего метода расчеты выполнялись по коэффициентам $\eta_{\text{кф.с.}}$, взятым из литературных источников [10 – 11].

Таблица 5

Значения коэффициента приведения $\eta_{\text{кф.с.}}$, принятые в расчетах по оценке адекватности

№ конфликта N_j	Схема конфликта	Значения коэффициента приведения $\eta_{\text{кф.с.}} 10^{-5}$		
		Ю. Врубель	Р. Браун	Д. Капский
1		–	11,9	6,2
2		–	13,0	18,4
3		–	5,1	6,0
4		–	7,0	9,1
5а		3,0	–	2,9
5б		8,0	–	7,4
6		2,0	–	2,7

Расчеты выполнялись для каждого вида конфликта и исследуемого объекта. При этом ошибки прогноза суммарно для каждого вида конфликта, объекта и для всего метода определялись как средневзвешенные частных значений по фактическому числу аварий. Установлено, что усовершенствованный метод обладает более высокой точностью прогноза как для каждого вида конфликта, так и для каждого исследуемого объекта (в среднем в 4 раза) и является пригодным для применения в практике организации дорожного движения. Что касается адаптации метода к условиям Республики Беларусь, то она не привела к значимым результатам, поскольку полученное изменение точности прогноза (в среднем от –1 до + 7 %) находится в пределах расчетной погрешности.

Методика оперативной оценки эффективности включает в себя следующее. Непосредственно после внедрения мероприятия на реальном существующем объекте проводится измерение конфликтных ситуаций в течение 5 часов светлого времени суток (примерно с 13 до 18 часов) рабочего дня недели (на новых или реконструируемых объектах – через 5...7 дней). На больших четырехсторонних перекрестках измерения проводят два наблюдателя, на трехсторонних или небольших четырехсторонних перекрестках и искусственных неровностях – один. Наблюдатели должны располагаться на расстоянии 15...25 м от исследуемого объекта, чтобы уверенно держать в поле зрения либо свой сектор, либо весь объект.

Наблюдатели должны пройти специальный инструктаж с видеопозаказом, чтобы они могли уверенно идентифицировать конфликтные ситуации, разделяя их на легкие, средние и тяжелые. При возникновении конфликтной ситуации наблюдатель отмечает ее место на плане объекта, вид конфликта, степень

опасности и время. Желательно, чтобы оба наблюдателя находились в постоянном контакте, что позволит в случае необходимости обсудить спорную ситуацию и прийти к согласованному мнению.

Расчет прогнозируемого числа аварий проводится в следующей последовательности:

- для каждого вида конфликта в пределах всего перекрестка определяется число конфликтных ситуаций всех трех степеней опасности (легкой, средней и тяжелой) и рассчитывается среднегодовое число расчетных приведенных конфликтных ситуаций $n_{\text{кф.с}}^n$;

- определяется вероятное число приведенных аварий для каждого вида конфликта P'_a , которое затем переводится в вероятное число неприведенных аварий P_a для каждого вида конфликта по суммарному динамическому коэффициенту приведения аварий по тяжести последствий;

- в заключение суммируются все аварии по всем видам конфликтов в пределах исследуемого объекта. В некоторых случаях, когда явно нет необходимости проводить контрольное прогнозирование аварийности по всему объекту, можно ограничиться прогнозированием в отдельной конфликтной зоне или даже в отдельном виде конфликта.

Результаты сверяются с данными, полученными по методу «конфликтных зон» и принятыми в качестве исходных для выбора решений. В случае значимых расхождений делается повторная контрольная оценка и если результаты подтверждаются, внедряемое мероприятие корректируется.

Заключение. В результате проведенных исследований разработана методика оперативной оценки эффективности внедряемых мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на базе метода прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям, которая позволяет оценить и при необходимости скорректировать мероприятия непосредственно в процессе их внедрения.

Выполнены экспериментальные исследования конфликтных ситуаций в различных видах конфликтов, которые позволили установить закономерности конфликтного взаимодействия участников движения при проезде регулируемого перекрестка, а также искусственной неровности. Установлены значения коэффициента приведения конфликтных ситуаций к авариям, учитывающие городские условия.

Разработана новая математическая модель *метода прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям* в конфликтах «транспорт – транспорт» и «транспорт – пешеход» путем замены коэффициентов приведения конфликтных ситуаций к авариям более сложными функциональными зависимостями и введения в расчетную модель прогнозирования новых факторов (динамическое приведение конфликтных ситуаций по степени опасности к легкой, динамическое приведение аварий по тяжести последствий и порог чувствительности конфликтов по конфликтным ситуациям), что позволило повысить точность прогноза в среднем в 4 раза и сделать его приемлемым для практического применения при оперативной оценке безопасности дорожного движения. Разработанная модель позволяет адекватно прогнозировать не только количество аварий, но и тяжесть их последствий на существующих объектах, оценить запроюктированные технические решения по транспортной планировке объектов, схемы организации движения и режимы светофорного регулирования, реализованные на уличной сети Республики Беларусь (F -критерий ≥ 169 ; R 0,79; $E \leq 0,74$). Представляется возможным дальнейшее совершенствование метода прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям путем более детальной классификации конфликтов по видам и введения в расчетную модель прогнозирования новых факторов, влияющих на аварийность, в частности скорости движения и конфликтных зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 14 июня 2006 г., № 757 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 5/22459.
2. Глобальный кризис в области безопасности дорожного движения. Повышение безопасности дорожного движения во всем мире: Пункт 46 повестки дня 24 февраля 2010 года // Шестидесят четвертая сессия Генеральной ассамблеи ООН [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.unecsc.org/trans/doc/2010/wp1/WP1-59-INF1e.pdf>. – Дата доступа: 11.04.2010.
3. Владимиров, Н.И. Организация процессов обслуживания транспортных средств: учеб. пособие / Н.И. Владимиров, А.Н. Медведев. – Рига: Ин-т транспорта и связи, 2011. – 206 с.
4. Кайгородова, Т.В. Безопасность дорожного движения / Т.В. Кайгородова, А.В. Иванов, Е.И. Зимина // Информационный бюл. для руководителей здравоохранения ФГУ Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения Росздрава [Электронный ресурс]. – 2007. – № 28. – Режим доступа: http://whodc.mednet.ru/component/option,com_attachments/id,43/task,download. – Дата доступа: 08.12.2008.

5. Collision warning with auto brake – a reallife safety perspective / E. Coelingh [et al.] // Proc. of 20th Enhanced Safety of Vehicle Conference. – Lyon, France, 2007. – 9 p.
6. Справочно-информационные материалы «Состояние безопасности дорожного движения в Республике Беларусь в 1999 – 2006 годах и наметившиеся тенденции»: аналит. сб. / под общ. ред. В.Л. Филистовича. – Минск: Полиграф. центр МВД Респ. Беларусь, 2007. – 124 с.
7. Аналитический сборник по аварийности. – Минск: Полиграф. центр МВД Респ. Беларусь, 2008. – 81 с.
8. Состояние безопасности дорожного движения в Республике Беларусь в 1999 – 2008 годах и наметившиеся тенденции: аналит. сб. / сост.: В.В. Бульбенков, А.А. Сушко, О.Г. Ливанский; под общ. ред. А.Н. Кулешова. – Минск: Полиграф. центр МВД Респ. Беларусь, 2009. – 144 с.
9. Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь в 2010 году: аналит. сб.; сост.: В.В. Бульбенков, О.Г. Ливанский; под общ. ред. Е.Е. Полудня. – Минск: МВД Респ. Беларусь, 2011. – 89 с.
10. Капский, Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении: моногр. / Д.В. Капский. – Минск: БНТУ, 2008. – 243 с.
11. Врубель, Ю.А. Определение потерь в дорожном движении: моногр. / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Е.Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 240 с.
12. Врубель, Ю.А. Потери в дорожном движении / Ю.А. Врубель. – Минск: БНТУ, 2003. – 380 с.
13. Врубель, Ю.А. Организация дорожного движения: в 2 ч. / Ю.А. Врубель. – Минск: Белорус. фонд безопасности дорожного движения, 1996. – Ч. 1. – 328 с.
14. Кот, Е.Н. Повышение эффективности и безопасности движения пешеходных и транспортных потоков на перекрестках совершенствованием средств и режимов светофорного регулирования: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Е.Н. Кот. – Минск, 2006. – 172 л.
15. Капский, Д.В. Совершенствование метода прогнозирования дорожной аварийности по конфликтным ситуациям / Д.В. Капский // Проблемы безопасности на транспорте: материалы V междунар. науч.-практ. конф.; М-во образования Респ. Беларусь, М-во транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. ж. д., Белорус. гос. ун-т транспорта; под общ. ред. В.И. Сенько. – Гомель, 2010. – С. 38 – 40.

Поступила 21.06.2011

METHODOLOGY FOR RAPID ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF MEASURES TO IMPROVE ROAD SAFETY

D. KAPSKY'S

The article presents the results of research to develop techniques for rapid assessment of the effectiveness of measures to improve road safety. They include improving the method of traffic conflict situations and to develop predictive models of accidents on conflict situations.