

ботка программных средств имитационного моделирования ТП ПТВ, построение имитационной модели, ее отладка и оценка технологических характеристик; 4) эксплуатация модели. Процесс моделирования является итерационным. На каждом этапе возможен возврат на предыдущие для корректировки и уточнения их результатов.

На этапе составления содержательного описания исходной технической информацией является типовой технологический процесс железнодорожной сортировочной станции и описание входящего транспортного потока. Выделены следующие аспекты ТП ПТВ ЖДС для последующей формализации: входящий транспортный поток; правила преобразования (управление накоплением) динамических единиц транспортного потока (расформирование прибывших поездов – накопление вагонов – формирование отправляющихся поездов); перечень и последовательность выполнения технологических операций с динамическими единицами транспортного потока (поезда, группы вагонов, вагоны); ресурсы для выполнения технологических операций; правила формирования откликов.

На этапе формализации аспекты ТП ПТВ ЖДС представлены в математических терминах. Выполняется выявление значимых параметров динамических единиц транспортного потока. Производится мониторинг времени выполнения ТХО, выделение специфических условий выполнения ТХО, построение функций распределения времени выполнения для каждой ТХО и карты выполнения ТХО для динамической единицы транспортного потока в виде графа. Составляются списки ресурсов для каждой ТХО с указанием специфических условий использования ресурсов. Механизм накопления вагонов представлен в виде пулов накопления и суммирования. Составляется список откликов ИМ и приводятся формулы их расчета.

Все аспекты ТП ПТВ ЖДС (транзакты, ТХО, активности, ресурсы, менеджер модели, система распределения ресурсов, система накопления ССТ) представляют собой взаимодействующие объекты.

На этапе разработки программных средств построения имитационных моделей разрабатываются и реализуются объектная модель и алгоритмы универсальной имитационной модели ТП ПТВ ЖДС. Производится построение ИМ ТП ПТВ конкретной ЖДС Белорусской железной дороги и оценка технологических характеристик ИМ.

На этапе применения ИМ по разработанным методикам решаются следующие эксплуатационные задачи:

- 1) поиск узких мест в ТП ПТВ ЖДС при заданных параметрах ТП;
- 2) исследование влияния интенсивности входного потока на показатели работы станции;
- 3) исследование влияния числа и состава ресурсов на показатели ЖДС при различной интенсивности входного потока;
- 4) установление зависимости времени нахождения вагонов на станции от изменения нормы длины формируемых поездов;
- 5) установление зависимости времени нахождения вагонов на станции от числа назначений ПФ;
- 6) нормирование показателей работы ЖДС при различных вариантах организации ТП.

УДК 656.13.08

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ АВАРИЙНОСТИ ПО КОНФЛИКТНЫМ СИТУАЦИЯМ**

*Д. В. КАПСКИЙ*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Оптимизация принимаемых решений по организации движения – один из самых доступных, оперативных, некапиталоемких и в то же время эффективных методов повышения безопасности дорожного движения. Чтобы внедрить этот метод в Республике Беларусь, в рамках исследований была разработана научно-методическая система повышения безопасности движения в городских очагах аварийности. Для реализации этой системы были разработаны методика оперативной контрольной оценки аварийной эффективности внедряемых мероприятий, включая совершенствование метода прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям. Метод конфликтных ситуаций – один из самых современных и оперативных методов прогнозирования аварийности на конфликтных

объектах. Он основан на существовании зависимости между количеством аварий и количеством конфликтных ситуаций. Подсчитав за относительно небольшое время количество конфликтных ситуаций на данном объекте, переведя его в среднегодовое число и перемножив на подходящий к этому случаю коэффициент приведения, определяют вероятное число аварий за год.

Однако полученный таким образом прогноз не всегда отличается высокой точностью, поскольку он не учитывает степень опасности конфликтных ситуаций и тяжесть последствий аварий. Поэтому было применено так называемое динамическое приведение средней и тяжелой конфликтных ситуаций к легкой. Динамический коэффициент приведения определяется как отношение условной опасности (риска аварий средней или тяжелой конфликтных ситуаций к условной опасности легкой конфликтной ситуации. Подобным образом было выполнено и динамическое приведение аварий по тяжести последствий. Динамический коэффициент приведения аварий определяется как отношение условной тяжести аварии с ранением или со смертельным исходом к условной тяжести аварии с материальным ущербом.

Были выполнены расчетно-экспериментальные исследования, включающие анализ аварийности, экспериментальные измерения конфликтных ситуаций, расчетный поиск наилучших зависимостей (рисунок 1) между приведенными конфликтными ситуациями и авариями, а также оценку адекватности полученных зависимостей. Исследования производились на 100 регулируемых перекрестках и 80 искусственных неровностях. Исследовались зависимости между конфликтными ситуациями и авариями в шести типовых конфликтах. Исследуемая выборка составила 3360 аварий, в т.ч. 2946 с материальным ущербом, 395 с ранением и 19 со смертельным исходом. Исследуемая выборка конфликтных ситуаций составила 14793, в т.ч. 14562 легких, 173 средних и 58 тяжелых. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа аварийности

Типовые конфликты		Среднегодовое число аварий в зависимости от тяжести последствий, па/да			
		материальный ущерб	с ранением	со смертельным исходом	Σ
	1	115,333/0,867	16,000/0,12	1,667/0,013	133,0/0,119
	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	129,667/0,977	2,333/0,018	0,667/0,005	132,667/0,118
	4	349,667/0,967	11,333/0,031	0,667/0,002	361,667/0,323
	5	2,000/0,118	14,667/0,862	0,333/0,020	17,000/0,015
	5	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
	Σ един.	982,000/0,877	131,667/0,117	6,333/0,006	1120,000/1,000

В результате исследований конфликтных ситуаций при взаимодействии пешеходных и транспортных потоков, а также транспортных потоков между собой на регулируемых перекрестках и пешеходных переходах, расположенных в местах установки искусственных неровностей позволили разработать усовершенствованный метод прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям, отличающийся динамическим приведением конфликтных ситуаций разной степени опасности и аварий различной тяжести последствий, что позволяет прогнозировать не только количество аварий, но и тяжесть их последствий и повысить (до 1,5 раза) точность прогноза. Это повышение точности стало возможным в связи с учетом «порога чувствительности» применительно к количеству приведенных к легким конфликтных ситуаций для различных типов конфликта. В дальнейшем теорию «конфликтных зон» целесообразно более широко изучить при исследовании конфликтных ситуаций. Возможно применение теоретических основ, установленных при разработке метода «Конфликтных зон» к методу прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям в части зон конфликтного взаимодействия транспортных и пешеходных потоков, распознавания легких конфликтных ситуаций, учета фоновой аварийности, и режимов конфликтного взаимодействия на регулируемых объектах.

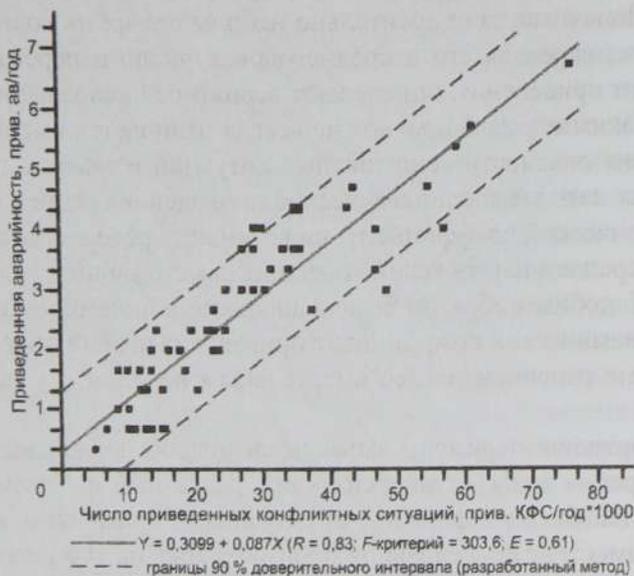


Рисунок 1 – Зависимость среднегодового числа приведенных аварий от количества динамически приведенных КФС (конфликт № 1) (усовершенствованный метод)

Повышения точности также можно достигнуть за счет учета специфики возникновения конфликтных ситуаций в регулируемом и нерегулируемом режимах работы светофорных объектов. Установлены значения легких конфликтных ситуаций, которые не вызывают аварий, для восьми типов конфликтов. Эти значения находятся в диапазоне 0,1–4 КФС/час. Установлены коэффициенты динамического приведения конфликтных ситуаций по их тяжести и динамические коэффициенты приведения аварий по тяжести последствий.

УДК 656:625

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАНИРОВКИ ГОРОДОВ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА (НА ПРИМЕРЕ Г. ПИНСКА)

Д. В. КАПСКИЙ, Е. Н. КОТ, Е. Н. КОСТЮКОВИЧ, А. С. ПОЛХОВСКАЯ, А. В. КОРЖОВА,  
Д. В. МОЗАЛЕВСКИЙ, А. В. АРТЮШЕВСКАЯ, А. Д. ЛУКЬЯНЧУК  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научно-исследовательским центром дорожного движения БНТУ, НИЧ по заданию УП «БелНИИПградостроительства» выполнены исследования характеристик транспортных и пешеходных потоков, условий движения на улично-дорожной сети г. Пинска. Территория города в основном расположена на левом берегу р. Пины возле ее слияния с р. Припять, небольшая часть (ул. Столинская) расположена на правом берегу р. Пины вдоль городского участка автомобильной дороги Р6 «Ивацевичи – Пинск – Столин». Мост через р. Пину на автомобильной дороге Р6, расположенный в г. Пинске, является важнейшим «стратегическим» звеном автодорожной сети Республики Беларусь, обеспечивающим связь районов южного Полесья с остальной территорией страны. Проведены исследования по методикам БНТУ, изложенным в работах [Ю. А. Врубель, Д. В. Капский и Е. Н. Кот. Определение потерь в дорожном движении. – Мн.: БНТУ, 2006. – 252 с.; Ю. А. Врубель. Организация дорожного движения. В 2 ч. – Минск: Фонд БДД, 1996. – 634 с.; отчет о НИР: ГБ 08-34 «Разработка методики снижения очаговой аварийности в населенных пунктах» / Капский Д. В., Врубель Ю. А. и др. – Мн.: БНТУ, 2009. – 114 с].

Транспортные потоки наибольшей интенсивности в г. Пинске зафиксированы на путепроводе через железнодорожную линию Жабинка – Лунинец и 29 основных улицах. Наибольшая интенсивность движения (более 600 авт./ч в каждом направлении) зафиксирована на ул. Первомайской (северный и южный участки) и на путепроводе на ул. Солнечной. В группу улиц с интенсивностью