

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ВОСТОЧНОГО ОБХОДА

**М.Р. Якимов, М.Н. Ширинкин**

Пермский государственный технический университет

*Работая над реконструкцией протяженных участков дороги, важно на первоначальном этапе рассчитать и анализировать проекты на математических моделях. Разработанные математические модели позволяют делать точные прогнозы на 20–30 лет вперед и выявлять «узкие места» в проектах реконструкции, а также делать предложения по увеличению транспортной эффективности улично-дорожной сети. Чтобы проанализировать проект, математические модели предлагается создавать в макро- и микроуровнях. Создание таких моделей возможно при помощи программного комплекса PTV VISION.*

Рассмотрим работу моделей на проекте реконструкции Восточного обхода (ВО) г. Перми от развязки «Ива» до развязки с Чусовским мостом. Основной целью работы является выбор оптимальной схемы реконструкции ВО. Для анализа было предложено два возможных варианта реконструкции существующего ВО. Поставлена задача произвести моделирование для так называемых «старой» и «новой» схем движения транспорта, по результатам моделирования и анализа результатов рекомендовать к реализации одну из предложенных схем проекта реконструкции ВО.

Моделирование транспортных потоков на макроуровне осуществлялось для трех временных периодов: 2010, 2016 и 2030 гг. Прогнозирование во времени проводилось на основе расчета подвижности населения на прогнозный год. Для старой и новой схем проектов реконструкции ВО были проведены расчеты интенсивности движения транспортных потоков на участках с помощью транспортной модели г. Перми. Оценка качества функционирования улично-дорожной сети города в старой и новой схеме проекта реконструкции ВО проводилась на основе расчета значения параметра «среднее время реализации транспортных корреспонденций», рассчитываемого по формуле

$$t_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i,j} t_{ij} x_{ij}}{\sum_{i,j} x_{ij}},$$

где

$$t_{ij} = \frac{\sum_k t_{kij} \cdot x_{kij}}{\sum_k x_{kij}}, \quad x_{ij} = \sum_k x_{kij},$$

$x_{ij}$  – матрица корреспонденций;  $t_{ij}$  – матрица затрат, рассчитывается как средневзвешенное от нагрузок путе;  $x_{kij}$  – нагрузка пути номер  $k$  из района  $i$  в район;  $t_{kij}$  – время пути номер  $k$  из района  $i$  в район  $j$  в нагруженной сети.

Среднее время реализации транспортных корреспонденций выражает среднее время, затрачиваемое одним человеком на совершение одной транспортной корреспонденции.

При прогнозировании функционирования улично-дорожной сети города в транспортной модели изменяются транспортное предложение и транспортный спрос. Вследствие этого изменяются матрицы затрат и матрицы корреспонденций. Следовательно, изменяется и среднее время реализации транспортных корреспонденций. При его увеличении внешние изменения оцениваются как негативные, при уменьшении – как позитивные.

Результаты расчета среднего времени реализации транспортных корреспонденций приведены в таблице. Итоговые значения среднего времени реализации транспортных корреспонденций указывают на то, что вариант с новой схемой оказался лучше варианта со старой схемой для всех расчетных вариантов моделирования.

### Результаты расчета среднего времени реализации транспортных корреспонденций

Расчетный год моделирования	Среднее время реализации транспортных корреспонденций, мин	
	Новая схема	Старая схема
2010	37,97212	37,98353
2016	42,28757	42,29212
2030	70,71528	70,72554

Следующим этапом в работе являлось микромоделирование проектных предложений. Данные по интенсивности движения транспортных потоков были рассчитаны при помощи транспортной модели г. Перми. Расчет интенсивностей транспортных потоков рассматриваемого участка проводился в утренний час пик.

Далее на основе данных натурных обследований транспортных потоков по Чусовскому мосту за 2009 г. при моделировании была учтена структура транспортного потока. Данные были предоставлены Дорожным агентством Пермского края (рис. 1).

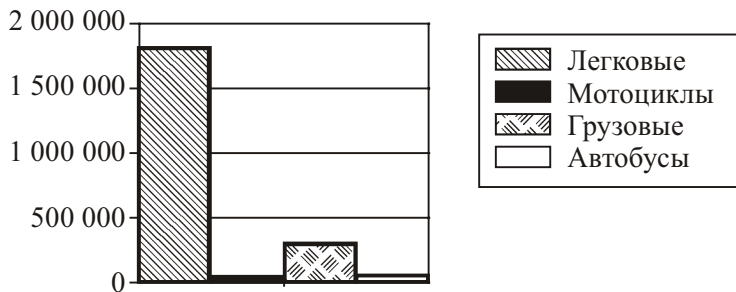


Рис. 1. Структура транспортного потока на Чусовском мосту

По проекту реконструкции на ВО стояла задача повысить скоростной режим движения транспортных средств до 110 км/ч. При микромоделировании для транспортного потока, движущегося по ВО, был задан желаемый интервал скоростей от 90 км/ч до 110 км/ч с распределением внутри интервала согласно закону, приведенному на рис. 2.

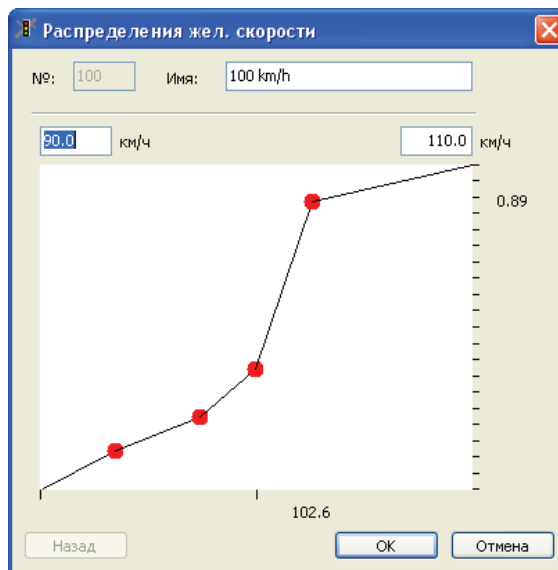


Рис. 2. Распределение желаемой скорости транспортного потока

На микроуровне геометрические модели сети созданы на основе проектных решений реконструкции ВО, предоставленных специали-

стами Дорожного агентства Пермского края (рис. 3). После создания геометрических моделей была произведена нагрузка рассчитанными интенсивностями транспортных потоков в прогнозе на 2010, 2016 и 2030 г. По сравнению с 2010 г. интенсивность транспортных потоков будет увеличена на 26 % в 2016 г. и на 60 % в 2030 г.

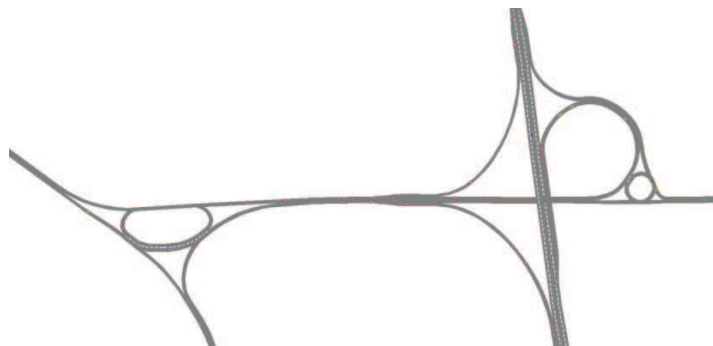


Рис. 3. Развязка «Новопермская ТЭЦ» в «новой» схеме организации

Для каждого года оценивалось время реализации внутригородских и внешних городских корреспонденций. Моделирование с полученными интенсивностями транспортных потоков для утреннего часа пик до 2030 г. не выявило проблемных мест в анализируемых схемах организации движения. Чтобы определить максимальную пропускную способность и найти «узкие» места в организации движения, исходную интенсивность транспортных потоков в час пик увеличивали в 2, 3, 4 раза по сравнению с их загрузкой на 2010 г., при этом баланс распределения интенсивности на различных маршрутах не изменялся. Такой прием помог определить «узкие» места проектных предложений. Несмотря на то что выявленные в результате моделирования проблемы функционирования реконструируемой части ВО возникают за пределами горизонта прогнозирования (2030 г.), информация о их существовании важна для проектировщиков.

Таким образом, микромоделирование показало, что до 2030 г развязки обеспечивают эффективную работу реконструируемого участка ВО, за исключением развязки «Новопермская ТЭЦ» в «старой» схеме проекта реконструкции. На данной развязке уже к 2030 г. возникают проблемы обеспечения скоростного режима 110 км/ч по ВО.

При анализе предельной пропускной способности лучшие результаты эффективности показали «новые» схемы проекта реконструкции и организации движения. И в заключение отметим, именно совместное

использование инструментов макро- и микромоделирования позволило компетентно оценить проектировочные решения и выбрать лучшее.

### **Список литературы**

1. Петров В.Ю., Петухов М.Ю., Якимов М.Р. Анализ режимов работы улично-дорожной сети крупных городов на примере города Перми / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – 274 с.
2. Якимов М.Р. Транспортные системы крупных городов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 144 с.

Получено 16.08.2010