

# Имитационное моделирование ТПУ метрополитена

Система транспортно-пересадочных узлов (далее – ТПУ) представляет самостоятельную и достаточно значимую часть транспортной инфраструктуры, определяющую эффективность транспортного комплекса территории (агломерации) и развития всех видов транспорта общего пользования.

Необходимость комплексной реконструкции транспортной инфраструктуры, одним из основных направлений которой является формирование и развитие системы современных транспортно-пересадочных узлов, обеспечивающих интермодальное взаимодействие всех элементов транспортной системы и городской среды, назрела, прежде всего, в крупных российских агломерациях.

Transfer knots are independent and significant part of the transport infrastructure. Simulation modeling is the most effective way of solving problems on the optimization of the structure of the transfer knots with the all variety of transport situations and their stochastic occurrence. Simulation solutions by ITC Consulting and presented in the article.

Одной из приоритетных задач транспортной политики региона (территории, агломерации) является опережающее развитие и трансформация пассажирской транспортной инфраструктуры в условиях стремительных темпов развития мегаполисов в соответствии с ростом количества жителей и рабочих мест, создающихся в городе и ближайшем пригороде.

Имитационное моделирование является наиболее эффективным способом решения задач по оптимизации структуры ТПУ с учетом всего

многообразия транспортных ситуаций и их стохастического проявления.

В существующих социально-экономических условиях процесс формирования транспортных узлов происходит особенно быстро и нередко стихийно, без должной архитектурно-планировочной организации пространства, без учета общей градостроительной ситуации и организации пешеходных путей, без должного благоустройства, озеленения и т.п.

ТПУ является узловым элементом планировочной структуры города, в



Рис. 2. Неравномерность распределения пассажиров по составу

котором осуществляется пересадка пассажиров между различными видами городского пассажирского и внешнего транспорта или между различными линиями одного вида транспорта, а также попутное обслуживание пассажиров объектами социальной инфраструктуры.

В состав ТПУ могут входить торговые зоны (магазины), в которых пассажиры могут приобрести необходимые товары в дорогу или при следовании домой. Анализ существующих траекторий передвижения пассажиров (тропиночная сеть) в зоне тяготения ТПУ поможет с наибольшей эффективностью разместить торговые зоны. При этом их размещение не должно препятствовать пересадке пассажиров с одного вида транспорта на другой (Рис. 1).

Оценить влияние торговых зон на движение пассажиропотока и транспортную доступность узла в целом можно, создав имитационную модель. Имитационное моделирование позволяет проводить различные эксперименты с транспортными объектами без значительных финансовых вложений и производственных рисков. При этом моделируется ситуация, максимально приближенная к реальной. Уникальность такого подхода заключается в том, что имитационное моделирование позволяет в виртуальном мире оценить работоспособность не только существующего, но и перспективного объекта и на этапе проектирования заложить необходимые мощности для эффективной его работы.

Необходимо отметить, что результат моделирования напрямую зависит от качества исходных данных. К примеру, если рассматривать данные по пассажиропотоку за час «пик», распределяя пассажиропоток равномерно, то качество результата будет ниже, чем при распределении с привязкой к каждому прибытию электропоезда. В таком случае, мы получим «залповые» нагрузки по пассажиропотоку и модель будет

намного реалистичнее. Также, если будет учтена неравномерность распределения пассажиров по составу (первый вагон густонаселён, последний вагон малонаселён), то результаты моделирования будут ещё точнее (Рис. 2).

С учетом выше перечисленных особенностей при моделировании перспективных ТПУ, сформированных на базе существующих станций метрополитена, специалистами ООО «ИТС Консалтинг» были определены оптимальные параметры обслуживающих сервисов (турникеты, кассы, терминалы оплаты), а также при помощи карты плотности пассажиропотока были определены места с максимальным скоплением пассажиров. В основе карты плотности лежит цветовая индикация, отображающая в режиме реального времени количество человек находящегося в единице исследуемой площади (Рис. 3).

Таким образом, были определены места со средней концентрацией пассажиров, в которых возможно размещение торговых площадей. Такие места расположены в населённом месте и, в то же время, размещение коммерческих объектов в таких местах не препятствует движению пассажиров.

Рис. 3 Карта плотности (вид сверху)

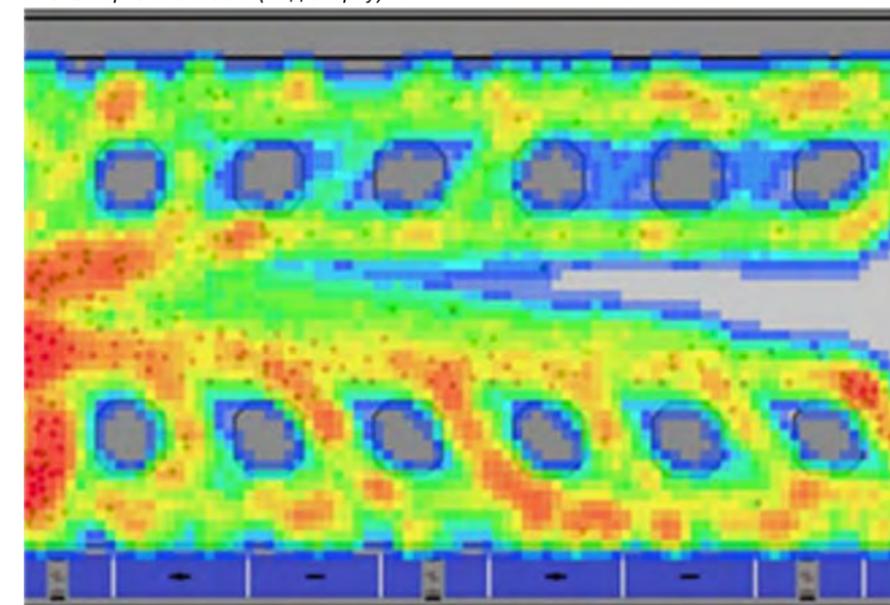
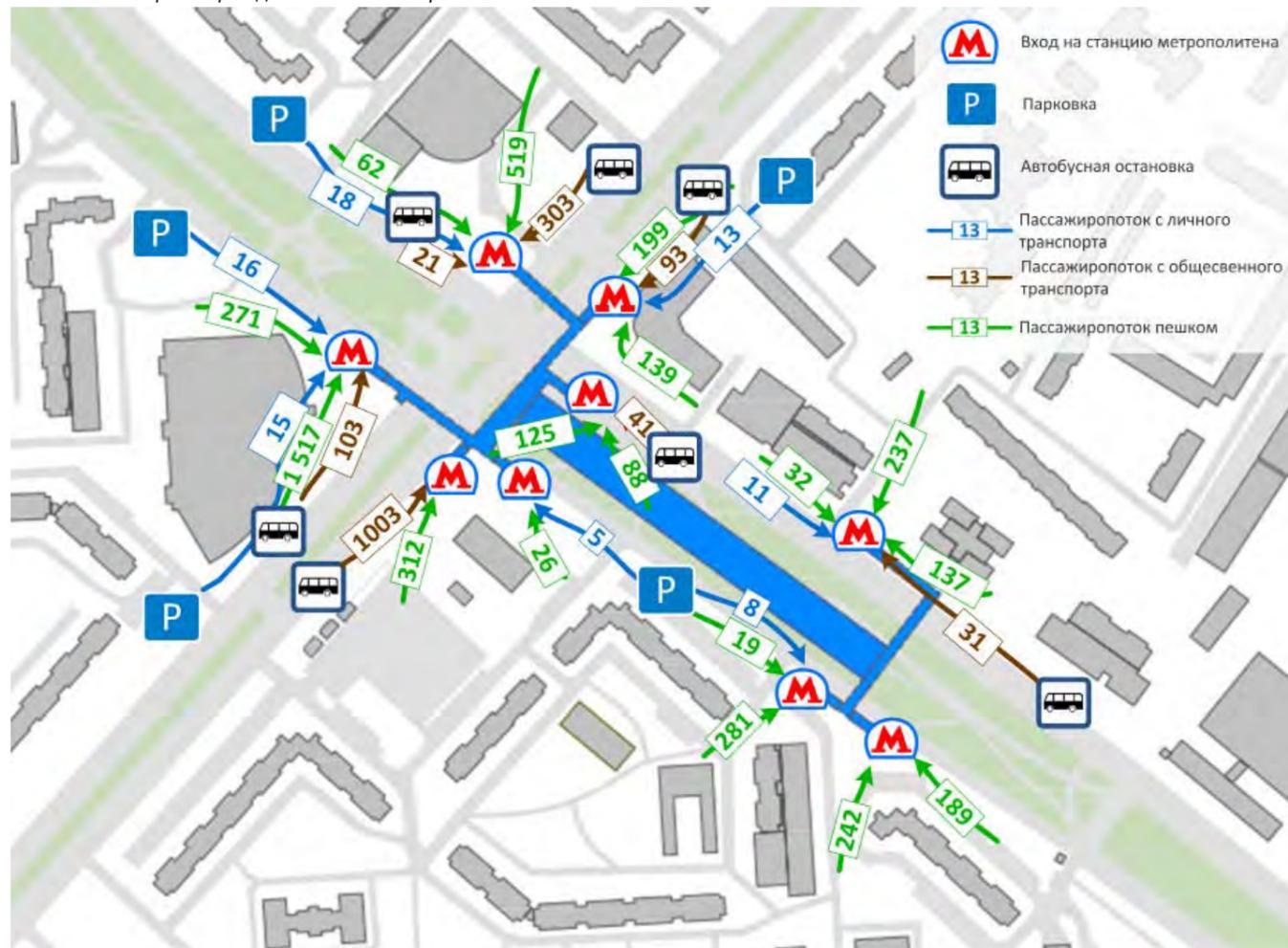


Рис. 1. Анализ траекторий движения пассажиров

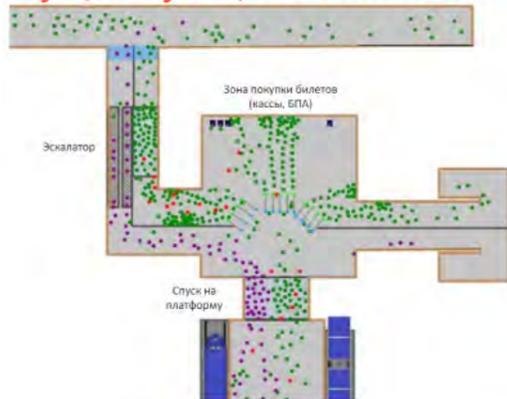


Оптимизацию технологической составляющей рассмотрим на примере вестибюля станции метрополитена. Специалистами ООО «ИТС Консалтинг» были решены задачи рационализации пропускной способности сервисов по обслуживанию пассажиров (кассы, БПА, турникеты и т.д.). На рис. 4 представлен один из примеров решения данной задачи, позволившего в существующих условиях и с минимальными инвестиционными затратами оптимизировать работу вестибюля станции метрополитена.

Для устранения заторов пассажиров в коридорах и перед турникетами было принято решение по разделению встречных потоков и изменению конфигурации турникетной линейки. Результатами моделирования явилось оптимизационное решение, без глобальных перестроек и капитальных вложений.

Вследствие исторически сложившейся транспортной ситуации и близлежащей застройки в зоне тяготения существующих станций метрополитена задача по реорганизации существующего пространства зачастую становится достаточно сложной или даже невыполнимой. При этом тесная связь транспортно-пересадочного узла с прилега-

**Существующее положение**



● Поток на вход  
● Поток на выход

**С учётом оптимизации**

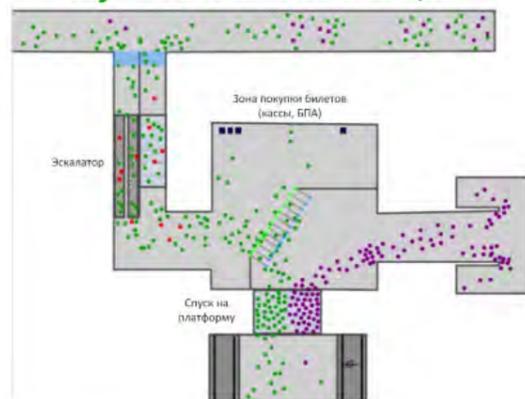


Рис. 4. Пример оптимизации работы турникетного зала метрополитена

ющей территорией и застройкой повышает ценность окружающего городского пространства, что требует обоснованного подхода к функциональному насыщению этой территории и рациональной планировочной организации парковочного пространства, автостанций, отстойно-разворотных площадок и других объектов.

Также необходимо учитывать транспортную ситуацию на подъездах/выездах в зоне тяготения станций метрополитена и прилегающей улично-дорожной сети (далее – УДС).

К числу основных факторов, влияющих на пропускную способность УДС и транспортную доступность объекта, следует отнести:

- возникновение заторов на дорогах;
- не организованные пешеходные переходы;
- хаотичные остановки общественного транспорта (маршрутных такси);
- стихийные парковки и т.д.

В результате возникает необходимость оптимизации УДС. В качестве примера рассмотрим УДС, прилегающую к существующей станции метрополитена.

На исследуемом участке УДС перед светофором в утренний час «пик» образуется затор. Если учитывать рост автомобилизации мегаполисов, то с течением времени затор будет только увеличиваться. Когда данную проблему симулировали в специализированной программной среде (Рис. 5), сразу были определены «узкие места», из-за которых образовывался затор. Примечательно то, что решение по оптимизации заключалось не в масштабном расширении дороги или строительстве развязки, а в локальных изменениях, таких, как расширение отдельного участка дороги на одну дополнительную полосу, строительство заездного кармана для автобусной остановки и оптимизация светофорных фаз.

Безусловно, эту проблему можно было решить и другими способами, но они оказались бы более затратными. С помощью имитационного моделирования было найдено решение для максимально эффективного использования существующей инфраструктуры с минимальным её развитием.

Учитывая изложенное, можно сказать, что имитационное моделирование является важной составляющей в процессе разработки решений по оптимизации существующих или строительству новых многофункциональных транспортных объектов. Оно позволяет сэкономить на экспериментах с реальными действующими объектами. Также имитационное моделирование позволяет спрогнозировать ситуацию в будущем, ответить на вопрос «что будет, если?» и заранее обезопасить себя от дополнительных производственных и финансовых затрат.

При помощи моделирования можно найти наиболее эффективную конфигурацию исследуемого объекта, рассчитать пропускные способности, проверить устойчивость объекта к нештатным ситуациям, выявить места с возможными затруднениями и принять решения по оптимизации на стадии проектирования.

Зам. генерального директора  
ООО «ИТС Консалтинг»,  
**Пашкевич А.Г.**  
Тел.: +7(495) 221-4686  
e-mail: pashkevich@itscase.ru

**Существующее положение**



**С учётом оптимизации**



Рис. 5. Пример оптимизации УДС вблизи станции метрополитена



# InnoTrans 2016

20–23 SEPTEMBER · BERLIN

International Trade Fair for Transport Technology  
Innovative Components · Vehicles · Systems

[innotrans.com](http://innotrans.com)



## THE FUTURE OF MOBILITY

Контакт  
Представительство Мессе Берлин в России и СНГ  
Ленинский проспект, 32а, подъезд 7  
этаж 4, МИТС, 119991 Москва  
T/F +7 495 785 36 43  
[info@messe-berlin.ru](mailto:info@messe-berlin.ru)

