

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ РАСЧЕТА ИНФРАСТРУКТУРЫ В ИНВЕСТИЦИОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЕКТАХ

И.П. Владимирская (НПХ "Стратег")

Приведен краткий анализ существующих методов расчета транспортных систем. Отмечены недостатки методик, которыми пользуются проектные организации на современном этапе. Предложено для расчета сложных объектов использовать имитационную систему ИСТРА, учитывающую сложное взаимное влияние технической структуры и технологии работы транспортных объектов<sup>1</sup>.

Ключевые слова: транспортные системы, узел, станция, имитационное моделирование, технология, расчет сложных объектов.

Экономическое взаимодействие различных производственных систем должно сопровождаться надежными и эффективными транспортными связями. Для этого транспортная инфраструктура должна быть хорошо развита. Чтобы достичь такого положения, нужны серьезные инвестиции. В связи с этим в нашей стране разработана и реализуется Федеральная целевая программа "Модернизация транспортной системы России"; ставятся весьма серьезные задачи по развитию транспортной инфраструктуры.

Транспортные системы, такие как железнодорожные станции и транспортные узлы имеют сильную структурную и функциональную связность и трудно поддаются расчету. За последние десятилетия накопился определенный опыт применения тех или иных методологических подходов и моделей для расчета и оптимизации транспортных систем.

Строгий анализ показывает, что зачастую научные методы использовались некорректно. Существовали разные научные школы, которые могли придерживаться различных, а то и противоположных взглядов.

Анализ теоретических источников и особенно существующей практики оценки инвестиционных проектов в области транспорта показывает, что значительно переоценивается надежность их технологической основы — прогноза потоков и расчета технических и технологических параметров, и, тем самым, существенно занижается возможный разброс в показателях эффективности проектируемой транспортной системы (рис. 1).

Анализ фактической реализации такого рода проектов дает возможность заключить, что технологиче-

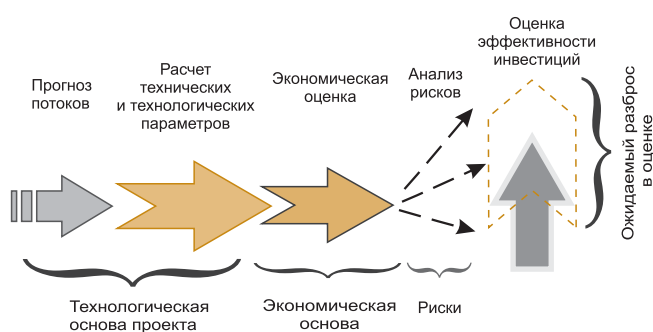


Рис. 1. Предполагаемая схема расчета в оценке эффективности инвестиций

<sup>1</sup> Статья подготовлена по материалам одноименного доклада, прозвучавшего на IV Всероссийской научно-практической конференции ИММОД-2009.

ская основа при существующей методологии значительно более зыбкая. Расчетные технические и технологические параметры чаще всего не соответствуют реальным условиям работы и возможный разброс в оценке эффективности недопустимо велик (рис. 2).

### Существующие методики

Существуют четыре основных подхода, которые использовались в той или иной мере для расчета пропускной способности железнодорожных станций и отдельных их элементов, числа путей в парках и т.п.:

- аналитический детерминированный расчет по аналитическим формулам;
- аналитический вероятностный расчет по формулам теории массового обслуживания;
- графо-аналитический подход построения суточного плана — графика;
- имитационное моделирование, то есть подробное воспроизведение технологии в компьютерной модели и проведение экспериментов.

Все методы, кроме последнего, дают большие погрешности. Современные станции и транспортные узлы являются сложными системами, которые нельзя рассчитывать по частям, ибо слишком сильно их взаимное нелинейное влияние.

Метод должен достаточно точно и полно отображать схему путевого развития, ТП, влияние случайного разброса в продолжительности операций и диспетчерского управления.

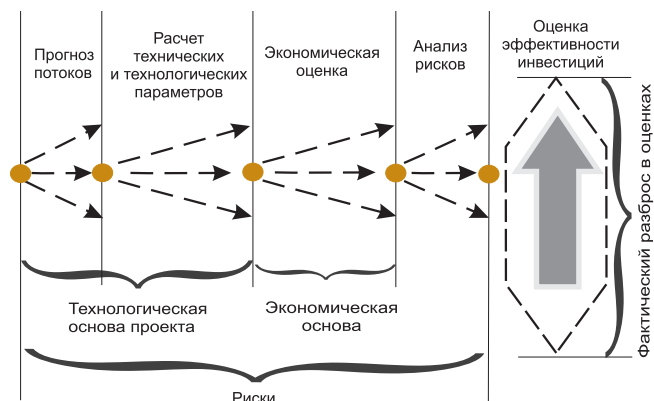


Рис. 2. Фактическая схема оценки эффективности инвестиций

Анализ расчетов проектируемых транспортных систем проектными организациями показывает, что ошибки могут быть весьма значительными.

Утвержденная для ОАО РЖД "Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог" (МПС СССР; утв. 24.04.1989 г.) использует аналитический детерминированный подход и, следовательно, сохраняет все погрешности этого метода.

Основные недостатки инструкции:

а) станция рассчитывается по частям — отдельно парки, горловины, сортировочные и грузовые устройства. Это неверно, так как их взаимные влияния могут быть сильными;

б) из-за невозможности отобразить сложную схему горловин и взаимодействие ее с потоками выбирается наиболее загруженная стрелка, и по ней считается пропускная способность. Это неверно, так как структурные свойства станции преобразовывают транспортные потоки так, что к разным стрелкам они подходят по-разному. Расчеты на модели станции Новороссийск (Краснодарский край), например, показывают, что нет прямой зависимости между загрузкой стрелочной группы и задержками из-за нее (рис. 3);

в) влияние случайного разброса в интенсивности потока и в продолжительности операций учитывается некоторым коэффициентом  $\rho$ , на который сваливается совершенно непосильная ноша: "в условиях внутрисуточной неравномерности движения грузовых поездов, разной продолжительности выполнения одних и тех же операций с конкретными составами, неравномерности поездообразования, влияния смежных устройств, возникновения отказов технических устройств и действия других объективных факторов станционные пути должны обеспечивать устойчивую работу станции с высокой эксплуатационной надежностью. Влияние указанных факторов оценивается технически необходимой долей пропускной способности  $\rho$ ";

г) расчет числа путей в парках исходит из их загрузки технологическими операциями, то есть полезного использования. Однако оно может существенно варьироваться. Например, на станции Новороссийск при согласованном и несогласованном подводе грузов наблюдается совершенно различная картина;

д) вручную приходится выполнять огромную рутинную работу, которую нужно будет повторять при любом изменении схемы путей или технологии.

Мировой опыт доказывает, что корректно рассчитать объект со сложной структурой можно только с помощью подробной имитационной модели. Для этого необходима развитая имитационная система моделирования с подпрограммой САПР.

#### Имитационная система транспорта ИСТРА

Имитационная система транспорта ИСТРА, разработанная НПХ "Стратег" (Москва), позволяет рас-

<sup>2</sup> Технические параметры транспортной системы: мощность сортировочных и грузовых устройств; число путей на станциях, морских причалов, локомотивов, кранов и погрузчиков; емкость склада и др.

считывать технические и технологические<sup>2</sup> параметры систем железнодорожного и других видов транспорта, применяя имитационное моделирование.

Подсистема автоматизированного проектирования ИСТРА — САПР позволяет удобно отображать схему путевого развития и технологию моделируемого объекта. Пользователю не требуется знать программирование. ИСТРА — САПР имеет широкий набор инструментов с поясняющими подсказками. Имеется и специальная обучающая программа, которая в динамике показывает весь процесс построения модели. Последовательность имитационных экспериментов позволяет выстроить рациональную структуру транспортной системы, что достижимо, в первую очередь, устранением "узких мест" в структуре системы и в структуре ТП (выравнивание задержек).

В результате имитационного эксперимента система ИСТРА формирует данные о ходе его исполнения, причем для каждой исполненной операции в отчет заносятся не только время ее начала и продолжительность, но и информация обо всех задействованных в ходе выполнения операции элементах имитационной модели. Это позволяет получать не только базовый набор отчетов, но и создавать дополнительные отчетные формы, акцентируя внимание на интересующие исследователя показатели [1].

Модель выдает исчерпывающий набор количественных и качественных показателей работы транспортной системы, что особенно важно при развитии или проектировании станции или узла. Например, по модели можно детализировать задержки в системе из-за устройств по операциям, то есть определить

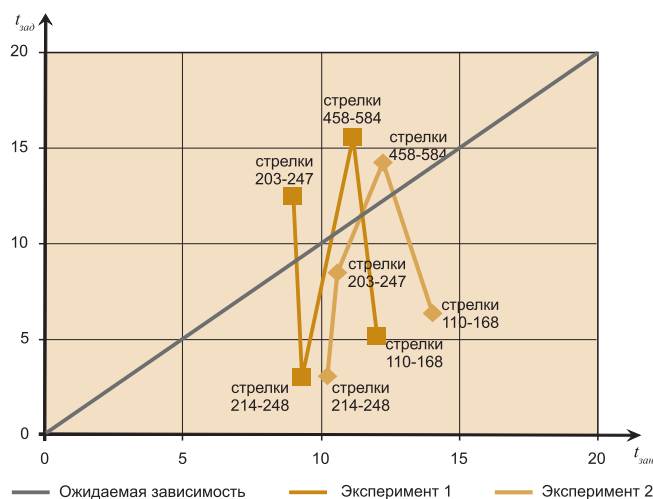


Рис. 3. Отсутствие прямой зависимости между уровнем загрузки стрелки и задержками из-за нее, где  $t_{зад}$  — время задержки,  $t_{зан}$  — время занятости

"Узкие места" структуры			
Показатель	Задержка		
	Графически	Суммарн. (ч/сут)	Средн. на операцию (ч/сут)
5 Группа бригад осмотр по отправлению		12 19	00 07
6 2 п. горючий		10 54	00 04
7 1 п. горючий		09 38	00 01
8 Группа бригад осмотр по прибытию		07 35	00 03
9 Стр. 323, 333, 341, 353, 363, 367		06 24	00 01
10 Стр. 217, 219, 221, 223, 227, 229, 231		04 56	00 06
11 Горка		04 19	00 02
12 Стр. 1, 4, 5, 7, 21, 22, 23, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 36		02 16	00 01
13 Стр. 7#87, 89, 109, 111		01 56	00 00
14 Стр. 271, 273, 281, 283, 287, 293		01 38	00 03
15 Стр. 327, 329, 331, 337, 339		01 20	00 00
16 Стр. 2#8, 2#1, 2#6, 2#9, 211, 213, 215		01 17	00 01
17 Стр. 2, 3, 6, 8, 41, 42, 43, 44, 45, 51, 52, 53, 55, 56		00 49	00 00
18 132 п. деловой		00 43	00 00

Рис. 4. Детализация задержек из-за устройств по операциям

в каких операциях и какой величины возникали задержки из-за того или иного устройства (рис. 4). Кроме этого, система ИСТРА позволяет определять "узкие места" структуры и технологии транспортной системы в табличном и графическом виде, выделяя разными цветами задержки в зависимости от их величины на схеме путевого развития и "узкие места" технологии на схеме ТП.

Занятость (полезную и полную), а также устройства, вызывающие наибольшие задержки, можно увидеть непосредственно на схеме станции, построенной по данным моделирования. Они показаны разным цветом. При подведении курсора высвечивается название элемента и его занятость или величина задержки из-за него. Набор цветов настраивается пользователем.

Система выдает график исполненной работы по установленным нормативам, который печатается на плоттере или цветном принтере (частями для последующей склейки).

*Владимирская Ирина Петровна — канд. техн. наук, начальник отдела моделирования транспортных систем научно-производственного холдинга "Стратег".*

*Контактный телефон (495) 262-76-60, факс (495) 262-43-84. E-mail: shadow.moscow@gmail.com*

### К 25-летию компании Cisco: история операционной системы IOS

Операционная система IOS (Internetworking Operating System — ОС межсетевое взаимодействие), под управлением которой работают маршрутизаторы и коммутаторы Cisco, — одно из лучших сетевых системных программных средств в мире. Эта система поддерживает функционирование Internet, обеспечивая примерно 80% Web-трафика. Свой первый маршрутизатор Cisco выпустила в 1986 г., а уже через год среднемесячный объем их продаж достиг 750 тыс. долл. США. Сегодня как минимум 70 % дохода Cisco приносят продукты с предустановленной ОС Cisco IOS.

Успех новой ОС предопределили ряд решений, принятых на начальных этапах разработки. Во-первых, Cisco сделала кодовую базу IOS максимально гибкой и способной к быстрым изменениям, что позволило адаптировать ее к множеству платформ и легко внедрять новые функции. Другое важное новшество касалось поддержки "мостов", служивших наиболее распространенным способом подключения ПК к сетям. Метод маршрутизации и передачи трафика, примененный в IOS, решил множество проблем с "мостами", вызывавших серьезные сбои в корпоративных сетях и отпугивавших заказчиков от компаний, делавших упор на мостовые соединения.

В результате Cisco получила возможность быстро разрабатывать и совершенствовать различные версии IOS, которые в компании называют "поездами". Создать "поезд" легко, но как управлять огромным парком "локомотивов", каждый из которых уникален? Проблему удалось решить с помощью модульной структуры ПО. В рамках такого подхода с 2008 г. создаются стандартные пакеты исходного кода, которые можно использовать в разных

Система ИСТРА используется в течение ряда лет для расчета сложных объектов и доказала свою высокую достоверность и эффективность. Например, имитационная экспертиза проекта развития станции Карымская Забайкальской железной дороги позволила дать объективную оценку проекту и сэкономить более 1 млрд. руб. Сейчас выполняется имитационная экспертиза проекта развития транспортного узла Усть-Луга ОАО "РЖД". Достигнута договоренность об экспертизе транспортной составляющей масштабного проекта "Урал промышленный — Урал полярный".

Имитационная экспертиза должна стать составной частью любого транспортного проекта, как это принято в зарубежных странах. На сегодняшний день достигнуто соглашение с Министерством транспорта РФ о создании объединенной комиссии для утверждения требований к экспертизе, системе моделирования и модели. Следует отметить, что в утвержденном почти 30 лет назад методическом руководстве уже говорилось следующее: "Проверку загрузки отдельных устройств и оценку других технико-эксплуатационных показателей по вариантам проекта для узлов, пассажирских, пассажирских технических, сортировочных, а также крупных реконструируемых участков и грузовых станций следует выполнять методом моделирования работы станций на ЭВМ" [2].

### Список литературы

1. Козлов П.А., Козлова В.П. Расчет параметров проектируемых транспортных узлов // Железнодорожный транспорт. 2008. № 7.
2. Козлов П.А. Информационные технологии на транспорте в рыночной экономике // Транспорт Урала. 2004. № 2.

версиях ОС. В результате Cisco получила возможность еще быстрее расширять функциональность и устранять ошибки, а также повышать качество и производительность IOS.

Сила и влияние Cisco IOS особенно очевидны, если судить об этом продукте по числу подражаний. Эта ОС установила стандарты не только разработки, но и настройки конкурирующих продуктов. Кроме того, IOS разработана в лучших традициях трансформационного мышления Cisco. Сегодня само собой разумеется, что все коммуникации могут поддерживаться однородной инфраструктурой на весьма низком сетевом уровне. Но 20 лет назад эта идея полностью изменила привычные методы работы информационно-технологических и сетевых организаций. Выпустив IOS, компания Cisco предоставила единое решение для множества разнородных устройств, и с тех пор продолжает развивать это направление деятельности. Cisco интегрировала данные, голос и видео в единой сети, и сегодня система Cisco TelePresence и IP-телефоны помогают заказчикам пользоваться преимуществами этой интеграции. Нынешняя стратегия Cisco по разработке специализированных решений для различных сегментов рынка предоставляет пользователю оптимальные приложения, давая возможность обмениваться информацией в любом месте в любое время с помощью любого устройства. Это стало возможным благодаря новейшим продуктам Cisco, в том числе ОС NX-OS и IOS XR, унаследовавшим лучшие черты Cisco IOS. В настоящее время ОС IOS XE поддерживает функциональность IOS поверх ядра Linux и обеспечивает высокую доступность и интеграцию услуг.

[Http://www.cisco.ru/](http://www.cisco.ru/) [www.cisco.com](http://www.cisco.com)