

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Р. Г. Гиниятуллин (Казань)

В течение многих лет шло обсуждение целесообразности и необходимости строительства Казанского метро. Преодолев множество преград и строительных проблем, Казанское метро строится. Безусловно, что к 1000-летию будет завершена первая очередь.

В связи с этим возникла необходимость разработки инструментальных средств позволяющих решить задачи оценки оптимальности тех или иных организационных и управленческих решений при функционировании метро.

Основным математическим аппаратом, на который опирались авторы при исследовании, являются методы имитационного моделирования, математической статистики и планирования экспериментов.

Выделим основные задачи исследования:

- анализ влияния интенсивности пассажиропотоков на загрузку метрополитена и возможные организационные способы устранения очередей в часы «пик»;
- исследования различных вариантов расписаний движения поездов;
- исследования влияния надежности работы оборудования на пропускную способность системы;
- анализ введения различных организационных структур на станциях – количество и расстановка турникетов, расстановка ограждений управляющих направлением потоков пассажиров, введение и отмена льготного проезда;
- экономическая оценка функционирования метро;
- проверка работоспособности служб метрополитена в чрезвычайных ситуациях – резкое увеличение пассажиропотока, выход из строя значительного количества оборудования, резкое снижение энергоснабжения, то есть рассмотрение самых различных экстремальных ситуаций.

Упрощенно систему метрополитена можно представить как систему массового обслуживания, где:

- входной поток пассажиров на станции случаен и подчиняется некоторому статистическому закону распределения;
- проезд пассажира до нужной станции представляет собой поэтапное его обслуживание службами метрополитена – пропуск на станцию, спуск по эскалатору, ожидание поезда на перроне, посадка, поездка до нужной станции, выход или пересадка на другую линию с повторением всех действий;
- в результате выходной поток пассажиров на станциях также случаен;
- каждый пассажир приносит доход метрополитену в виде стоимости проезда, а функционирование метро – это расходы.

В модели учитываются стоимостные аспекты всех расходов. И поэтому совокупность доходов и расходов позволяет судить об экономических показателях работы метро.

Аналитическими методами решить данную задачу невозможно, так как придется прибегнуть к достаточно серьезным допущениям, что не позволит выполнить поставленные задачи исследования. Реально работающим и практически апробированным аппаратом решения поставленной задачи является имитационное моделирование. Авторы в своих исследованиях опирались на возможности и средства языка имитационного моделирования GPSS. Была построена экспериментальная имитационная модель, представляющая собой линию метрополитена, включающую десять станций. Для удобства

работы с моделью была разработана управляющая оболочка. Работа оболочки основана на управлении информационными потоками, как входными, так и выходными.

Начальная настройка параметров управляющей оболочки производится с помощью диалогового окна, в котором пользователь задаёт начальные параметры модели, – временные и экономические показатели (см. рис. 1). Эти данные представляют собой входной поток информации и сохраняются в потоковые файлы. Перед началом работы модель предварительно проводит настройку своих параметров, считывая данные из потоковых файлов. Подобная организация интерфейса приложения позволила переложить большую часть операций, связанных с корректировкой входных параметров, с пользователя на оболочку.

Число поездов	Стоимость проезда	Временной интервал между поездами, сек.
1	05	180

Время стоянки поезда на станции					
	Кремлёвская	Площадь Тухая	Суконная Слобода	Ометьево	Горки
Направление 1	30	40	30	30	30
Направление 2	30	40	30	30	40

Время движения до следующей станции от станции					
	Кремлёвская	Площадь Тухая	Суконная Слобода	Ометьево	Горки
Направление 1	180	180	180	300	180
Направление 2	240	180	240	240	180

Рис. 1. Ввод данных в модель

В программе модели задействованы элементы языка моделирования низкого уровня (PLUS):

- для более динамичной работы использованы PLUS-процедуры (PROCEDURE), которые обладая простым определением, позволяют значительно сократить объём программы;

- встроенные процедуры языка PLUS: используются для организации работы с файлами потоков, а также для организации сеанса работы в пакетном режиме, осуществляют функции интерфейса передачи данных между моделью и программой-оболочкой.

На рис. 2 приведена структура организации движения метropоездов и пассажиров в имитационной модели.

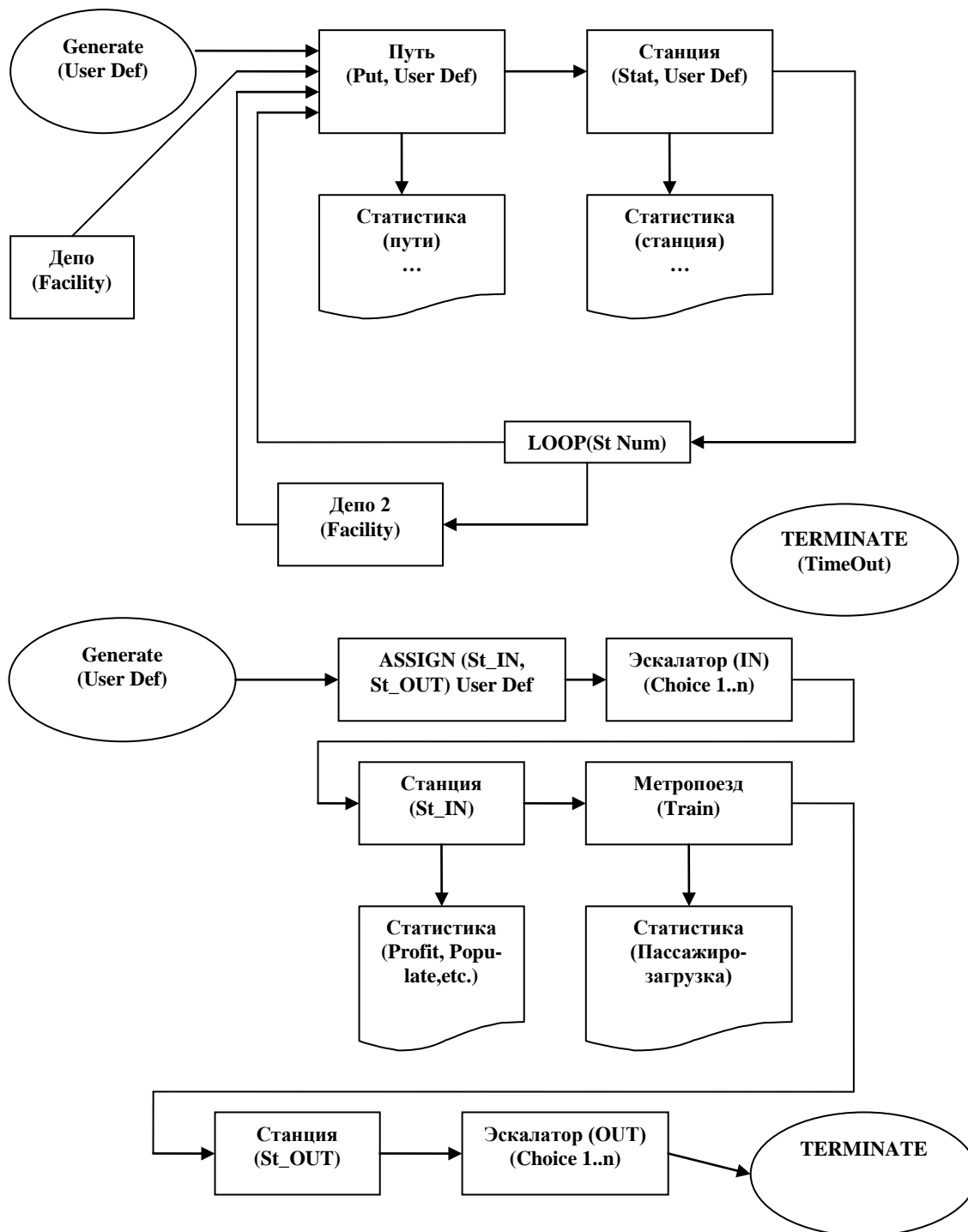


Рис. 2. Структура организации движения метропоездов и пассажиров в имитационной модели

Во время работы модели происходит динамический сбор информации, необходимой пользователю. По окончании работы модели эти данные сохраняются в выходной потоковый файл, а затем, после обработки в приложении, представляются пользователю в виде таблиц, графиков и анимации, созданной с помощью прикладного пакета Proof Animation.