

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СТАНЦИИ

С.С. Котельников (науч.рук. А.Н. Иванков)

Иркутский государственный университет путей сообщения

664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15,

кафедра управления эксплуатационной работой, ivankovaln@yandex.ru

Аннотация

В статье представлено описание, достоинства и основные особенности разработанной компьютерной программы, имитирующей работу железнодорожных станций.

Имитационное моделирование является важным инструментом в изучении работы железнодорожных станций. Применение компьютерных моделей позволяет существенно сократить затраты инженерно-технического труда на выполнение расчетов и проверить условия работы станции не при одном, а при многих вариантах технологических и технических оснащений, и получить более общий и более надежный результат. В настоящий момент существует большое количество различных программ, выполняющих данную функцию, при этом каждая из них имеет свои особенности. Разработанная имитационная модель обладает рядом преимуществ:

- компьютерная модель является универсальной и подходит для исследования работы разных по назначению и объемам работы станций;
- программа имеет простой в обращении интерфейс, не требующий большого количества времени для изучения;
- результаты моделирования отображаются в табличной форме и в виде графиков на любое количество суток;
- результаты моделирования можно сохранять в виде рисунков и таблиц для дальнейшей обработки, анализа и контроля;
- программа является портативной и не требует установки.

Исходными данными для имитационного моделирования являются:

- количество прибывающих на станцию грузовых поездов $N^{ГП}$ (только грузовые поезда будут обрабатываться в парке приема);
- доля грузовых поездов каждой категории: поступающих в расформирование; со сменой локомотива; со сменой локомотивных бригад;
- продолжительность обработки поездов каждой категории в парке приема $t_{обр.}$ (величина, зависящая от общего количества вагонов в составе, количества неисправных вагонов в составе, количества

бригад ПТО в парке);

- продолжительность расформирования грузовых поездов на сортировочной горке (величина, зависящая от общего количества вагонов в составе, перерабатывающей способности горки);
- количество пассажирских (среди них пригородные) поездов (пассажирские поезда не обрабатываются в парке приема, однако их пропуск влияет на свободу прилегающих перегонов);
- средний интервал прибытия поездов на станцию. Это значение определяется с учетом коэффициентов съема поездами различных категорий, количества поездов различных категорий по формуле

$$I_{\text{ср}} = \frac{1440}{N_{\text{свт}}^{\text{гр}} + N_{\text{пасс}} \cdot \varepsilon_{\text{пасс}} + N_{\text{приг}} \cdot \varepsilon_{\text{приг}}},$$

где $N_{\text{свт}}^{\text{гр}}$ – количество грузовых поездов, поступающих на станцию в сутки;

$N_{\text{пасс}} / N_{\text{приг}}$ – количество соответственно пассажирских и пригородных поездов;

$\varepsilon_{\text{пасс}} / \varepsilon_{\text{приг}}$ – коэффициент съема соответственно пассажирскими и пригородными поездами.

При моделировании процесса прибытия поездов на технические станции интервал между поступающими поездами, как величина случайная, определялся по формуле

$$I_j = I_{\text{мин}} - \frac{I_{\text{ср}} - I_{\text{мин}}}{k} \ln\left(\prod_{i=1}^k x_i\right),$$

где $I_{\text{мин}}$ – минимально допустимый интервал между прибывающими на станцию поездами, мин;

$\ln\left(\prod_{i=1}^k x_i\right)$ – значение натурального логарифма от произведения случайных

чисел, где k – параметр Эрланга (параметр k зависит от мощности входящего на станцию вагонопотока).

Внешний вид программы представлен на рис. 1–3. Форма имеет три вкладки: параметры модели, график и журнал. На вкладке «параметры» (рис. 1) указывают параметры потока поездов, характеристики параметров обслуживания, количество путей в приемоотправочном парке. После применения параметров и выполнения самого процесса моделирования на основе разработанного алгоритма автоматически происходит построение графика обработки поездов на весь заданный период моделирования (рис. 2). Полученный результат можно сохранить в виде рисунка на каждые сутки.

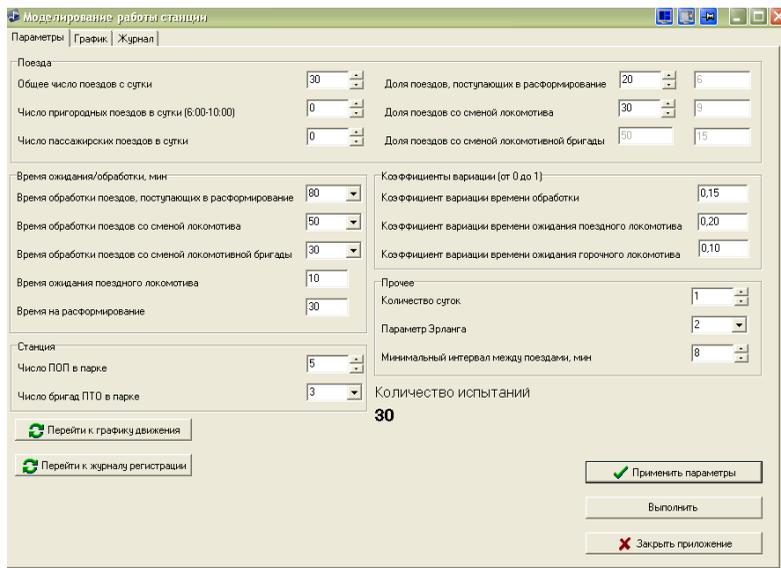


Рис. 1. Окно «Параметры», программы «Моделирование работы станции»

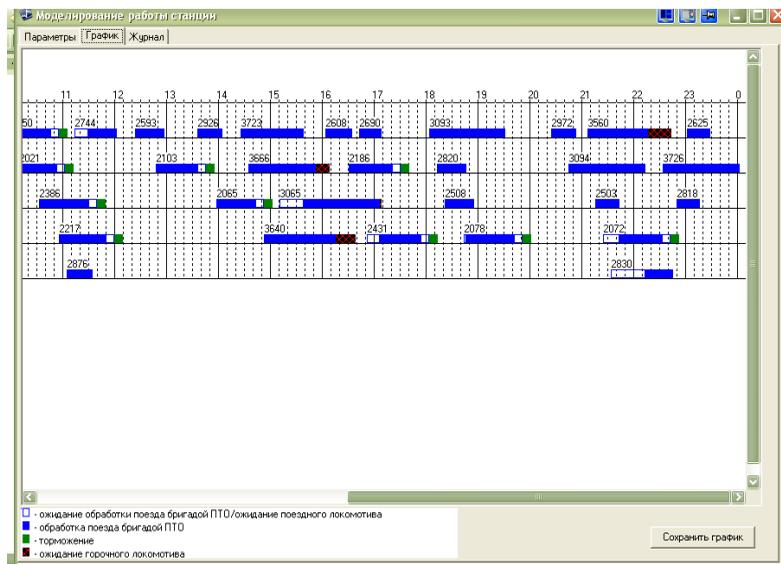


Рис. 2. График обработки грузовых поездов в парке прибытия участковой станции

На графике разными цветами обозначены основные технологические элементы:

- ожидание обработки поезда бригадой ПТО;
- ожидание поездного локомотива;
- обработка поезда бригадой ПТО;
- полная проба тормозов;
- ожидание горочного локомотива.

№ суток	№ поезда	время прибытия	время отправления	итоговое время	время ожидания	вр.ож.бригады ПТО	вр.ож.гор.лок-ва
1 сутки	2447	09:45	10:59	01:14	00:20	00:00	00:00
1 сутки	2407	10:47	11:53	01:06	00:20	00:00	00:00
1 сутки	2561	10:55	11:26	00:31	00:00	00:00	00:00
1 сутки	2137	11:03	12:31	01:28	00:43	00:23	00:00
1 сутки	3023	11:11	12:57	01:46	00:22	00:22	00:00
1 сутки	3772	11:26	13:42	02:16	00:45	00:45	00:00
1 сутки	3956	12:15	14:12	01:57	00:43	00:42	00:01
1 сутки	2659	14:05	14:31	00:26	00:00	00:00	00:00
1 сутки	3161	14:13	15:40	01:27	00:00	00:00	00:00
1 сутки	2056	14:29	15:48	01:19	00:22	00:02	00:00
1 сутки	2939	15:27	15:56	00:29	00:01	00:01	00:00
1 сутки	3399	15:56	17:20	01:24	00:00	00:00	00:00
1 сутки	2091	16:57	17:26	00:29	00:00	00:00	00:00
1 сутки	2340	17:05	18:37	01:32	00:35	00:15	00:00
1 сутки	2911	17:25	17:53	00:28	00:01	00:01	00:00
1 сутки	2912	17:33	18:21	00:46	00:20	00:20	00:00
1 сутки	2822	17:49	18:46	00:57	00:28	00:28	00:00
1 сутки	2944	20:23	20:52	00:29	00:00	00:00	00:00
1 сутки	3509	20:55	22:17	01:22	00:00	00:00	00:00
Среднесуточное значение:				32:58	06:54	03:53	00:01
Среднее время:				01:06	00:14	00:08	00:00

Рис. 3. Протокол работы модели, отображаемый на вкладке «Журнал»

На основе графика составляется таблица поступления поездов на станцию. В таблице отображаются следующие значения:

- номер суток моделирования;
- номер поезда;
- время прибытия поезда;
- время отправления поезда;
- общее время нахождения поезда в парке;
- общее время ожидания;
- время ожидания бригады ПТО;
- время ожидания горочного локомотива (для поездов, поступающих в расформирование);
- среднее время нахождения поезда в парке;
- среднее время ожидания;
- среднее время ожидания бригады ПТО;

- среднее время ожидания горочного локомотива одним поездом (для поездов, поступающих в расформирование);
- среднесуточное время занятия всех путей;
- среднесуточное время ожидания всеми грузовыми поездами;
- среднесуточное время простоя грузовых поездов по причине занятости бригады ПТО;
- среднесуточное время простоя грузовых поездов по причине занятости горочного локомотива.

Полученные результаты можно сохранять и обрабатывать с помощью табличного редактора Excel.

Представленная компьютерная модель подходит для изучения разнообразных участковых, сортировочных, грузовых, пассажирских и промежуточных станций. Использование данной программы на станциях позволит определить необходимую потребность технических и технологических параметров при изменении общего количества поездопотоков.

Применение данной программы в учебном процессе на кафедре «Управление эксплуатационной работой» Иркутского государственного университета путей сообщения позволяет наглядно демонстрировать различные ситуации в работе станций при изменении их загрузки.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЗАГРУЗКИ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ГОРОДСКОГО МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТА

А.А. Кажяев (науч. рук. О.Н. Ларин)

*Южно-Уральский государственный университет,
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76,
кафедра эксплуатации автомобильного транспорта*

Аннотация

Рассмотрены вопросы моделирования движения маршрутного транспорта в целях оценки загрузки остановочных пунктов для заданных условий движения. Разработанные модели рекомендуются при оценке условий движения пассажирского транспорта на дублирующих и смежных маршрутах.

В контексте настоящего исследования используются следующие термины. *Дублирующие маршруты* – два и более маршрута, трасса движения транспорта (совокупность используемых для движения уличных дорог) по одному из которых в целом или в части (как правило, более 70% от общей протяженности трассы маршрута) совпадает с трассами движения транспорта по другим маршрутам, и которые на общих участках трассы совместно используют одни и те же остановочные пункты