

УДК 51. 879

*Д.Н. Шукаев, д-р техн. наук, проф.
Г.С. Муханова, канд. техн. наук, доц.*

Е.Р. Ким

Ж.И. Исмаилов, зам. дир. техн. деп., АО “НК КТЖ”

Е.Г. Косова, КазНТУ

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Бұл жұмыста жүк тасмалын талдау кезінде туындаған оңтайландыру есептері қаралып, олардың математикалық қойылымы келтірілген. Сондай-ақ тасымалдау операцияларын талдау схемалары және кездейсоқ параметрлерді бейнелеудің әмбебап алгоритмі ұсынылған.

In work are considered optimization problems arising at the analysis of transportation of cargoes, their mathematical statements are resulted. Also the circuit of the analysis of transport operations and universal algorithm of imitation of parameters with the stochastic nature is offered.

Введение

Управление железнодорожным транспортом, являющимся одним из основных видов транспорта по перевозке грузов, представляет собой очень сложную комплексную систему. По мере повышения сложности железнодорожных транспортных сетей, которое сопровождается возрастанием роли проблем обеспечения их надежности, растет и интерес к транспорту как к объекту исследования. Проблемы совершенствования системы управления, методов подготовки и принятия решений, формирование целей и критериев, сбора и обработки информации на транспорте чрезвычайно сложны. Особое значение приобретает совершенствование системы управления на базе экономико-математических методов, имитационного моделирования и системного анализа. Исследуемая система может одновременно содержать элементы непрерывного и дискретного характера, быть подверженной влиянию многочисленных случайных факторов и описывается весьма громоздкими линейными соотношениями.

Любая транспортная система представляет собой совокупность транспортных средств, путей сообщений, погрузочных и разгрузочных пунктов, подразделения анализа, планирования и управления процессами доставки груза. В частности, одно из важных условий оптимальной эксплуатации железных дорог заключается в эффективной доставке порожних транспортных средств или контейнеров из пунктов выгрузки в пункты погрузки и в рациональном регулировании парка вагонов не только в пределах дороги, но и в пределах станции или узла.

В работе предлагается анализ транспортных средств с применением аппарата имитационного моделирования. Можно отметить общие характерные компоненты имитационной игры, такие как структура системы, модель и правила имитации. Если же рассматривать каждую задачу отдельно, то предлагается исследование различных типов моделей (линейная, нелинейная, дискретная, динамическая и т. д.) в зависимости от специфики задачи (системы) или же наличие одной модели и возможность изучения реакции системы или ее участников при изменении целевой функции, условий ограничений или параметров системы, носящих случайный характер.

1. Оптимизационные задачи анализа транспортных средств

Основная задача оптимизации потоков порожних вагонов на транспортной сети заключается в следующем. Для каждого пункта i отправления порожних вагонов известно количество $A_{ki}(t)$ порожних вагонов k -го типа, имеющих в день t , а для каждого пункта j назначения порожних вагонов – количество $B_{lj}(t')$ вагонов l -го типа, необходимых в день t' . Общие затраты на доставку одного порожнего вагона из пункта отправления в пункт назначения определяются по формуле

$$c_{klij}(t, t') = D_{ij} + E_{ij}(t, t') + F_{kl},$$

где D_{ij} – затраты на перемещение вагона из пункта i в пункт j ;

E_{ij} – затраты на хранение вагона, предназначенного для пункта j в пункте i , когда время перемещения между пунктами меньше $t' - t$;

F_{kl} – затраты на замену вагона типа k на вагон типа l .

Задача заключается в определении таких потоков $x_{klij}(t, t')$ порожних вагонов k -го типа, отправляемых в день t из пункта i для удовлетворения спроса в вагонах l -го типа в пункте j в день t' , которые обеспечивают минимум суммарных затрат. Эта задача сводится к обычной транспортной задаче на сети \overline{G}_N , развернутой во времени. Транспортная сеть \overline{G}_N содержит источники, соответствующие каждой комбинации пункта i с ненулевым количеством порожних вагонов, дня t и типа k вагона, а также стоки, соответствующие каждой комбинации пункта j назначения, типа вагона l и дня t' . Если поток из источника i в сток j допустим, то их соединяют дугой, которой приписывают стоимость $c_{klij}(t, t')$. Кроме того, вводится дополнительный источник, запас порожних вагонов, в котором равен общему спросу на них и который соединяется дугами с каждым стоком. Этим дугам приписывают стоимость, равную потерям от недопоставки одного порожнего вагона в пункт назначения.

Одной из важных оптимизационных задач транспортировки груза является задача регулирования парка вагонов, также являющейся одним из условий экономической эксплуатации железных дорог. Под регулированием парка вагонов понимают распределение вагонов различных типов (крытых, полувагонов, платформ с различным числом осей) под различные грузы. Задача сводится к определению параметров X :

$$CX \rightarrow \min$$

при условиях

$$X \leq B;$$

$$AX \leq A_0;$$

$$X \geq 0,$$

где $C = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & \dots & c_{mn} \end{pmatrix}$ – матрица эксплуатационных расходов на погрузку;

$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}$ – матрица количества вагонов;

$B = (b_1 \dots b_n)$ – вектор количества имеющихся в парке вагонов;

$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$ – матрица норм загрузки;

$A_0 = \begin{pmatrix} a_1 \\ \dots \\ a_m \end{pmatrix}$ – вектор объемов отправляемых грузов.

Сформулированные задачи можно отнести к задаче распределения (анализа) транспортных средств.

2. Общая схема имитационной системы анализа транспортировки грузов

На рис. 1 предлагается схема анализа транспортных операций.

Исследуемая система может одновременно содержать элементы (параметры) непрерывного и дискретного характера, быть подверженной влиянию многочисленных случайных факторов. Поэтому на этапе прогнозирования потребностей в транспортных средствах предполагается применение методов имитации параметров транспортной задачи (возможно применение и других методов прогнозирования). Имитационное моделирование с использованием компьютера представляет собой один из наиболее важных методов анализа. Особенность такого моделирования состоит в том, что оно позволяет учесть многие качественные показатели транспортных систем.

На этапе «Анализа возможных видов распределения транспортных средств» проводится тщательный анализ состояния рассматриваемой транспортной сети (системы, узла или пункта). Основной целью такого анализа является сопоставление прогнозируемых потребностей в транспортных средствах с имеющимися в момент сопоставления прогноза возможностями. Исследуя вышеприведенные модели с использованием методов исследования операции, обеспечиваем наиболее эффективное распределение транспортных средств.

После формирования возможных вариантов решений необходимо оценить каждый из вариантов по определенному критерию и выявлению ошибок и несоответствия.

На этапе принятия решений разрабатываются мероприятия по совершенствованию управления транспортной системой.



Рис. 1. Схема анализа транспортных средств

Авторами разработан универсальный алгоритм имитации параметров со стохастической природой, блок-схема которого приведена на рис. 2.

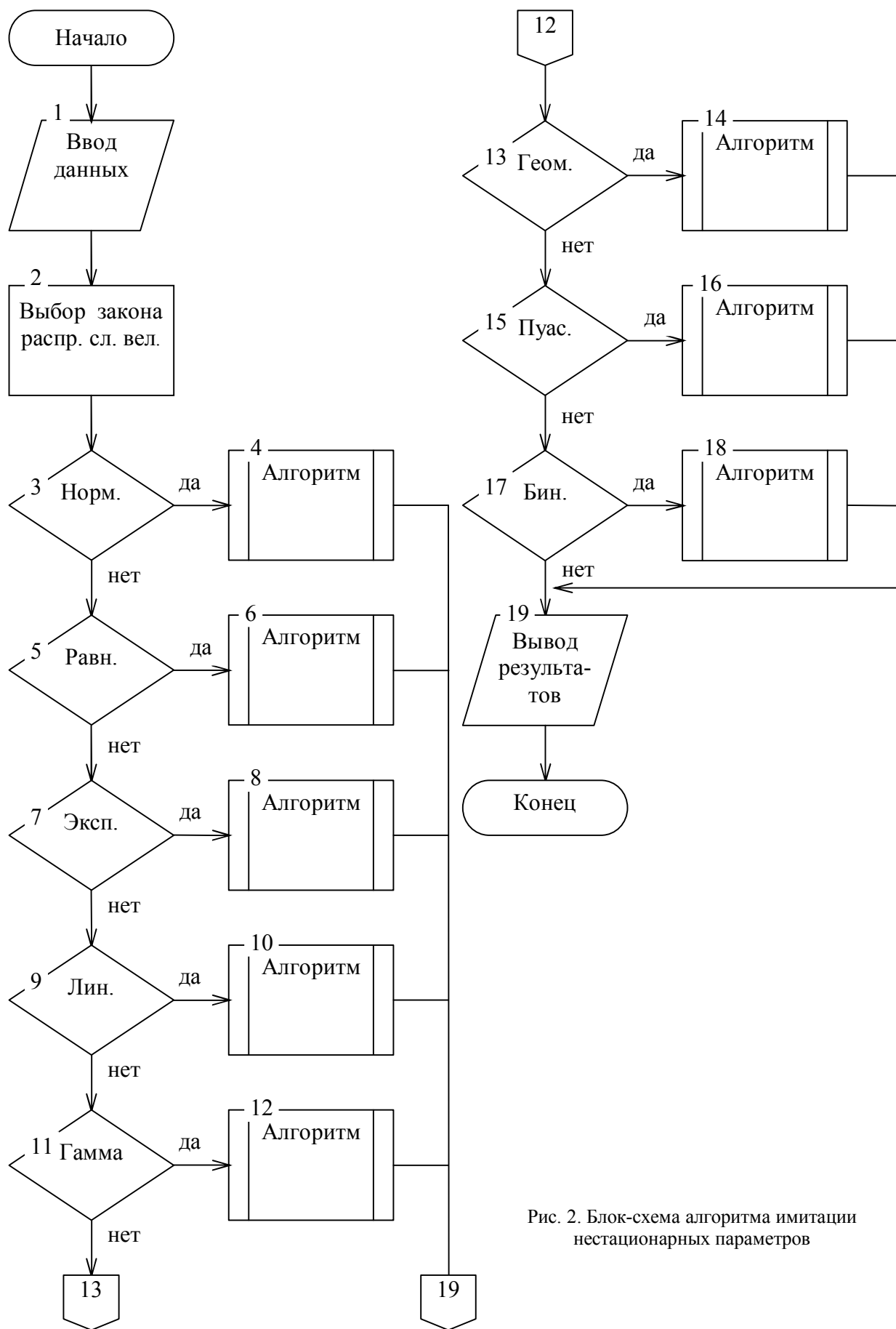


Рис. 2. Блок-схема алгоритма имитации нестационарных параметров

Заключение

На основе изложенного, авторами разработана информационно-аналитическая система принятия решений на железнодорожном транспорте ИНАПР и пакет прикладных программ, которые будут использованы при создании Центральной информационной системы управления ЗАО «Национальная компания «Казахстан темир жолы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. *Шукаев Д.Н.* Компьютерное моделирование: Учебник. Алматы: КазНТУ, 2004. 136 с.
2. *Таха Х.* Введение в исследование операций. Т.1. М.: Мир, 1985. 479 с.
3. *Исмаилов Ж.И., Муханова Г.С., Ким Е.Р.* Компьютерный анализ транспортных задач со случайными параметрами //Железнодорожный транспорт Казахстана: история и перспективы экономического роста //Мат. межд. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию железной дороги Казахстана и 125-летию со дня рождения М.Тынышпаева. Т. 2. Алматы, 2004. С. 120–124.
4. *Майника Э.* Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. М.: Мир, 1971.

Статья рекомендована д-ром техн. наук, проф. Казиевым Г.З.
21. 12. 2004 г.