

# Оптимизация сортировочной работы



Андрей ГЕРШВАЛЬД  
Andrey S. GERSHWALD

Игорь ШАПКИН  
Igor N. SHAPKIN



*Гершвальд Андрей Самуилович – доктор технических наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).*

*Шапкин Игорь Николаевич – доктор технических наук, профессор МИИТ.*

***Решение в масштабах реального времени оптимизационной задачи, встроенной в информационную систему диспетчера. Главным критерием оптимальности принято качество плана отправления поездов. Поиск наилучших схем отправления ведется при этом с помощью сравнения формируемых и альтернативных вариантов. Выбранный критерий позволяет существенно облегчить выполнение станционных операций, включая формирование составов на горке.***

***Ключевые слова:*** железная дорога, интеллектуальное управление, информационная система, станция, сортировка, диспетчер, оптимизация, алгоритм планирования.

**С**истема интеллектуального управления работой станции создаёт благоприятную среду для функционирования вложенных в неё информационных подсистем, служащих оптимизации станционных процессов. Одной из них является подсистема управления сортировочной работой.

К такому виду работы относятся операции сортировки вагонов на вытяжке и расформирования/формирования составов на горке. Вопросам автоматизации управления процессом сортировки вагонов на вытяжке посвящено множество исследований зарубежных и отечественных авторов. В большинстве своем они касаются комбинаторной сортировки вагонов [1]. Уровень и характер подобных задач, по нашему мнению, не нуждаются в методах интеллектуализации. А вот задачи управления подачей составов на горку, напротив, пока не имеют методического обеспечения, достаточного для полного понимания скрытых здесь оптимизационных возможностей. Поэтому встраивание подсистемы в систему интеллектуального управления полезно.

У самой проблемы большая история. Первые в целом грамотные постановки формулировались в работах [2, 3] как «выбор очерёдности расформирования составов на горке». При этом рассматривалась только технология последовательного отпуска при жёсткой специализации сортировочных путей. Несмотря на упрощённую постановку задачи, внедрение её не состоялось по двум причинам: из-за отсутствия информационной технологии, в которую эта задача могла бы быть вписана, и необходимости оперативного сбора и ручного ввода информации.

В дальнейшем была создана соответствующая информационная технология, а постановка задачи расширена за счёт ввода понятий с использованием возможностей параллельного отпуска и скользящей специализации сортировочных путей [4]. Оптимизацию сортировочной работы стали осуществлять по трём критериям: оптимальное отправление поездов своего формирования, оптимальный приём разборочных поездов, оптимальный отпуск составов [5].

Жизнеспособность подсистемы управления сортировочной работой обеспечивается поступлением оперативных заданий и текущей информации. Сама же подсистема в интересах станции должна подпитываться информацией из базы данных той станционной АСУ, которая тут действует (АСУСТ, КСАУСС или прочие). И этому призваны способствовать методы интеллектуального управления.

Рассматриваемая подсистема считается основной, поскольку предназначена для оптимизации процессов образования и отправления поездов своего формирования. Главным критерием оптимальности при этом принято получение оптимального плана отправления. Такое качество плана оценивается как *минимум суммы взвешенных отклонений от заданного количества груженных вагонов заданных номенклатур грузов, порожних вагонов заданных типов и времени отправления их со станции* [6].

Другие критерии могут применяться в зависимости от текущего состояния выполнения станцией сменного задания и наличия соответствующих ресурсов

и ограничений. Информация об этом содержится в задании, где составы сгруппированы по текущим приоритетам процессов приёма, отпуска и отправления и актуальности составов относительно этих процессов.

Поиск оптимального варианта плана отправления ведётся путём сравнения формируемых альтернативных вариантов по названному критерию. Подготовка вариантов осуществляется с помощью комбинаторики, изменяющей естественную (в порядке прибытия) очерёдность отпуска составов. Для каждой альтернативы моделируется процесс отпуска и его результат. Результатом признается завершение формирования тех или иных составов в те или другие моменты времени.

Состав и структура массивов информации, выступающих в качестве задания маневровому диспетчеру, приведены в статье «Интеллектуальное управление работой станции», публикуемой в этом же журнальном разделе. Переработка информации задания и текущей информации о дислокации составов, их разложении и накоплении вагонов представляет собой процесс планирования сортировочной работы. В результате планирования составляются задания дежурным постов централизации.

#### 1. Для дежурного поста парка прибытия.

– План приёма разборочных поездов:  
 $MPP = \{TP, NP, L, NPER, NPP\} \{kp3\}$ ,  
где TP – момент приёма поезда;  
NP – номер поезда;  
L – длина состава (вагонов);  
NPER – код перегона, с которого планируется приём поезда;  
NPP – номер пути в парке прибытия;  
kp3 – количество поездов, которое планируется принять за 3 часа.

– План отпуска составов с горки:  
 $MPR = \{TNR, TKR, NP, L, PR, PG\}$  [7],

где TNR – момент начала отпуска состава с горки;  
TKR – то же, окончания;  
NP – номер поезда;  
L – длина состава в вагонах;  
PR – признак параллельного отпуска;



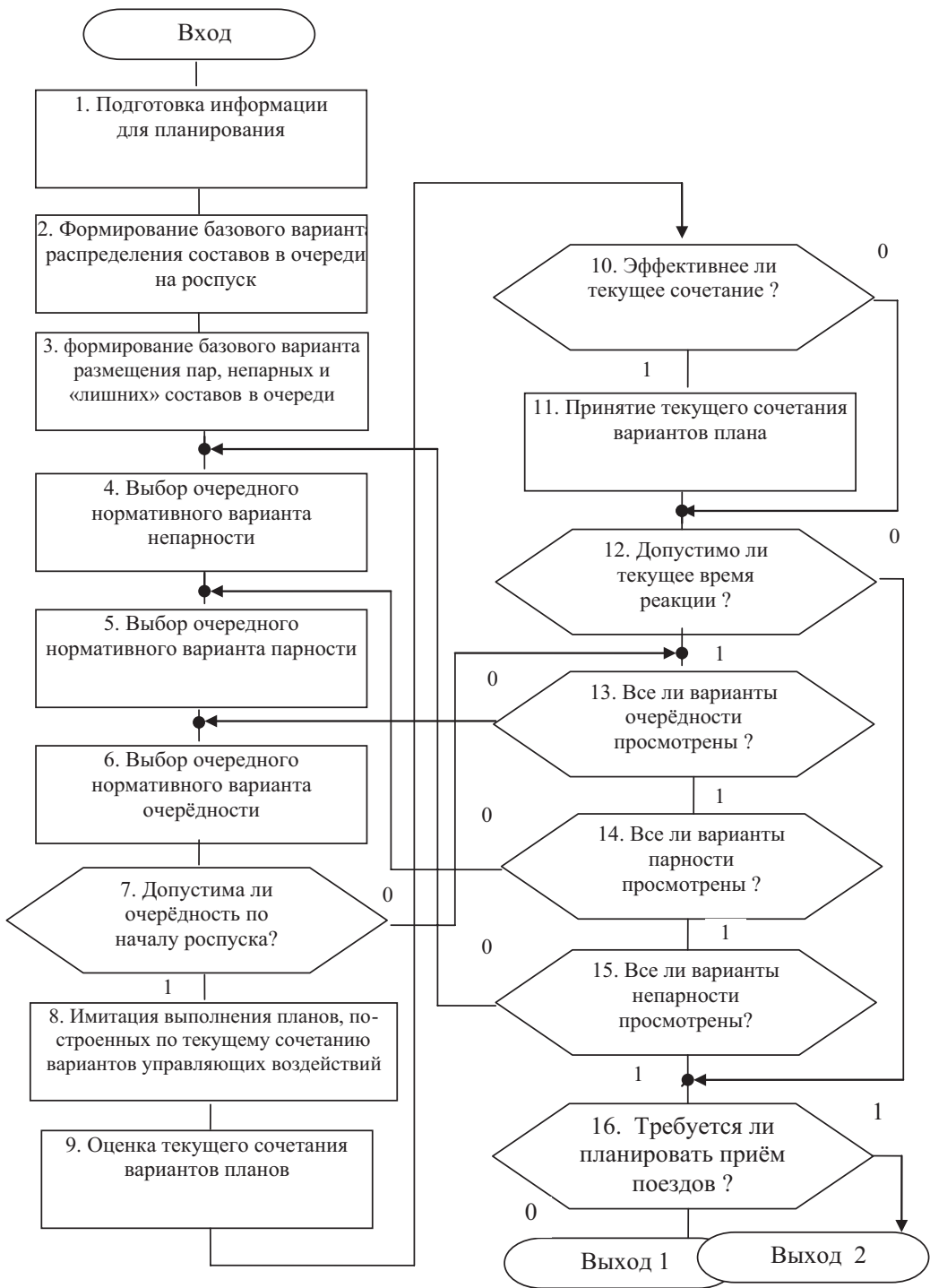


Рис. 1. Алгоритм планирования ропуска составов с горки.

PG – пути ропуска горки;  
 7 – максимальное число составов совместно планируемых к ропуску.

2. Для дежурного поста парка отправления.

– План накопления вагонов в сортировочном парке:

$MPN = \{NPSP, NSTN, NPO, P, L, TZN\} [kpsp]$ ,  
 где NPSP – номер сортировочного пути;

NSTN – код станции назначения по текущей специализации сортировочного пути;

NPO – номер поезда по отправлению;

P – масса накопленной части состава;

L – длина (вагонов) накопленной части состава;

TZN – момент завершения накопления вагонов на состав;

kpsp – количество путей в сортировочном парке.

– План отправления поездов своего формирования:

MPOSF = {VP, {NZ, NP, TO, NPF, PP, LP, NMSP, {NG, KV} [kgg]}, {TV, KV} [ktvs], NL, NLB} [kmit]} [3],

где VP – вид перевозок (сетевые, дорожные, районные);

NZ – номер заявки клиента;

NP – номер поезда;

TO – момент отправления поезда;

NPF – назначение по плану формирования;

PP – масса поезда;

LP – длина поезда (вагонов);

NMSP – номер пути накопления вагонов на поезд;

NG – код груза;

KV – количество вагонов;

Kgg – количество наименований грузов в группе вагонов одного назначения;

TV – тип вагона;

KV – количество вагонов;

ktvs – количество типов вагона одного собственника в поезде;

NL – номер локомотива;

NLB – код локомотивной бригады;

kmit – количество ниток графика на трёхчасовом периоде;

3 – количество видов перевозок.

3. Для дежурного по горке: набор сортировочных листков – MSL

Задание маневровому диспетчеру поступает от подсистемы управления работой станции во время сеанса внутрисуточного планирования. Диспетчер узнаёт об этом по сообщению, выдаваемому на экран. Создав копию задания, он приступает к прикидочному планированию на копии и в случае получения неудовлетворительного результата её корректирует.

При получении приемлемого результата после корректировки копии задания

маневровый диспетчер советуется с диспетчером станционным. Приняв ту или иную версию, маневровый диспетчер осуществляет точное планирование.

При участии в сеансе планирования маневровый диспетчер выполняет набор информационных технологий, поддерживаемых соответствующими компьютерными задачами. Главная задача – планирование роспуска составов с горки, алгоритм которой показан на рис. 1, проверялась в опытной эксплуатации на станции Кинель в 1993–1994 годах, но в промышленную эксплуатацию введены не были.

С тех пор и до настоящего времени программные продукты, реализующие решение указанных задач, использовались только в учебных целях. С их помощью выполнялись лабораторные работы студентами четвёртого курса кафедры АСУ по программе дисциплины «Информационная технология на транспорте» и студентами шестого курса кафедр «Управление эксплуатационной работой», «Эксплуатация железных дорог» по программе дисциплины «Современные системы автоматизированного управления перевозками». Число студентов, выполнивших лабораторные задания, составляет порядка 900 человек.

Кроме того, на базе имеющейся документации были разработаны типовые решения для дипломного проектирования, которые нашли применение в студенческих проектах для 13 станций: Плеханово, Лоста, Лянгасово, Сенная, Мигунь, Ртищево, Им. М. Горького, Витебск, Узловая, Брянск-Льговский, Орша-Центральная, Агрыз, Калининград-Сортировочный. В ходе проектирования рассчитывались планы отправления с использованием двух методов: традиционного и компьютерного. Сравнение результатов расчёта во всех проектах было в пользу компьютерных решений. Успешная защита дипломных проектов прошла у 19 студентов специальности «Организация перевозок и управление на транспорте».

Вместе с тем для использования в условиях реальной эксплуатации и процессе оценки эффективности функционирования управляющих систем рассматриваемые программные продукты не пригодны, ибо





созданы для старой операционной системы DOS, что лишает их совместимости с более современными программами. Они нуждаются в адаптации, чтобы без проблем функционировать в системе windows.

Как следует из изложенного, решение в масштабе реального времени оптимизационной задачи, встроенной в информационную технологию диспетчера, по выбранному критерию позволяет получить экономически обоснованные задания на выполнение станционных операций на каждом трёхчасовом межсеансовом периоде. Это освобождает от необходимости создавать независимую АСУ-контролёра с функциями оценки работы станции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тишкин Е. М., Макаров В. М., Рубинов А. Р., Кендыс Е. В. Математические основы комбинаторной сортировки вагонов//Вестник ВНИИЖТ. –1989.– № 8.
2. Буянов В. А. Технологические принципы системы «Станционный автодиспетчер»//Диспетчерское регулирование движением поездов с применением управляющих вычислительных машин.–М.: ЦНИИ МПС. 1967.– Вып. 350.
3. Дел Рио Б., Фролов В. Я. Информационно-планирующая система железнодорожного узла. – М.: Транспорт, 1972.
4. Гершвальд А. С. Управление сортировочной работой станции (АСУ СС – новая информационная технология)//Вестник ВНИИЖТ.– 1995.– № 3.
5. Гершвальд А. С. Оптимальное управление процессом работы базовой станции опорного центра//Железные дороги мира.– 2002.– № 6.
6. Батурин А. П., Гершвальд А. С., Шапкин И. Н. Интеллектуализация управления на станционном уровне//Железнодорожный транспорт.– 2012.– № 7. ●

## OPTIMIZATION OF CLASSIFICATION YARD OPERATIONS

**Gershwald, Andrey S.** – D.Sc. (Tech), professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).  
**Shapkin, Igor N.** – D.Sc. (Tech), professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

*The authors describe the solution in true time of an optimization problem built in the information system of a dispatcher. The schedule of departures quality is deemed to be the main criterion of optimum operation. The search for better variants of departures is held by choosing planned and alternative variants. The chosen criterion facilitates station operation.*

**Key words:** railway, intelligent control, information system, station, classification, dispatcher, optimization, planning algorithms,

Координаты авторов (contact information): Гершвальд А. С. – gershvald-a@yandex.ru, Шапкин И. Н. – shapkin05@mail.ru.