

Интеллектуальное управление работой станции



Александр БАТУРИН
Alexander P. BATURIN

Андрей ГЕРШВАЛЬД
Andrey S. GERSHWALD



*Батурин Александр Павлович — доктор технических наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).
Гершвальд Андрей Самуилович — доктор технических наук, профессор МИИТ.*

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся системы интеллектуального управления работой двусторонней сортировочной станции, режима внутреннего планирования работы. Предложена структура массивов исходных данных, содержащих оперативное задание станциям участка, в том числе плана распределения порожних вагонов. Для станционного диспетчера, маневрового диспетчера, дежурного поста централизации обоснованы свои сменно-суточные алгоритмы.

Ключевые слова: интеллектуальное управление, информационная система, план отправления, план прибытия, распределение порожних вагонов, сменно-суточные задания.

Под интеллектуальным принято понимать управление, использующее общечеловеческие способности, доведённые до совершенства. Это особенно важно там, где человек не в состоянии выполнять производственные операции, как, например, в условиях космоса, морских глубин, высоких температур сталеплавильной печи и т. п. При интеллектуальном управлении используют методы нечёткой логики, эволюционных вычислений, генетических алгоритмов, речевого интерфейса, нейронных сетей, обеспечивающих, в частности, самоорганизацию, самонастройку, самообучение.

Для получения максимального эффекта управления, естественно, самих методов недостаточно, необходимо доводить до максимума и непосредственно творческие способности человека. Но если использование общечеловеческих способностей связано с переложением функций человека-оператора на программно-технический комплекс, то при использовании способностей профессиональных приходится уже базироваться на одном из принципов технической кибернетики, когда главными становятся постановка и реше-

ние новых задач, не доступных персоналу в реальных условиях протекания производственных процессов.

Информационную систему интеллектуального управления работой станции можно представить себе состоящей из двух подсистем: *внешней*, использующей общечеловеческие способности (в частности по сбору информации и управлению исполнительными механизмами), и *внутренней*, использующей персональные способности специалиста по организации перевозок и управления на транспорте. Наша статья посвящена именно внутренней подсистеме.

Создание такой подсистемы удобно рассматривать на примере двусторонней сортировочной станции, которая, по существу, является многопрофильным объектом с доминированием типобразующих операций сортировки. Сложившаяся организация системы оперативного управления на такой станции показана на рис. 1.

Для автоматизации функций оперативного персонала на ней используются:

- Автоматизированная система управления работой станции (АСУСТ);
- Интегрированная система управления сортировочной станции (КСАУСС);
- Автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП);
- Диалоговая информационная система контроля за дислокацией вагонного парка (ДИСПАРК);
- Автоматизированная система управления контейнерными перевозками (ДИСКОН);
- Автоматизированная система управления тяговым подвижным составом (ДИСТПС);
- Автоматизированная система ведения графика исполненного движения поездов (ГИД «Урал-ВНИИЖТ»);
- Сетевая интегрированная российская информационно-управляющая система (СИРИУС);
- Автоматизированная система управления местной работой (АСУМР);
- Система автоматической идентификации подвижного состава (САИД «Пальма»).

Перечисленные системы частично дублируют друг друга, не охватывают всех

функций и не оптимизируют станционные процессы. Основное их назначение — информационно-справочное обслуживание пользователей.

Такое положение в сложившихся условиях можно считать оправданным, поскольку оценка работы станции ведётся по нормативным значениям технико-экономических показателей, оторванным от текущего состояния на объекте и выполнения договорных обязательств. Основным критерием оценки является среднесуточный простой вагона без учёта реальной потребности в вагонах определённых типов за отчётный период.

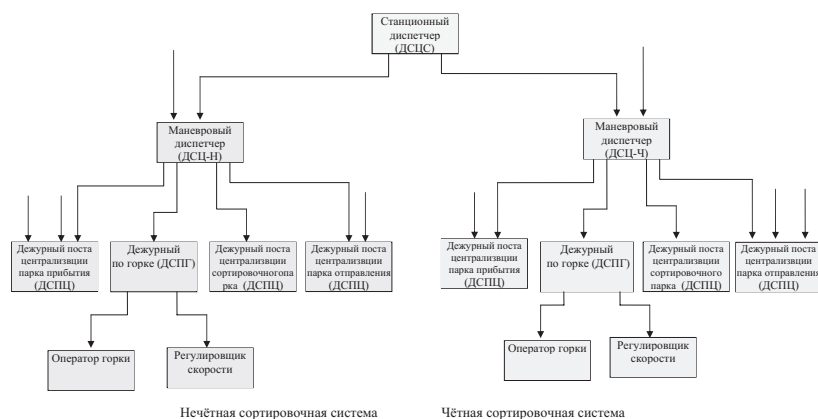
В подобной ситуации основополагающим условием организации эффективной работы станции становится получение с надстанционных уровней экономически обоснованного задания, обеспеченного достоверной текущей информацией.

Функции оперативного планирования предусмотрены в двух существующих информационных системах — СИРИУС и АСУМР. В первой формируется сменосуточный план поездной и грузовой работы на предстоящие сутки и предстоящую смену. В ходе исполнения сменного плана достаточно быстро накапливаются такие отклонения от него, при которых дальнейшее исполнение намеченного невозможно, и, следовательно, план оказывается не реальным (не нужным). В системе АСУМР формируется текущий план местной работы, который не имеет указанного недостатка вследствие того, что задания даются по каждому поезду, вагону и локомотиву по мере выполнения ими предыдущих заданий. При таком планировании не учитывается конкурентная среда, работа всегда намечается только для одного освободившегося объекта.

Из сказанного очевидно, что оптимальное планирование возможно лишь в условиях конкурентной среды и при допустимых величинах отклонений текущей информации от выданных планов. Исследования показали, что конкурентная среда и допустимые отклонения имеют место при установлении режима сеансового планирования с дискретностью порядка 3 часов и горизонтом, равным длительности самой продолжительной операции, попадающей на планируемый трёхчасовой период. Та-



Рис. 1.
Оперативно-
диспетчерская
структура
сортировочной
станции.



кой вариант получил название «режим внутрисуточного планирования».

Дискретность сеансов планирования может варьироваться в зависимости от степени наполнения нормативного графика движения планируемыми поездами и частоты фиксации недопустимых отклонений от плана.

Применение режима внутрисуточного планирования открывает возможности оптимального управления. Кроме того, при этом минимизируется время реакции на появление задач за счёт ограничения числа совместно планируемых операций и, как следствие, за счёт снижения числа рассматриваемых альтернативных вариантов плана при достижении его оптимальности.

Информационная система внутрисуточного планирования работы станции должна иметь собственную логическую базу данных, которая может размещаться как в физической базе действующих систем (при наличии свободных ресурсов), так и в собственной. Необходимость собственной логической базы данных объясняется тем, что в существующих информационных системах логическая организация их физических баз ориентирована на удобство сбора первичной информации и удобство формирования справок для пользователей по заданным традиционным формам. В этом проявляется сложившаяся концепция интеллектуального управления как переложения функций пользователей на компьютер (в нашем частном случае — автоматизация составления справок). Решение новых задач требует новой организации используемой информации, преобразования имеющихся массивов в новые массивы, отличаю-

щиеся структурой, реквизитным составом и размерами (как правило, значительно меньшими).

Вопросы организации массивов информации были проработаны и представлены в [1]. Структура массивов, содержащих оперативное (на 3 часа) задание станциям участка, должна включать достаточно полное и функционально ориентированное содержание.

• **План отправления и продвижения поездопотоков по направлению:**

$MPPPU = \{NZ, KP, \{NMAR, NSTO, NSTN, DO, DP, KUCH, PP, LP, IP, \{NSTU, NP, NL, DPU, TP, \{NGV, \{NG, KV\} [kngn], \{KSOB, \{TV, NPV, KV\} [ktvs]\} [ksobn]\} [kuchm], \{kmarz]\} [kzp],$

где NZ — номер заявки клиента;

KP — количество поездопотоков, организуемых по данной заявке;

NMAR — условный номер маршрута;

NSTO — код станции отправления поезда по данному поездопотоку;

NSTN — то же, назначения;

DO — дата отправления поезда на данный поездопоток;

DP — то же, прибытия;

KUCH — количество графиковых участков, по которым прокладывается поездопоток;

PP — вес поезда;

LP — длина поезда;

IP — индекс поезда;

NSTU — код станции, находящейся в конце графикового участка;

NP — номер поезда;

NL — номер локомотива;

DPU — дата прибытия на последнюю станцию участка;

TP — время прибытия;

Таблица 1

Информационные технологии и задачи

Информационные технологии	Поддерживаемые задачи
1. Подготовка сменного задания	1.1.Корректировка нормативного графика движения
2. Получение оперативного задания	2.1.Формирование задания по порожним вагонам
	2.2. Формирование макетов ПРП, ПО
3. Включение в план поездов местного формирования	3.1. Включение в план поездов местного формирования
4. Сбор текущей информации для планирования	4.1 Формирование макетов ТСПП, ТСПО
	4.2. Формирование макетов ТССП, СПС
	4.3. Формирование макета ХГН для поездов по прибытию
5. Получение информации о выделенных локомотивах	5.1. Расчёт заявки на поездные локомотивы
	5.2. Согласование потребности и обеспеченности локомотивами ...
6. Планирование	6.1.Контроль полноты входной информации
	6.2.Выбор режима наилучшего благоприствования выполнению станцией сменного задания
	6.3. Определение типа планируемого маршрута
	6.4. Алгоритм первого уровня
	6.5. Алгоритм второго уровня
	6.5.1. Планирование маршрутов транзитного поезда с переработкой
	6.5.2. Планирование угловой передачи транзитного и разборочного поезда
	6.5.3. Планирование угловой передачи отсевных вагонов в смежный парк
	6.5.4. Распределение составов по приоритетам, сортировочным системам и половинам горки
	6.5.5. Планирование формирования поездов повышенной транзитности
	6.5.6. Формирование заданий для ДСЦ
	6.5.7.Формирование заданий для ДСПЦ
7. Контроль выполнения выданных заданий	7.1.Формирование макета ХГН
	7.2. Расчёт показателей работы
	7.3. Оценка степени выполнения сменного задания
	7.4. Вычисление отклонений от планов
	7.5. Вычисление средних отклонений от планов

NGV – код назначения гружёного вагона;
NG – код груза;
KV – количество вагонов;
kngn – количество назначений гружёных вагонов в поезде;
KSOB – код собственника вагона;
TV – тип вагона;
NPV – код назначения порожнего вагона;
ktvs – количество типов вагона;
ksobn – количество собственников вагонов, представленных в группе вагонов одного назначения;
kuchm – количество участков в одном маршруте;
kmarz – количество маршрутов, планируемых по одной заявке;
kzpr – количество заявок, охваченных планом.

• *План распределения порожних вагонов между станциями погрузки:*

$MPRVP = \{KSV, \{NSTD, \{NSTP, DP, NZ, \{TV, KV, SD, NS\} [ktvop]\} [kstdpd]\} [kstd]\} [ksob]$,
где KSV – код собственника вагонов;
NSTD – код станции дислокации вагонов;
NSTP – код станции погрузки;
DP – дата прибытия на станцию погрузки;
NZ – номер заявки клиента;
TV – тип вагона;
KV – количество вагонов;
SD – код способа доставки вагонов;
NS – номер состава в индексе поезда;
ktvop – количество типов вагона, направляемых на данную станцию погрузки;
kstdpd – количество станций погрузки, на которые направляются вагоны с данной станции дислокации;
kstd – количество станций дислокации вагонов, охваченных планированием;
ksob – количество собственников вагонов.





• **План распределения порожних вагонов между станциями отстоя:**

MPRVP — состав и структура аналогичны MPRVP.

Каждая станция берет ту часть задания, которая относится к ней, и разбивает его по видам операций. В результате для станционного диспетчера должно быть сформировано три формы на базе трёх массивов информации:

в качестве задания — план отправления поездов:

$MPO = \{\{VP, \{NZ, NP, TO, NPF, PP, LP, \{NGV, \{NG, KV\} [kgg] [kgvz], \{KSOB, \{NPV, TV, KV\} [ktvs] [ksobz], NL, NLB\} [knit] \} \} [kssis],$

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

TO — время отправления;

NPF — код станции назначения поезда по плану формирования;

kgg — количество видов груза в группе вагонов одного назначения;

kgvz — количество групп гружёных вагонов в одной заявке;

ksobz — количество собственников вагонов, представленных в одной заявке;

NLB — код локомотивной бригады

knit — количество ниток графика в плане отправления для данного вида перевозок;

3 — три вида перевозок;

kssis — количество сортировочных систем на данной станции.

Остальные условные обозначения см. выше.

В качестве задания — план отправления порожних вагонов:

$MZDPO = \{NSTN, \{TV, KV, SD, NS\} [ktvstn] \} [kstd],$

в качестве выделяемого ресурса — план прибытия поездов:

$MPRP = \{\{NZ, TPRIB, NP, STF, PNS, STN, VP, NPER, TMAN, LP, PP, \{NGV, \{NG, KV\} [kgg] [kgvz], \{KSOB, \{NPV, TV, KV\} [ktvs] [ksobz], NL1, NL2\} [kp15] \} [kssis],$

где TPRIB — время прибытия поезда на данную станцию;

STF — код станции формирования;

PNS — порядковый номер состава поезда;

STN — код станции назначения по плану формирования;

NPER — код перегона, с которого планируется его подвод;

TMAN — длительность манёвров в парке прибытия;

NL1 — номер первого локомотива;

NL2 — номер второго локомотива (при двойной тяге);

kp15 — количество поездов планируемых к подводу за ближайшие 1,5 часа.

Остальные условные обозначения см. выше.

в качестве задания — план поступления порожних вагонов:

$MZDPP = \{NSTD, \{TV, KV, SD, NS\} [ktvstd] \} [kstd],$

где ktvstd — количество типов вагона, дислоцированных на корреспондирующих станциях (остальные условные обозначения см. выше).

Информационные технологии подсистемы управления работой станции скомплектованы с учетом существующего представления об основной обязанности станционного диспетчера — добиваться наилучшего выполнения сменного задания. Принято, что в рамках этой обязанности все сводится к функциям организации обработки транзитных поездов, составов и поездов с вагонами углового потока, формирования поездов повышенной транзитности, распределения работы между сортировочными системами, обеспечения отправки на маршруты поездными локомотивами. Результатами выполнения предусмотренных функций являются задания, которые должны выдаваться маневровым диспетчерам и дежурным постов централизации. Задания следует формировать по данным массивов выходной информации.

• **Для маневрового диспетчера:**

в качестве задания — заданный план (прогноз) отправления поездов своего формирования:

MPRO — структура совпадает со структурой MPO.

в качестве выделяемых ресурсов — план распределения составов по сортировочным системам и путям роспуска с горки (для параллельного роспуска):

$MRS-N \text{ (или } MRS-C) = \{PR, \{PP, \{NP\} [4] \} [3] \} [3],$

где PR — приоритетная группа составов;

PP — половина горки (путь роспуска — левый или правый);

NP — номер поезда распускаемого состава;

4 – число совместно планируемых составов;

3 – число категорий составов («левые», «правые», не пригодные к параллельному ролпуску);

3 – число приоритетов.

• Для дежурного поста централизации:
в качестве задания и выделяемых ресурсов – план обработки транзитных поездов в парке:

MTP-NP (или MTP-NO, MTP-CP MTP-CO) = {NZP, NP, STF, PNS, STN, NSH, {TO, LP, NMO, NMN, NPGD} [3]} [ktp15],

где NSH – код схемы маршрута;

NMO – место (путь) отправления поезда на маршрут;

NMN – то же, прибытия;

NPGD – номер поезда по отправлению со станции;

ktp15 – количество транзитных поездов, прибывающих за полутарачасовой отрезок времени.

Остальные условные обозначения см. выше.

в качестве задания и выделяемых ресурсов – план обработки составов и поездов с вагонами углового потока:

MPUP- N = {NZ, NP, PT, NSH, {TO, LP, NMO, NMN} [3]} [kup15],

где PT – признак транзитного поезда;

kup15 – количество передач с вагонами углового потока на полутарачасовом отрезке времени.

Остальные условные обозначения см. выше.

Специфика рассматриваемой подсистемы такова, что в её состав включены также функции получения и обработки текущей информации о дислокации

поездов в парках, их разложениях по назначению, ограничениях по использованию перегонов в течение смены и выделенных более дальних назначениях.

Переработка входной информации в выходную требует выполнения соответствующих информационных технологий, поддерживаемых компьютерными задачами (см. таблицу 1). Как следует из таблицы, для создания этих задач нужны существенные трудозатраты и финансирование. Поэтому перед принятием решения о внедрении системы на станции надо установить его экономическую целесообразность путём моделирования работы системы на реальной информации, но не в реальных условиях.

Для моделирования предстоит создать специальный программный продукт, отличающийся от того продукта, который должен внедряться непромышленным исполнением.

Следует отметить, что эффект применения новой информационной технологии для станционного диспетчера будет получен только за счёт экономии на операциях обработки транзитных поездов и составов с вагонами углового потока. Эта экономия может оказаться недостаточной. Но формируемые подсистемой экономически обоснованные задания создадут условия для решения оптимизационных задач в других подсистемах, и это принесёт значительную выгоду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гершвальд А. С., Филиппченко С. А. Системы оперативного управления грузовыми перевозками на железнодорожном транспорте//Труды ВНИИ-АС. Выпуск 8. – М., 2008. ●

INTELLIGENT CONTROL OF STATION OPERATIONS

Baturin, Alexander P. – D.Sc. (Tech), professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).
Gershvald, Andrey S. – D.Sc. (Tech), professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

The article refers to the system of intelligent control of operations of bilateral classification yard, and to the regimes of internal operations planning. The authors propose initial data array with operative tasks for the stations of railway section, including plan of distribution of empty cars. Shift and 24 hours algorithms have been engineered for the intention of station dispatcher, switching controller, interlocking station man on duty.

Key words: intelligent control, information system, plan of departures, plan of arrivals, distribution of empty cars, 24 hours and shift tasks.

Координаты авторов (contact information): Батурин А.П. – 8 (495)684-24-46, Гершвальд А. С. – gershvald-a@yandex.ru

