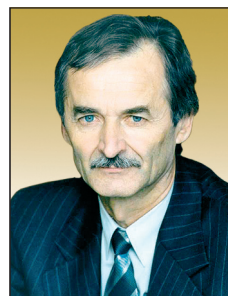


СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СИСТЕМАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Рассматривается проблема структурных дисбалансов, возникающих на стадии проектирования железнодорожных станций и полигонов. Непосредственное устранение структурных ошибок потребовало бы серьезных материальных затрат. Авторы предлагают способ снижения негативных последствий дисбалансов технологическими способами. Эксперименты проводились на модели полигона, построенной с помощью имитационной системы ИМЕТРА.

Ключевые слова: железнодорожная станция, полигон, технология, имитационное моделирование

EDN: JODYKE



П.А. Козлов



В.С. Колокольников

При развитии железнодорожных станций и полигонов иногда возникают структурные дисбалансы. Причины могут быть разные — изменение в структуре потоков, ошибки при проектировании и др. Структурные изменения обычно — весьма дорогостоящие. Однако негативные последствия некоторых структурных дисбалансов могут быть снижены технологическими способами. В статье рассматривается случай, когда на нескольких станциях полигона недостаточно путей приема. Исследования производятся с использованием имитационной системы ИМЕТРА, созданной для моделирования больших полигонов [1–3].

Пусть на полигоне от Кузбасса до порта Усть-Луга на шести технических станциях закрывается по два пути приема. Технологические приемы могут быть разные. Скажем, уменьшение времени занятости пути обработкой состава в некотором смысле соответствует увеличению числа путей в парке. Ведь путь занимается не только технологическими операциями, но и задержками разной природы (рис. 1).

Это наглядно показывает имитационная система ИМЕТРА (рис. 2).

Здесь показаны только некоторые важные задержки. Но учитывается и недостаток путей приема на следующей технической станции.

Козлов Пётр Алексеевич, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ, президент научно-производственного холдинга «СТРАТЕГ» (Современные транспортные технологии государства). Область научных интересов: системный подход, оптимизация транспортных процессов, моделирование, расчет и оптимизация транспортных систем. Автор более 400 научных работ, в том числе двух монографий.

Колокольников Виталий Сергеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС). Область научных интересов: имитационное моделирование и оптимизация железнодорожных станций, узлов и полигонов. Автор 65 научных работ.

Тимухин Кирилл Максимович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Станции, узлы и грузовая работа» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС). Область научных интересов: имитационное моделирование и оптимизация железнодорожных станций, узлов и полигонов. Автор 32 научных работ.

Технологически легче всего уменьшить задержки из-за локомотивов и бригад пунктов технического обслуживания (ПТО). В экспериментах принят подход — увеличение бригад ПТО. Расчеты на модели выполнялись в следующей последовательности:

- первый расчет — существующее состояние,
- второй — на шести станциях закрываются по два пути в парках приема,
- третий — при закрытых путях на этих станциях увеличиваются бригады ПТО.

На рис. 2 показано исходное состояние ст. Лоста – расчет 1, на рис. 3 – расчет 2 – закрыты пути и

расчет 3 – при закрытых путях добавлены бригады ПТО.

Расчет 1. Задержки из-за бригад составляют в среднем 21,2 мин/поезд. На предыдущей станции Паприха из-за путей приема ст. Лоста возникают задержки 12,9 мин/поезд.

Расчет 2. Задержки из-за бригад – 25,8 мин/поезд, задержки на ст. Паприха – 18,8 мин/поезд, то есть увеличились.

Расчет 3. Задержки из-за бригад уменьшились до 3,8 мин/поезд, задержки на ст. Паприха уменьшились даже по отношению к исходному состоянию, до 11,5 мин/поезд.

Наглядно эффект выглядит так (рис. 4).

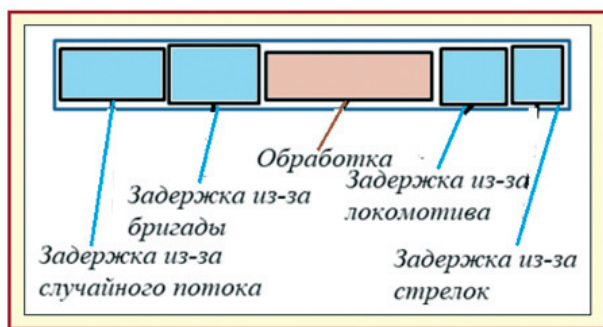
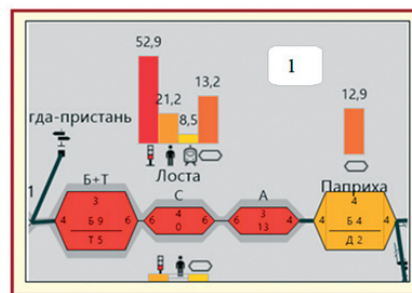


Рис. 1. Структурная занятость пути приема



 -задержки из-за участка
  - задержки из-за бригад ПТО

 - задержки из-за локомотива
  -задержки из-за путей приема

Рис. 2. Структурная занятость путей на ст. Лоста
в модели системы ИМЕТРА

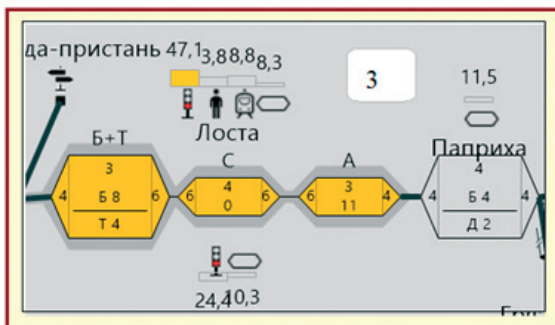
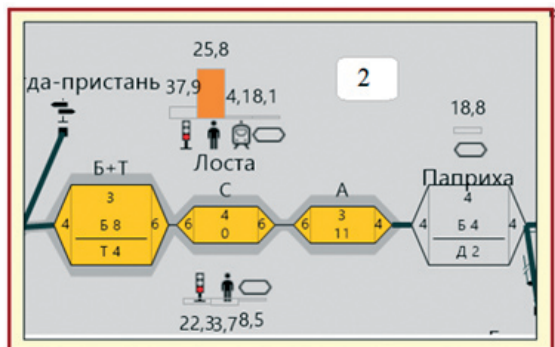


Рис. 3. Результаты расчетов 2 и 3 по ст. Лоста



Рис.4. Графическое изображение изменения задержек на ст. Лоста

На исполненном графике движения (рис.5) можно увидеть большие простои поездов и на ст. Паприха и на ст. Лоста (расчет 2).

Аналогичная картина и на других станциях. Например, из-за путей на ст. Шарья возникают простои на четырех предыдущих промежуточных станциях (рис. 6).

В расчете 2 (закрыты пути) простои резко увеличились (рис. 7). А при добавлении бригад ПТО (рис. 7, расчет 3) задержки снизились, но исходного уровня не достигли.

Модель выдает суммарные задержки по всем типам поездов (рис. 8).

Наглядно на графике это выглядит так (рис.9).

Структурные дисбалансы отражаются и на скорости продвижения поездопотока. Это показывает изменение маршрутных скоростей по трем вариантам расчета (таблица). Участвующие в экспериментах

станции относятся к Северной и Горьковской железным дорогам.

Вывод из всех экспериментов можно сделать следующий — технологическими мерами можно снизить негативный эффект от структурных дисбалансов.

Технологические мероприятия (в общем смысле, варианты организации перевозок), могут быть разными, в том числе:

- использование, так называемых, динамических резервов для ускорения оборота вагонов на малодельных участках [4],
- применение аппарата «бережливого производства» — картографирования, которое влияет на технологию многих циклов в перевозочном процессе [5],
- использования моделей оптимизации управления транспортными потоками [6],
- оптимизация управления вагонными парками [7].

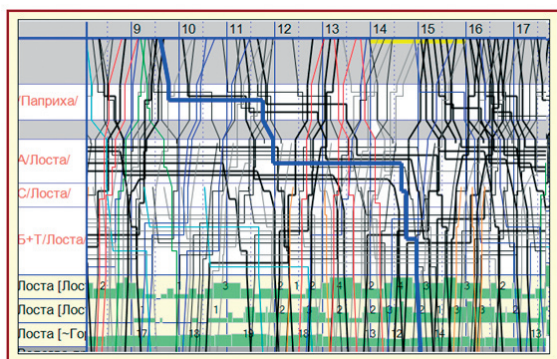


Рис. 5. Вырезка из графика движения полигона

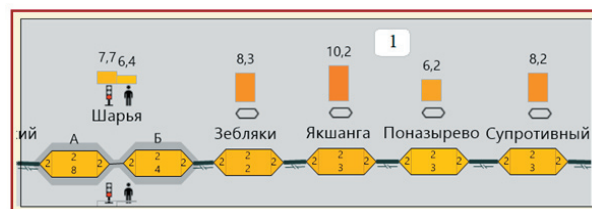


Рис. 6. Простои поездов на предыдущих станциях из-за ст. Шарья (расчет 1)

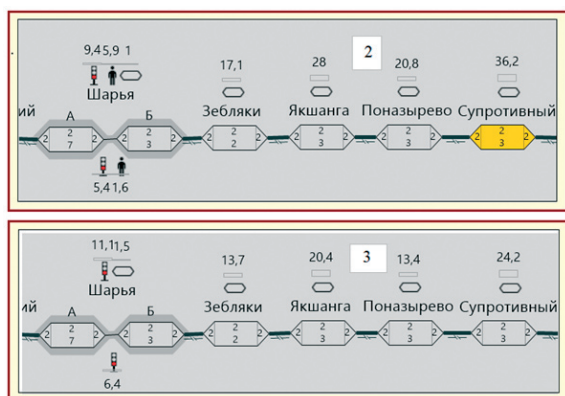


Рис. 7. Результаты расчетов 2 и 3 по ст. Шарья

подпроцесс	графически	в сутки	кол-во	на операцию
71 НЕЧ		1907:50	6823	0:16
66 НЕЧ		1490:09	5310,5	0:16
71 ЧЕТ		1169:58	7501,5	0:09
66 ЧЕТ		512:04	1514,5	0:20
58 ЧЕТ		465:49	1222,2	0:22
100 ЧЕТ		310:13	1587,2	0:11
58 НЕЧ		286:40	835	0:20
85 НЕЧ		76:58	276	0:16
100 НЕЧ		64:16	253	0:15

Рис. 8. Суммарные задержки поездов (цифры перед типом обозначают длину состава)

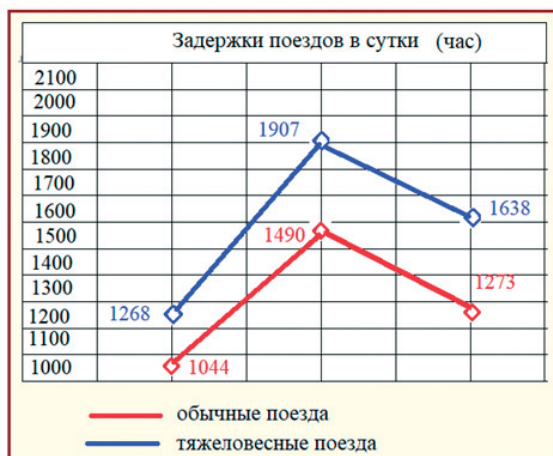


Рис. 9. Изменение задержек двух типов поездов в трех вариантах расчета

Таблица

Изменение маршрутных скоростей в трех вариантах эксперимента

СЕВЖД маршрутная (все)	27,05	37,89	31,32
СЕВЖД маршрутная (ТД)	35,35	40,83	38,27
	неч	чет	ср
СЕВЖД маршрутная (все)	25,45	37,47	29,99
СЕВЖД маршрутная (ТД)	31,35	35,15	33,60
СЕВЖД маршрутная (все)	25,71	37,91	30,49
СЕВЖД маршрутная (ТД)	32,85	34,19	33,59

ГЖД маршрутная (все)	29,37	29,18	29,28
ГЖД маршрутная (ТД)	29,27	33,53	31,97
	неч	чет	ср
ГЖД маршрутная (все)	24,67	31,25	27,38
ГЖД маршрутная (ТД)	31,49	30,73	30,95
ГЖД маршрутная (все)	25,65	33,63	28,96
ГЖД маршрутная (ТД)	28,11	32,44	30,96

Литература

1. Козлов, П. А. Моделирование международных транспортных коридоров / П. А. Козлов, В. С. Колокольников, Н. А. Тушин. - Текст : непосредственный // Транспорт Российской Федерации. - 2023. - № 1-2. - С. 32-37.
2. Бородин, А. Ф. Построение эффективных полигонов железнодорожного транспорта на основе имитационной экспертизы. - Текст : непосредственный // А. Ф. Бородин, П. А. Козлов, В. С. Колокольников, О. В. Осокин. - Текст : непосредственный // VII International Scientific Siberian Transport Forum, TransSiberia — 2019. - Volume 2. - № 1116.
3. Козлов, П. А. Структурно-функциональная оптимизация больших полигонов железнодорожного транспорта / П. А. Козлов, В. С. Колокольников. - Текст : непосредственный // Транспорт Урала. - 2018. - № 3. - С. 3-7.
4. Тушин, Н.А. Динамические резервы ускорения оборота вагона на малоделятельных участках / Н. А. Тушин, К. М. Тимухин, Т. А. Смородинцева. - Текст : непосредственный // Транспорт Урала. - 2022. - № 2(73). - С. 59-64. - DOI 10.20291/1815-9400-2022-2-59-64. - EDN UEIZLR.
5. Mapping of processes of interaction of complex transport objects / V. V. Lesnykh, N. V. Yakushev, K. M. Timukhin, A. A. Koscheev // International Scientific and Practical Conference «Railway Transport and Technologies» (RTT-2021): Collection of conference materials. Volume 2624, Ekaterinburg, 24-25 ноября 2021 года. Vol. 2624, Issue 1. - USA: AIP PUBLISHING, 2023. - P. 040006. - DOI 10.1063/5.0132314. - EDN GWMPAZ.
6. Тимухина, Е. Н. Критерии эффективности при управлении транспортным предприятием / Е. Н. Тимухина, К. М. Тимухин. - Текст : непосредственный // Транспорт Урала. - 2024. - № 1(80). - С. 83-89. - DOI 10.20291/1815-9400-2024-1-83-89. - EDN VZNXUM.
7. Тушин, Н. А. Проблемы управления вагонными парками на современном этапе / Н. А. Тушин, Р. В. Писарева, К. М. Тимухин. - Текст : непосредственный // Наука и образование транспорту. - 2018. - № 1. - С. 127-130. - EDN VVWYWE.