

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТЫ МЕЖДУ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ, ОБСЛУЖИВАЮЩИМИ МОРСКОЙ ПОРТ

Е. В. БОРОДИНА, Е. А. АЛЕКСЕВНИН, Р. С. МАРЧУК
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

В настоящее время огромное значение придается развитию и функционированию мультимодальных транспортных систем (МТС), в которых происходит взаимодействие различных видов транспорта: морского, речного, железнодорожного, автомобильного, трубопроводного при различной технологии каждого из них, при разном комплексе транспортных средств и устройств для переработки подвижного состава и грузов. Они характеризуются единой целью функционирования взаимодействующих в нем видов транспорта, решают задачи, связанные с рациональной организацией и управлением движения материальных ресурсов и готовой продукции, снижением затрат на транспортировку, сокращением времени доставки при заданном уровне качества транспортных услуг и транспортного обслуживания.

По характеру эксплуатационной работы, особенностям компоновки, видам транспорта и другим признакам МТС делятся на три группы: железнодорожно-автомобильный; железнодорожно-водно-автомобильный; водно-автомобильный. Одним из видов железнодорожно-водно-автомобильных МТС является железнодорожно-морской транспортный узел, включающий в себя морской порт, припортовый железнодорожный узел (ПЖДУ), автомобильные подходы и другие обустройства. Их главная роль заключается в перевалке грузов с морского на сухопутные виды транспорта и обратно, т. е. в осуществлении экспортно-импортных перевозок.

В состав железнодорожных устройств, образующих ПЖДУ и используемых для перевалки грузов, прибывающих морем на железнодорожный транспорт и отбывающих в обратном направлении, входят: предпортовая станция (ПСС), портовая станция (ПС), районные парки (РП), терминалы с погрузочно-выгрузочными путями (Т), соединительные (подъездные) пути.

Предпортовыми станциями являются, как правило, сортировочные станции сетевого значения, служащие главными опорными пунктами железных дорог по организации грузового движения, на которых сконцентрирована основная маневровая работа по расформированию и формированию грузовых поездов и передач как на магистральную сеть, так и в обслуживаемые порты и другие предприятия.

Портовые станции производят основную работу по организации взаимосвязи с предпортовой сортировочной станцией и сортировку вагонов по районам порта или отдельным его причалам или складам. Для этого выделяются приемо-отправочные и сортировочные парки с соответствующими объемами работы сортировочными устройствами (вытяжки, горки малой мощности и т. п.). В РП производится и частичная сортировка вагонов по причальным терминалам и трюмам судов. В зависимости от объема работы районные парки могут иметь приемо-отправочные и сортировочные пути. Основное назначение районных парков – приблизить к причалам и складам железнодорожные вагоны, подготовленные для подачи к погрузочно-разгрузочным фронтам терминалов. ПС и РП могут быть отнесены к станциям типа грузовых или промежуточных в зависимости от объема работы. С целью сокращения занятия ценной территории порта, как портовые станции, так и районные парки наиболее целесообразно располагать по параллельной схеме [1].

Вопросы совершенствования взаимодействия в работе железнодорожных устройств приобретают особую значимость из-за непропорционального путевого развития и технического оснащения железнодорожных станций и районных парков. Колебания струй и интенсивность поступающих вагонопотоков в ПЖДУ определяют основную причину не оптимальности распределения сортировочной, маневровой, передаточной работ между парками и станциями припортового железнодорожного узла, что приводит к необеспечению непрерывности перегрузочных операций, несвоевременной подаче вагонов на терминалы, к повторной переработке вагонов и, как следствие, увеличению простоя и времени оборота вагонов в транспортном узле.

Кроме того, неритмичный и несогласованный подвод грузов к пунктам перевалки возникает из-за отсутствия единого транспортного конвейера, разобщенности видов собственности, систем управления и других субъектов, участвующих в технологическом процессе перевозки.

Несмотря на большие капитальные вложения в ПЖДУ они все равно испытывают технические и технологические затруднения из-за неравномерной загрузки сортировочных устройств станций, районных парков, горловин станций, подходов к ним, погрузочно-разгрузочных и складских путей, а также с

отсутствием четкого взаимодействия и согласованности в работе железнодорожного и морского транспорта [2].

Выбор вариантов обслуживания порта железнодорожным транспортом производится на основе технико-экономических расчетов. Целесообразность применения той или иной схемы с точки зрения экономической эффективности определяется путем сравнения по этим схемам эксплуатационных расходов, связанных с обслуживанием порта. Для этого учитываются затраты на сортировочной станции, соединительным путям и другим элементам, соответствующим той или иной схеме, приведенной на рисунке 1.

С учетом рисунка 1 составлены формулы в таблице 1, позволяющие произвести расчет по выбору целесообразного варианта способа обслуживания.

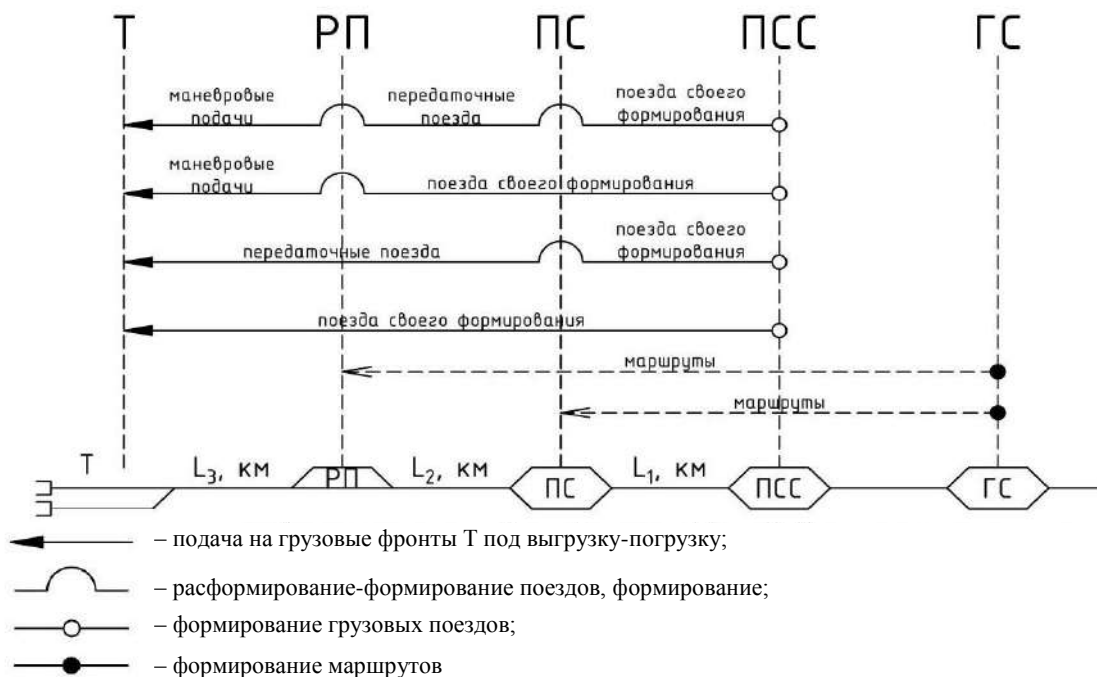


Рисунок 1 – Схема поездопотоков, поступающих в припортовый железнодорожный узел (L_1, L_2, L_3 – расстояния в км между железнодорожными устройствами; ГС – грузовая станция)

Согласно схеме поездопотоков (см. рисунок 1) образуются четыре варианта обслуживания терминалов порта железнодорожными устройствами: I вариант – ПСС-Т; II вариант – ПСС-ПС-Т; III вариант – ПСС-РП-Т; IV вариант – ПСС-ПС-РП-Т.

Выбор оптимального варианта распределения сортировочной работы связан с выбором такого управления, при котором целевая функция достигает минимального значения [3].

Целевая функция – суммарные среднесуточные затраты – включает в себя составляющие, связанные с различными потоками поездов и с технико-технологическими параметрами железнодорожных устройств ПЖДУ. Нахождение рационального варианта распределения работы в припортовом железнодорожном узле сводится к нахождению суммарных среднесуточных затрат и выбору минимального значения – $\sum E \rightarrow \min$. Суммарные затраты состоят из затрат, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Составляющие суммарных среднесуточных затрат и их расчетные формулы

Составляющие суммарных затрат	Расчетные формулы (1)
На предпортовой станции (ПСС) затраты на:	
1 Простой вагонов под накоплением на состав поезда своего формирования	$E_{ПСС}^{нак} = C m_{сф} e_{в-ч}$
2 Формирование поездов своего формирования поезда	$E_{ПСС}^{фор} = N_{сф} (t_{оф} + t_{перест} + t_{возв}) e_{ман}$
3 Дополнительная сортировочная работа по подборке групп вагонов на терминалы порта	$E_{ПСС}^{подб} = t_{подб} (n_{подб} e_{в-ч} + e_{ман})$
4 Простой вагонов в поездах своего формирования в ожидании отправления	$E_{в-ч}^{ож.от} = n_{сф} t_{ож.сф} e_{в-ч}$
5 Пробег вагонов в поездах своего формирования	$E_{в-км} = n_{сф} L_{проб} e_{в-км}$
На портовой станции (ПС) затраты на:	
6 Расформирование грузовых поездов	$E_{ПС}^{расф} = N_{сф} t_{расф} e_{ман}$

Окончание таблицы 1

Составляющие суммарных затрат	Расчетные формулы (1)
7 Формирование передаточных поездов	$E_{ПСС}^{форм} = (t_{форм} + t_{подб}) \cdot N_{перед} \cdot e_{ман}$
8 Простой вагонов в передаточных поездах в ожидании отправления	$E_{в-ч}^{ож.от} = n_{перед} + t_{ож.перед}^{от} e_{в-ч}$
9 Пробег передаточных поездов	$E_{п-км}^{перед} = N_{перед} L_{перед} e_{п-км}$
В районных парках (РП) затраты на:	
11 Расформирование грузовых поездов	$E_{РП}^{расф} = N_{сф} t_{расф} e_{ман}$
12 Формирование подач на терминалы	$E_{РП}^{форм} = N_{под} t_{под}^{форм} e_{ман}$
13 Простой вагонов в маневровых подачах в ожидании выполнения операций	$E_{в-ч}^{под} = n_{под} t_{под}^{ож} e_{в-ч}$
14 Время на маневровую работу на подачи с ПСС и РП на терминалы	$E_{под-уб} = N_{под} t_{под} e_{ман}$
15 Зависящие расходы, связанные с содержанием парка маневровых локомотивов	$E_{лок}^{ман} = M_{ман} T_{ман} e_{лок}^{ман}$
Суммарные затраты	ΣE

Таблица 2 – Обозначения количественных и временных характеристик в расчетных формулах (1)

Количественные характеристики	Временные характеристики, ч
$m_{сф}$ – количество вагонов в составе поезда своего формирования, накапливаемого в адрес порта	C – параметр накопления вагонов на ПСС;
$N_{сф}$ – суточное число поездов своего формирования на ПСС в адрес порта	$t_{оф}, t_{перест}, t_{возв}$ – время на окончание формирования, перестановку и возвращения маневрового локомотива в СП
$n_{подб}$ – число вагонов, подбираемых за сутки на ПСС в адрес порта	$t_{подб}$ – время на подборку вагонов на ПСС по грузовым фронтам терминалов
$n_{сф}$ – среднесуточное число вагонов в поездах своего формирования, поступающих с ПСС	$t_{ож.сф}^{от}$ – среднее время в ожидании отправления поезда своего формирования
$N_{сф}$ – суточное число поездов своего формирования на ПСС в адрес порта	$t_{расф}$ – среднее время на расформирование грузового поезда
$N_{перед}$ – число передаточных поездов, формируемых на ПСС и РП	$t_{форм}, t_{подб}$ – среднее время на формирование и подборку вагонов на передаточный поезд
$n_{перед}$ – число вагонов в передаточных поездах	$t_{ож.перед}^{от}$ – среднее время в ожидании отправления передаточного поезда
$N_{под}$ – среднее число вагонов в маневровой подаче, формируемых в РП	$t_{под}^{форм}$ – время на формирование одной маневровой подачи на терминалы
$n_{под}$ – число подач на терминалы	$t_{под}^{от}$ – время простоя маневровой подачи в ожидании выполнения операций
$N_{под}$ – среднее число вагонов в маневровой подаче, формируемых в РП	$t_{под}$ – среднее время на одну маневровую подачу
$M_{ман}$ – количество маневровых локомотивов в районных парках	$T_{ман}$ – время работы маневровых локомотивов в течение суток
$L_{проб}$ – расстояние пробега вагонов между станциями в поездах своего формирования, км	
$L_{перед}$ – расстояние пробега передаточных поездов, км	

Стоимостные характеристики в расчетных формулах таблицы 1:

- $e_{в-ч}$ – стоимостная оценка 1 ваг·ч простоя вагона, руб./ваг·ч;
- $e_{ман}$ – расходная ставка 1 маневрового лок·ч, руб./лок·ч;
- $e_{лок}^{ман}$ – стоимость содержания 1 маневрового локомотива, руб./лок.;
- $e_{в-км}$ – расходная ставка 1 ваг·км, руб./ваг·км;
- $e_{п-км}$ – расходная ставка 1 поездо·км, руб./п·км.

Поиск решения задачи по данной методике предусматривает направленный перебор струй вагонопотоков, поступающих в узел, с проверкой по ограничениям в соответствии со схемой взаимодействия устройств (см. рисунок 1) и с последующим нахождением оптимального варианта распределения сортировочной, маневровой и передаточной работы по станциям и районным паркам ПЖДУ.

Программное обеспечение, созданное на базе методики, позволит быстро производить расчеты вариантов обслуживания морских портов железнодорожным транспортом, как при существующей мощности постоянных устройств железнодорожных объектов, так и при изменении технического оснащения инфраструктуры порта с наименьшей затратой времени и минимальными затратами на переработку вагонопотоков по вариантам обслуживания портовых комплексов.

Список литературы

- 1 Портовые узлы и станции (Устройство и эксплуатация) / К. Ю. Скалов [и др.]. – М. : Транспорт, 1965. – 198 с.
- 2 **Бородина, Е. В.** Обоснование эффективных параметров сортировочной и поездной работы в припортовых железнодорожных узлах / Е. В. Бородина // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах : Вторая междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 4–6 октября 2017 г.) : сб. тр. / под общ. ред. П. К. Рыбина. – СПб., 2018. – С. 81–86.
- 3 **Вакуленко, С. П.** Взаимодействие станций в припортовых железнодорожных узлах. Сборник трудов / С. П. Вакуленко // Transport Problems-2018. Proceedings IX International Scientific Conference. – Katowice, Silesian University of Technology, 2018. – С. 80–86.
- 4 **Бородина, Е. В.** Переработка вагонопотоков в припортовых железнодорожных узлах / Е. В. Бородина, Д. З. Бекжанов, А. Р. Дёмкина // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика : материалы XLIII МНПК, КазАТК, г. Алматы, 17.04.2019. Т. 2. – Алматы, 2019. – С. 63–65.
- 5 **Бадамбаева, С. Е.** Взаимодействие морского и железнодорожного транспорта на примере порта Актау / С. Е. Бадамбаева, Е. В. Бородина, Е. С. Прокофьева // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, № 3. – М. – С. 122–138.

УДК 656.212.5

ВЫСТРАИВАНИЕ ЕДИНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТВОРОВ ДЛЯ РЕМОНТА ИНФРАСТРУКТУРЫ, КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В. С. БЫКОВ

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Залогом обеспечения безопасности движения пассажирских и грузовых поездов на железнодорожном транспорте является исправное состояние элементов инфраструктуры путевого комплекса. Своевременное обслуживание основных элементов строения пути позволяет реализовать намеченные объемы в перевозке грузов и пассажиров с сохранением всех мер безопасности на железнодорожном транспорте.

Содержание и развитие инфраструктуры требует выполнения значительного объема ремонтно-строительных работ. На сети железных дорог РФ ежегодно предоставляется до 600 тыс. «окон», из которых примерно 12 % имеют продолжительность 4 ч и более. В последние годы широкое распространение получила технология выполнения ремонтно-строительных работ с длительным закрытием перегонов — от одних до нескольких суток. Особое внимание уделяется предоставлению «окон» на высоко загрузженных участках железнодорожной сети.

В основе данной технологии лежит не только алгоритм выбора оптимального варианта проведения ремонтно-путевых работ, а также, в соответствии с директивным планом-графиком выбор перегонов, организующих «створовое направление». Длительные закрытия предоставляются комплексно на целых направлениях, определяемых как «створовые направления», в пределах которых организовано сквозное продвижение поездов. Длина «створовых направлений» определяется движением потока поездов между станциями отправления и назначения в соответствии с планом формирования поездов. Схематичный график «створа» представлен на рисунке 1.

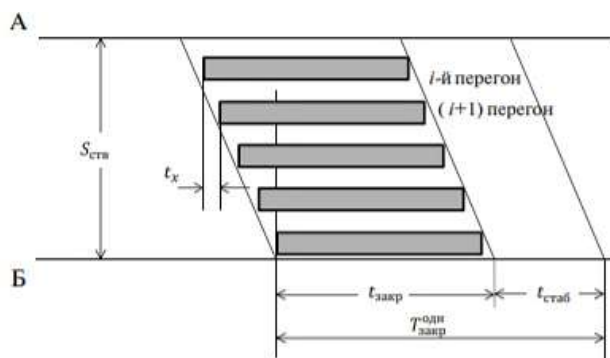


Рисунок 1 – Вариант организации створа на направлении железнодорожной сети

Преимущество круглосуточного закрытия перегонов состоит в большей выработке путевых машинных комплексов, а также в единовременном подводе всей техники на период ремонта верхнего строения пути. Однако при такой организации ремонтных работ наблюдается тенденция к от-