

УДК 656.225

***ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНЕЙ ОЧЕРЕДИ В ОЖИДАНИИ
ОКОНЧАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ ОТ ЗАГРУЗКИ
МАНЕВРОВОГО ЛОКОМОТИВА ПРИ УСЛОВИИ, ЧТО НЕТ
ЗАНЯТОСТИ ВСЕХ ПУТЕЙ ПАРКА ОТПРАВЛЕНИЯ***

Сенченко К.А.

Студент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия.

Зиневич Д.А.

Студент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия.

Шмаль В.Н.

к.т.н., доцент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия.

Минаков П.А.

к.т.н., доцент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия.

АННОТАЦИЯ

Сортировочные станции играют важную роль в организации перевозочного процесса на железной дороге. На сортировочной станции происходит множество процессов, одним из которых является формирование и переработка прибывающих на неё поездов. Грамотная организация маневровой работы на сортировочных станциях влияет на эффективность

процесса обработки поездов, однако, это становится возможным только при учёте многих параметров, в том числе загрузки маневровых локомотивов.

В данной статье рассматривается зависимость средней очереди в ожидании поездов от загрузки маневрового локомотива, при условии, что нет занятости всех путей парка отправления. Приводится анализ построенного на основании расчетов графика при различных значениях средневзвешенного времени на окончание формирования, вывод состава в парк отправления и возвращение маневрового локомотива на вытяжной путь. На основании сведений, изложенных в данной статье, возможно сделать вывод об оптимальных значениях загрузки маневрового локомотива.

Ключевые слова: Маневровый локомотив, факторы, средняя очередь, формула, зависимость.

***THE DEPENDENCE OF THE AVERAGE QUEUE WAITING FOR
THE END OF THE TRAIN FORMATION ON THE SHUNTING
LOCOMOTIVE WORKLOAD, IN CONDITIONS THAT NOT ALL THE
TRACKS OF THE DEPARTURE PARK ARE OCCUPIED***

Senchenko K.A.

Student,

Russian university of transport (MIIT),

Moscow, Russia.

Zinevich D.A.

Student,

Russian university of transport (MIIT),

Moscow, Russia.

Shmal V.N.

Ph.D. in Technology, assistant professor,

Russian university of transport (MIIT),

Moscow, Russia.

Minakov P.A.

Ph.D. in Technology, assistant professor,

Russian university of transport (MIIT),

Moscow, Russia.

ABSTRACT

Marshalling yards play an important role in the organization of the transportation process on the railway. There are many processes going on at the marshalling yard, one of which is the formation and processing of trains arriving at it. Competent organization of shunting work at marshalling yards affects the efficiency of the train handling process, however, this becomes possible only if many parameters are taken into account, including the loading of shunting locomotives.

This article examines the dependence of the average queue waiting for trains on the loading of the shunting locomotive, provided that there is no occupancy of all the tracks of the departure fleet. The analysis of the schedule constructed on the basis of calculations is given for various values of the weighted average time for the end of formation, the withdrawal of the train to the departure park and the return of the shunting locomotive to the exhaust track. Based on the information presented in this article, it is possible to draw a conclusion about the optimal loading values of a shunting locomotive.

Keywords: Shunting locomotive, factors, average queue, formula, dependence.

Железнодорожный транспорт играет важную роль в функционировании экономики страны, связи её субъектов между собой, а также с другими странами. Специфика российских условий оказывала и продолжает оказывать существенное влияние на развитие транспортной системы страны. В виду климатических, географических, экономических и других факторов, наиболее

подходящим видом транспорта является железнодорожный, позволяющий обеспечить круглогодичные массовые перевозки различных, в том числе социально значимых, грузов в различные районы страны в необходимые сроки при конкурентной стоимости, что особенно важно для такой протяженной и относительно малонаселённой страны как Российская Федерация. Железнодорожный транспорт занимает лидирующие позиции по объемам грузовых перевозок внутри страны [1]. В сферу железнодорожного транспорта вовлечено большое количество работников, имеющих множество различных специализаций. Он представляет собой сложнейшую систему, состоящую из большого множества различных компонентов, которые находятся в постоянном взаимодействии друг с другом. К элементам железнодорожного транспорта относятся: подвижной состав, пути, станции и узлы и так далее. По своему назначению станции подразделяются на несколько видов, важнейшую роль в организации вагонопотоков на сети железных дорог играют сортировочные станции. Эффективность работы сортировочных станций напрямую влияет на своевременное выполнение плана перевозок в необходимом объеме. На них происходит массовая переработка вагонов и формирование поездов в соответствии с общесетевым планом формирования поездов. К поездам, формируемым на сортировочных станциях относятся сквозные, сборные, участковые и участково-сборные поезда, а также вывозные и передаточные поезда до ближайших грузовых станций узла и заводских станций. Работа сортировочной станции должна быть организована так, чтобы нахождение вагонов на ней было минимально по времени и обосновано технологически.

Система формирования поездов представляет собой совокупность нескольких систем: сама система окончания формирования и система по перестановке сформированных составов в парк отправления.

Как известно, в парк отправления переставляются составы из сортировочного парка, а также принимаются транзитные поезда, следующие без переработки через сортировочную станцию, однако парк отправления имеет ограниченную ёмкость и при условии максимальной загрузки систем обслуживания, возможно полное его заполнение, которое не позволит осуществить процесс перестановки составов в парк. Одним из наиболее серьёзных последствий заполнения отправочного парка могут стать задержки транзитных поездов, следующих через сортировочную станцию без переработки и принимаемых на его пути. Задержки в движении поездов, а также сбои в работе сортировочной станции способны оказать значительное негативное влияние на график движения поездов, что неизбежно отразится не только на участниках перевозочного процесса на железной дороге, но и на различных отраслях народного хозяйства, а также может увеличить риски возникновения аварийных ситуаций на железной дороге, которые повлечёт за собой материальные убытки, угрозу жизни и здоровью людей. Стремление к обеспечению безопасности и эффективности работы на железной дороге приводит к необходимости анализа и прогнозирования работы сортировочной станции.

Одним из способов прогнозирования функционирования сортировочной станции может быть моделирование работы станции и процессов происходящих на ней, а именно методом дифференциального исчисления. Такой метод и предшествующие ему применительно к отдельным сортировочным станциям, использовался в следующих трудах [2],[3],[4],[5],[6],[7],[8]. Так, например, процесс накопления составов можно определить путем моделирования разложения расформировываемых составов по назначениям плана формирования с дальнейшим сложением поступающих групп до целых составов.

К факторам, чье влияние на величину простоя между операциями в ожидании окончания формирования составов наиболее значительно, могут относиться: количество поездных назначений, закрепленных за локомотивом, суточная мощность назначений, длительность окончания формирования закрепленных поездных назначений, перерывы в работе маневровых локомотивов, осуществляющих окончание формирования. Перерывы в работе локомотива могут быть связаны со сменой локомотивных, выполнением операций по обслуживанию локомотивов, подаче и уборке местных вагонов и так далее.

Зависимость средней очереди в ожидании окончания формирования составов от загрузки маневрового локомотива при условии, что нет занятости всех путей парка отправления может быть представлена в виде формулы.

$$M[n_{оч\ i}^{ман}] = \begin{cases} \frac{t_{офи}}{0.3} \psi_{ман\ i} & \text{при } 0 < \psi_{ман\ i} \leq 0.5 \\ \frac{K(1.16 - 4.75\psi_{ман\ i} + 6.88\psi_{ман\ i}^2)t_{офи}}{0.3} & \text{при } 0.5 < \psi_{ман\ i} \leq 1 \end{cases}$$

Где: $t_{офи}$ – средневзвешенное время на окончание формирования, вывод состава в парк отправления и возвращение маневрового локомотива на вытяжной путь по группе закрепленных за i -ым маневровым локомотивом поездных назначений;

K – повышающий коэффициент для учета общего времени перерыва в работе маневрового локомотива по окончанию формирования составов поездов, определяемый:

$$K = 1 + \frac{3 T_{пер}}{24 - T_{пер}} (2\psi_{ман\ i} - 1)$$

Где: $T_{пер}$ - общее суточное время перерывов в работе i -ого маневрового локомотива по формированию поездов, час.

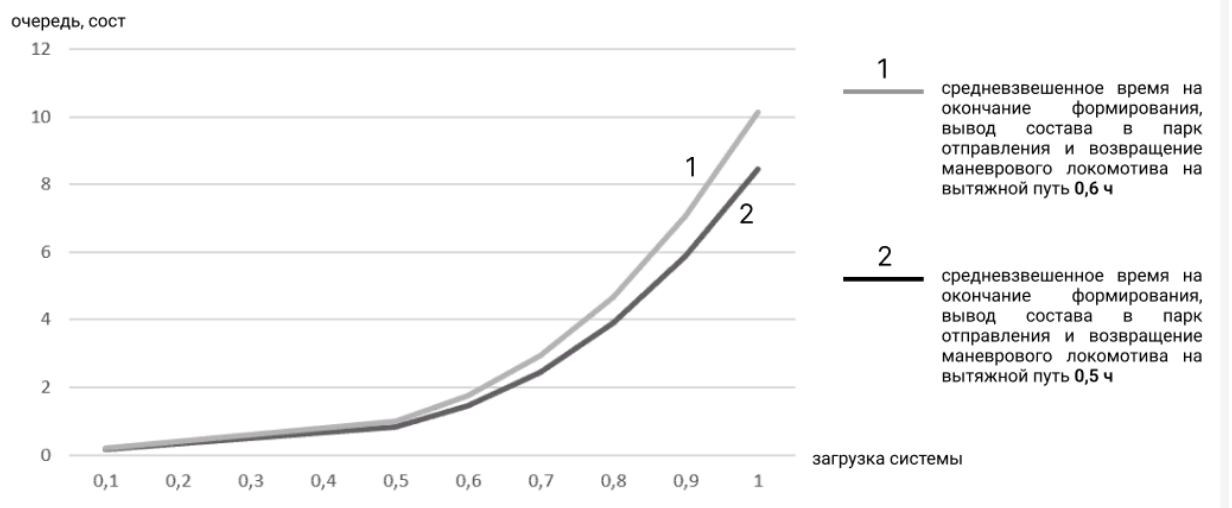


Рис.1 - Зависимость средней очереди в ожидании окончания формирования составов от загрузки маневрового локомотива при условии, что нет занятости всех путей парка отправления
(авторская иллюстрация)

Используемая в статье методика расчета средней очереди была представлена в работах [4],[5],[6] и представляет собой математическое моделирование работы сортировочной станции с использованием аппарата дифференциального исчисления.

Анализируя график можно сделать вывод о том, что при загрузке маневрового локомотива от 0.1 до 0.6 перерывы в работе оказывают незначительное влияние на среднюю очередь окончания формирования, а при загрузках более 0.6 средняя очередь стремительно увеличивается. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что оптимальная загрузка маневрового локомотива находится в пределах $\psi_{ман} < 0.6$. Сравнивая кривые при значений средневзвешенного времени для первого случая $t_{оф} = 0,6$ и второго $t_{оф} = 0,5$, можно установить, что средняя очередь в первом случае выше, чем во втором при одинаковых значениях загрузки маневрового локомотива. Отсюда следует, что меньшее средневзвешенное время $t_{оф}$ дает меньшую очередь в ожидании окончания формирования составов при одинаковой загрузке маневрового локомотива.

Зависимость очереди от загрузки маневрового локомотива объясняется тем, что общий поток, поступающий на обработку в парке отправления, состоит из потоков, возникающих вследствие работы маневровых локомотивов в сортировочном парке и прибытия транзитных поездов с примыкающих направлений.

Исходя из сведений, указанных в данной статье, основываясь на результатах расчетов и построения графика можно сделать вывод о том, что чем больше средневзвешенное время $t_{оф}$, тем выше средняя очередь в ожидании

Средняя очередь в ожидании окончания формирования составов зависит от средневзвешенного времени $t_{оф}$, чем оно выше, при равных загрузках маневрового локомотива, тем выше средняя очередь, а также от загрузки маневрового локомотива, чем выше загрузка, тем выше очередь, наиболее отчетливо это становится заметно при загрузках $\psi_{ман}$ более 0.6. Соответственно, грамотно организованная работа маневровых локомотивов позволяет сократить среднюю очередь очередь в ожидании окончания формирования составов, что позволит увеличить эффективность работы сортировочной станции.

Библиографический список:

1. ТРАНСПОРТ РОССИИ. Информационно-статистический бюллетень. Январь-июнь 2022 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа — URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/12022> (Дата обращения 21.01.2023)
2. Бодюл В.И. Математическая модель распределения вагонного парка по железным дорогам в условиях неравномерности грузовых перевозок // М.: – Вестник, ВНИИЖТ, 2006. – №3. – С 3-9.

3. Бодюл В.И. Методика построения динамической модели управления перевозочным процессом // М.: – Труды ВНИИАС, 2005. –№4. – С 30-34.
4. Минаков, П. А. Использование дифференциальных уравнений для определения технико- технологических параметров работы сортировочной станции / П. А. Минаков // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 3. – С. 19-24.
5. Минаков, П. А. Взаимодействие технологических линий в парке приема сортировочной станции / П. А. Минаков // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 9. – С. 23-25.
6. Минаков, П. А. Исследование основных характеристик системы обслуживания поездопотока в парке сортировочной станции в условиях предоставления «окон» на прилегающих участках / П. А. Минаков, В. Н. Шмаль // Академик Владимир Николаевич Образцов - основоположник транспортной науки : труды международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию университета, Москва, 22 октября 2021 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 389-395. – DOI 10.47581/2022/Obrazcov.52.
7. Сотников Е.А. Интенсификация работы сортировочной станции // М.: Транспорт, 1979.
8. Сотников Е.А. Развитие сортировочных станций при увеличении провозной способности // Железнодорожный транспорт, 1975. – №10. – С. 28-32.

Оригинальность 76%