

УДК 656.212.078.1

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТАНЦИЙ И УЧАСТКОВ В  
ЛОГИСТИЧЕСКИХ СХЕМАХ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ  
INTERACTION OF STATIONS AND SITES IN LOGISTIC  
SCHEMES OF CARGO DELIVERY

Мейсак Е.А.

Научный руководитель – Кузнецов В.Г., к.т.н., доцент кафедры  
«Управление эксплуатационной работой и охрана труда»

Белорусский государственный университет транспорта,

г. Гомель, Беларусь

zmeysak@mail.ru

E. Meysak,

Supervisor – Kuznetsov V.G., Associate Professor of the Department

«Management of operational work and labor protection»

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

*Аннотация. Рассмотрены проблемы эксплуатационной надежности транспортных систем. Предложены мероприятия по улучшению взаимодействия станций и участков в логистических схемах доставки грузов.*

*Abstract. The article deals with the problems of operational reliability of transport systems. Measures are proposed to improve the interaction of stations and sections in the logistics schemes for the delivery of goods.*

*Ключевые слова: перевозочный процесс, железнодорожный участок, железнодорожная станция, поездная работа.*

*Key words: transportation process, railway section, railway station, train work.*

**Введение.**

Устойчивость процесса перевозок на железнодорожном транспорте является важным свойством его функционирования и обеспечения целевой задачи – доставки грузов в срок. Обеспечение устойчивости пропуска транспортного потока зависит от закономерностей его образования и трансформации в пути следования, надежности работы объектов железных дорог: станций, узлов, участков [1].

Между подразделениями железной дороги: станциями и участками в силу единства перевозочного процесса существуют постоянно реализуемые технологические связи, которые реализуются на основе принципов системности, непрерывности и поточности в технологии перевозок [2]. Эти принципы характерны для сложных и больших систем, какой можно рассматривать взаимодействия подсистем: технической станции и участка инфраструктуры. Перемещение транспортного потока (грузопотока, вагонопотока, поездопотока), непрерывно во времени и приводит к постоянному изменению состояния технологических подсистем и систем в целом, вызывающих изменение эксплуатационной нагрузки, возникновению затруднений, сбоев, непроизводительных задержек в пропуске потока [3].

### **Основная часть.**

Организация перевозочного процесса на инфраструктуре железнодорожного транспорта зависит от надежности взаимодействия подсистем инфраструктуры. Взаимодействие подсистем станция-участок зависит от следующих факторов:

- динамичности изменения состояния подсистем техническая станция и взаимодействующих с ней участков;
- взаимосвязи и взаимодействия этих подсистем;
- способов организации эксплуатационной работы подсистем, распределения маневровой работы между станциями в зависимости от плана формирования грузовых поездов (ПФ), графика движения поездов (ГДП) на участках;
- резервов пропускной и перерабатывающей способности подсистем, которую можно использовать при сбоях, отказах в движении поездов, ввода в график задержанных поездов;
- сложности оперативного управления эксплуатационной работой, способов реализации предупредительных мер регулирования продвижения поездопотока, ликвидации эксплуатационных отказов и сбоев в подсистемах инфраструктуры и других мер интенсификации пропуска вагонопотока.

Для повышения устойчивости работы подсистем инфраструктуры в период сгущения транспортного потока, эффективности пропуска грузов по цепям их доставки, снижения влияния сбоев, отказов на поездную работу станций и участков

необходимо иметь оптимальные резервы пропускной и перерабатывающей способности, транспортных ресурсов [4]. Отсутствие таких резервов, ухудшает устойчивость подсистем инфраструктуры, приводит к потерям в эксплуатационной работе при возникновении отказов и сбоев в работе [1,5].

Для примера представим цепь доставки груза (от станции погрузки до станции выгрузки) на инфраструктуре железнодорожного направления (рисунок 1).



Рисунок 1 – Подсистемы инфраструктуры железнодорожного направления в цепи доставки грузов

В данной цепи, можно установить совокупность подсистем, которые взаимодействуют на различных фазах перевозки. Важной частью является процесс организованного движения грузовых поездов, где основное взаимодействие происходит между железнодорожными участками и техническими станциями. Нормативное время перевозки в цепи определяется:

$$T_{\text{пер}}^H = T_H + T_{\text{пер}}^{Уч} + T_{\text{пер}}^{Т.С.} + T_K, \quad (1)$$

где  $T_H$  – общее время на начальные операции;  $T_{\text{пер}}^{Уч}$  – общее время перевозки на железнодорожных участках;  $T_{\text{пер}}^{Т.С.}$  – время нахождения на технических станциях;  $T_K$  – общее время на конечные операции.

Для того, чтобы нормативное время перевозки  $T_{\text{пер}}^H$  было соблюдено, необходимо оптимизировать технологию работы подсистем и их технические ресурсы. Технология работы на участке зависит от ГДП, а на станции от ПФ и технологического процесса. Технические ресурсы определяются количеством главных путей, наличием парка маневровых локомотивов, емкостью путей парков, сортировочных устройств (горки, вытяжных путей), емкостью грузовых фронтов и т.д. [4].

Общее время перевозки определяется:

$$T_{\text{пер}}^H = T_{\text{пер}}^H + T_{\text{ож}}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{пер}}^H$  – нормативное время перевозки;  $\sum T_{\text{ож}}$  – время ожидания выполнения операций процесса на станциях и участках.

Время ожидания на станциях и участках можно уменьшить за счет оптимизации взаимодействия по фазам и каналам обслуживания взаимодействующих подсистем: техническая станция - участок, при этом каждая подсистема имеет вход и выход. Вход и выход могут объединяться одним элементом: однопутная линия на подходах к станции, например, является входом и выходом на каждое направление движения [1,2].

В зависимости от функционального назначения и вида операций технологического процесса, подсистемы характеризуются параметрами: интенсивностью потоков транспортного потока на входах и выходах, времени обслуживания транспортного потока, емкостью и другими, которые в итоге определяют безотказность транспортного обслуживания. Каждая подсистема должна обеспечивать регулярный прием поездов (составов) на входе и, функционируя в соответствии с установленной технологией, непрерывно отправлять поток из системы и сохранять готовность к его отправлению.

На технической станции необходимо также учитывать количество каналов технического обслуживания (ПТО), коммерческого обслуживания (ПКО), пунктов таможенного и пограничного контроля, обработки документов (СТЦ) и др., производительность работы которых, будет обеспечивать такой интервал, который будет обеспечивать беспрепятственный прием поездов и минимизировать задержки и соответственно время ожидания на прием поезда. При надежной работе время ожидания  $t_{\text{ож}}^{\text{пр}}$  будет стремиться к нулю.

Мощности каналов ПТО, ПКО, СТЦ, горки и путевое развитие должны быть сбалансированы, а итоговая производительность работы по расформированию составов в любом случае будет определяться как результирующая величина [1], например для парка приема станции:

$$n = \min \begin{matrix} n_{\text{ПТО(ПКО)}}^{\text{ПП}} \\ n_{\text{СТЦ}}^{\text{ПП}} \\ n_{\Gamma} \\ n_{\text{Поп}} \end{matrix} . \quad (3)$$

Исходя из этого необходимо определить интервалы каждого входящего канала, тем самым регулируя количество ресурсов для того, чтобы обеспечить минимальные интервалы по обработке документов в СТЦ, время на технический и коммерческий осмотр бригадами ПТО и ПКО и т.д. В зависимости от соотношения интервалов по входу и выходу из подсистемы возможны 4 режима ее функционирования: устойчивой работы ( $I_{\text{ВХ}} > I_{\text{ВЫХ}}$ ), увеличения простоя ( $I_{\text{ВХ}} < I_{\text{ВЫХ}}$ ), сбоя в работ ( $I_{\text{ВХ}} < I_{\text{ВЫХ}}, \max t_{\text{зад}} = \text{const}$ ), интенсификации обслуживания ( $I_{\text{ВХ}} > I_{\text{ВЫХ}}^{\text{ИНТ}}$ ) [6].

На основе данных, собранных в ходе прохождения технологической практики на станции Минск-Сортировочный, выполнена выборка интервалов по прибытию и отправлению поездов (таблица 1).

Таблица 1 – Интервалы по прибытию и отправлению

Частота, поездов	Интервал, мин								
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90
по прибытию	45	40	20	15	18	8	6	8	5
по отправлению	40	35	36	10	9	15	10	8	6

На рисунке 3 представлены диаграммы изменения частоты интервалов по прибытию и отправлению.

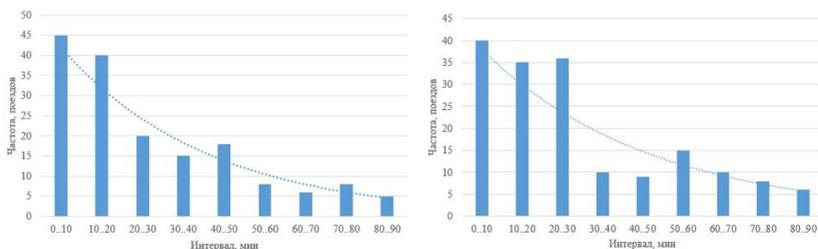


Рисунок 3 – Интервалы по прибытию и отправлению поездов

Интервал прибытия поездов по ГДП, определяется по формуле:

$$I_{гр} = \frac{24}{N_{гр}}, \quad (4)$$

где  $N_{гр}$  – максимальное количество грузовых поездов, заложенных на графике движения поездов. Тогда,

$$I_{гр} = \frac{24}{80} = 0,3 \text{ ч} = 18 \text{ мин.}$$

Фактический интервал прибытия поездов в среднем за сутки

$$I_{ф} = \frac{24}{68} = 0,35 \text{ ч} = 21 \text{ мин.}$$

Для поездов, прибывающих в парк прибытия, установлен интервал обслуживания поездов. Среднее время обработки в парке прибытия в среднем около 75 минут. Если брать условие того, что в обработке принимают участие по одной бригаде ПТО, ПКО и т.д, то продолжительность обработки поездов в парке прибытия будет условно равно времени интервалу обслуживания  $I_{обс}$  [6]. Сравнивая данный интервал, с интервалами, полученными в ходе обработки в таблице 2, получаем, что интервал прибытия поездов меньше, чем интервал обработки поездов. Соответственно, поезда прибывающие в парк прибытия, будут ожидать обработки уже прибывших поездов. Для того, чтобы уменьшить интервал обслуживания, можно увеличить число бригад, обслуживающих поезд. Например, увеличивая число бригад до трех, получим

$$I_{обс}^2 = \frac{t_{обс}}{K_{бр}}, \quad (4)$$

где  $t_{обс}$  – среднее время обслуживания в парке прибытия;  $K_{бр}$  – число бригад (ПТО, ПКО, СТЦ и т.д.). Тогда

$$I_{обс}^2 = \frac{75}{3} = 25 \text{ мин.}$$

Таким образом, при интервале  $I_{обс} = 25$  мин, станция будет обрабатывать поезда практически без задержек, исключая факт сгущенного подвода поездов.

**Заключение.**

Произведен анализ основных факторов обеспечения устойчивости эксплуатационной работы транспортной системы. Рассмотрены основные условия, при которых станция может принимать, отправлять, обрабатывать поезда с минимальными простоями в приемно-отправочных парках станции. Оптимизация взаимодействия железнодорожных подсистем (станция-участок), позволяет обеспечить устойчивость перевозочного процесса, уменьшить время ожидания поездов на станции выполнения последующих операций. Для того чтобы уменьшить интервал обслуживания поездов в парке прибытия, предложен вариант за счет увеличения числа бригад, участвующих в обработке поездов.

Предложенные мероприятия помогут не только оптимизировать работу станций и других систем, но и улучшить взаимодействие станций и участков в логистической схеме доставки грузов.

#### Литература

1 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов / П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А.М. Макаровичкин и др.// Под редакцией П.С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

2 Макаровичкин, А.М. Использование и развитие пропускной способности железных дорог/ А.М. Макаровичкин, Ю. В. Дьяков. – М.: Транспорт, 1981. – 287 с.

3 Эксплуатационная надежность станции / П.С. Грунтов. – М.: Транспорт, 1986. – 247 с.

4 Методические рекомендации по расчету пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных сооружений и устройств / часть I, методика расчета. – Утв. приказом от 03.09.2009 №1043НЗ.

5 Кузнецов, В.Г. Применение метода структурно-объектного анализа для оценки устойчивости пропуска поездопотока в железнодорожном узле / В.Г. Кузнецов, Е. А. Федоров, Л. А Релько, К.И. Гедрис // Проблемы безопасности на транспорте: Материалы X Межд. научн.-практ. конф. Ч.III/ Под ред. Ю.И. Кулаженко. – Гомель: БелГУТ, 2020. – С. 36-38.

6 Теоретические основы взаимодействия в работе приемно-отправочных парков станций и прилегающих участков: Учебное пособие / И.Б. Сотников. – Москва, 1967. – 59 с.

Представлено 07.11.2022