

УДК 656.225

БАЛАНОВ В. О.^{1*}

^{1*} Каф. «Управление эксплуатационной работой», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 373 15 70, эл. почта vladimir.balanov@mail.ru, ORCID -0000-0002-6137-3420

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ ПО РАСПИСАНИЮ

Цель. Целью исследования является изучение задержек поездов по маршруту их следования. Результаты этих исследований позволят рационально распределять резервы времени при составлении графиков движения поездов. **Методика.** В качестве методов исследования использованы методы математической статистики, в частности определение зависимостей задержек поездов. **Результаты.** На основании выполненных исследований изучены задержки поездов по маршруту их следования. Результаты этих исследований позволят рационально распределять резервы времени при составлении графиков движения поездов, усовершенствовать методы разработки графиков оборота составов поездов, обеспечивающих перевозку грузов по расписанию. **Научная новизна.** Научная новизна работы состоит в совершенствовании методов определения задержек поездов, а так же в установлении резервов времени которые необходимо закладывать в маршрут следования грузовых поездов движущихся по расписанию. **Практическая значимость.** Практическая значимость выполненных исследований состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы для технико-экономических расчетов эффективности перехода промышленных предприятий на обслуживание их по расписанию, а также при разработке графиков движения на начальных этапах опробования технологии.

Ключевые слова: резерв времени; расписание; отказ; график движения поездов; опоздание поезда.

Введение

Одной из проблем современных грузовых перевозок, с которым сталкивается железнодорожный транспорт Украины, является низкая скорость движения вагонов от станции отправления до станции назначения. Правилами перевозок грузов [11] устанавливаются только предельные скорости доставки, при невыполнении которых наступает ответственность за прострочку доставки грузов. Выполненный анализ показывает, что для среднего расстояния перевозок порядка 500 км допустимыми являются скорости 4-5 км/ч, что резко ухудшает показатели использования подвижного состава. Решением данной проблемы является организация перевозок грузов по расписанию [9,1].

Работа железнодорожного транспорта подвержена влиянию значительного количества случайных факторов. Так случайными являются параметры поездов, условия внешней среды, техническое состояние локомотивов и др., которые вызывают отклонение времени движения поездов от графического [6]. Кроме того движение поездов подвержено и действию дестабилизирующих факторов случайного характера, вызывающих длительные задержки. Основными причинами возникновения задержек поездов

[3, 8] являются полные отказы устройств пути, энергоснабжения, СЦБ, поездных локомотивов и вагонов, их частичные отказы, выражающиеся в ограничении скорости, выполнение работ по ремонту и обслуживанию инфраструктуры, ошибки персонала, несанкционированное вмешательство в работу железнодорожного транспорта, чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера, а также вторичные задержки из-за задержек других поездов в потоке.

Возникающие технические и технологические отказы вызывают значительные сбои в эксплуатационной работе, задержки в продвижении потока грузовых и пассажирских поездов [2]. А это в свою очередь приводит к значительным экономическим потерям. Последствия отказов в работе сказывается в течение длительного периода времени.

В настоящее время, железные дороги Украины одновременно являются и оператором инфраструктуры и перевозчиком. При этом отправление грузовых поездов осуществляется, как правило, по готовности при наличии состава вагонов, локомотива и локомотивной бригады по ближайшей свободной нитке графика [4]. Недостатком традиционной для Украины технологии перевозок грузов железной дорогой является существенная неравномерность продолжительности перевозок. При эксплуатации

общих парков вагонов и локомотивов, а также при централизованном управлении ими такая технология обеспечивает достаточно низкую себестоимость перевозок и является приемлемой для грузоотправителей. Однако, критический износ подвижного состава железных дорог, превышающий 80 %, и отсутствие средств для его обновления уже привел к появлению независимых операторов вагонов, а в перспективе приведет к появлению операторов магистральных локомотивов. Значительная неравномерность перевозок [10], характерная для технологии отправления поездов по готовности, вызывает необходимость создания резервов подвижного состава у каждого из операторов, что приводит к повышению себестоимости перевозок и ухудшению их конкурентоспособности. Решение данной проблемы может быть достигнуто за счет развития технологии перевозки грузов по расписанию на основе твердых ниток графика [1, 7, 12].

Для того, чтобы обеспечить поступление поездов на станции назначения к заданному моменту времени можно либо повышать надежность технических средств и качество подготовки персонала, либо закладывать в графики оборота составов резервы времени, достаточные для парирования воздействия дестабилизирующих факторов [5]. При этом недостаточные величины резервов могут вызывать сбои в технологических процессах предприятий, конфликтные ситуации при занятии перегонов и значительные вторичные задержки. Излишние резервы вызывают ухудшение показателей использования локомотивов, локомотивных бригад, вагонов, станционных путей, а также падение пропускной способности перегонов.

Цель

Целью исследования является изучение задержек поездов по маршруту их следования. Результаты этих исследований позволят рационально распределять резервы времени при составлении графиков движения поездов.

Методика

Для исследования задержек поездов был рассмотрен участок Приднепровской железной дороги, Пятихатки-Стыковая – Днепропетровск-Главный, на котором фиксировались задержки пассажирских поездов, с целью переноса полученных данных на грузовое движение. В процессе обработки статистического материала зафиксировано место задержки и ее вели-

чину в мин. для 125 поездов. В данном случае рассматриваются задержки, которые возникли в пути следования, на перегонах и станциях проследования. Вторичные задержки, возникающие из-за невозможности пропуска поездопотока по маршруту ввиду его занятия задержанными поездами относились на место возникновения первичной задержки. Из 125 задержек 85 приходится на перегон, а 40 непосредственно на станции проследования. Рассматриваемый участок пути состоит из 12 перегонов, количество задержек по каждому представлено на рис. 1.

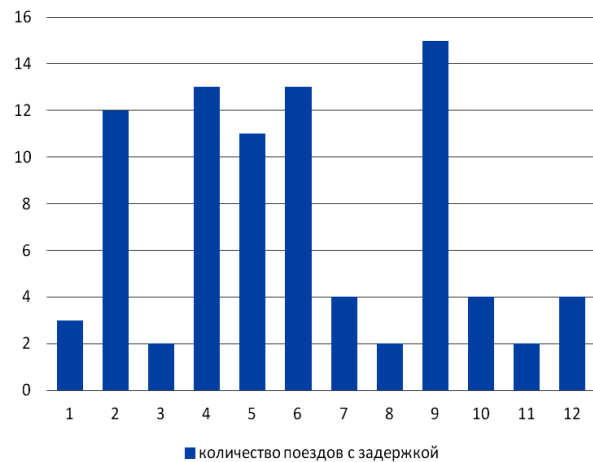


Рис. 1. Распределение количества задержек по перегонам участка

В результате обработки материала наибольшее количество задержек, которые возникли на перегоне были связаны с:

- неисправностью локомотива;
- организацией ремонтных и восстановительных работ.
- неисправностью СЦБ;

Так же встречаются случайные задержки, которые носят разовый характер, например влияние погодных условий, сходы подвижного состава в результате технической неисправности и т.п.

Зависимость количества задержек, возникающих в пути следования на перегонах, от расстояния перевозок представлена на рис. 2 и имеет форму, близкую к линейной.

В этой связи, среднее число задержек, которое приходится на один поезд-км пробега, для отдельного направления может определяться по формуле

$$k_d = \frac{\sum Z_d}{\sum NL}, \quad (1)$$

где $\sum Z_d$ – общее количество задержанных поездов анализируемой категории на перегонах

участка сети;

$\sum NL$ – общий пробег поездов анализируемой категории на перегонах участка сети, поезд-до-км.

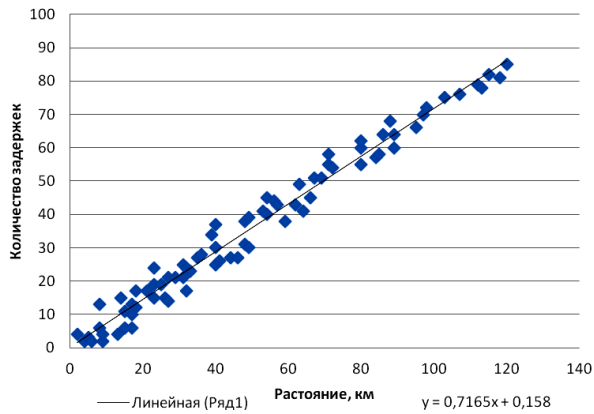


Рис. 2. Зависимость количества задержек от расстояния

Участок сети выделяется в зависимости от необходимой точности решения и может представлять собой отдельный участок между техническими станциями, направление или сеть в целом.

Гистограмма и функция плотности распределения продолжительности задержки на перегоне представлена на рис. 3.

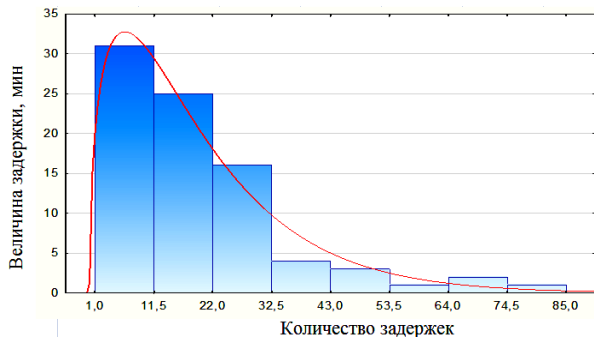


Рис. 3. Гистограмма и функция плотности распределения продолжительности задержки на перегоне

Распределение количества задержек, которые возникли на станциях участка Пятихатки-Стыковая – Днепропетровск-Главный, представлено на рис. 4. Анализируя эти задержки можно выделить техническую станцию Пятихатки-Стыковая (станция 1 на рис. 4), где задержки возникали преимущественно за счет смены локомотивов и локомотивных бригад, а также задержки на промежуточных станциях (прочие станции на рис. 4). Задержки, которые происходят как на технических, так и на прочих станциях, преимущественно вызывают неисправность технических средств станции, а именно проблемы с переводом стрелки, поломки выходных светофоров, ложная занятость

путей, обрыв контактной сети, ошибки в работе персонала.

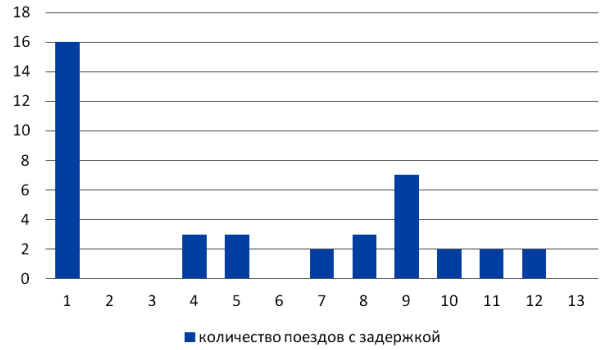


Рис. 4. Распределение количества задержек по станциям

Вероятность задержки поезда на промежуточной p_m и технической p_t станции может быть определена по формулам

$$p_m = \frac{\sum Z_m}{\sum N_m}, \quad (2)$$

$$p_t = \frac{\sum Z_t}{\sum N_t} \quad (3)$$

где $\sum Z_m$, $\sum Z_t$ – общее количество задержанных поездов соответственно на промежуточных и технических станциях;

Принимая во внимание все полученные данные по задержкам и местам их возникновения, а так же причины и время задержек, можно внести три основных типа резервов времени которые необходимо закладывать на маршруте следования грузовых поездов движущихся по твердому графику. Резервы первого типа – резервы времени, которые нужно закладывать во время хода по участку. Данный резерв должен парировать дополнительные затраты времени, связанные со сбоями в работе подвижного состава, технических средств перегонов и промежуточных станций участка. Резервы второго типа – резервы, которые необходимо закладывать на технических станциях, где технологией пропуска поезда предусмотрено выполнение технологических операций с его локомотивом и вагонами. Эти резервы будут учитывать возможность задержки связанной с техническими средствами станции, неисправностями подвижного состава, нарушением условий перевозок выявляемых при осмотре, а также подвязкой локомотивов и локомотивных бригад и обеспечивать отправление преимущественной части поездов на следующий участок по расписанию. Резервы третьего типа, – резервы времени, закладываемые на станции назначения. Эти резерв необходимы для обеспечения устойчиво-

сти технологических процессов предприятий, обслуживаемых железнодорожным транспортом. Фрагмент графика движения грузовых поездов с учетом резервов закладываемых на маршруте следования представлен на рис. 5.

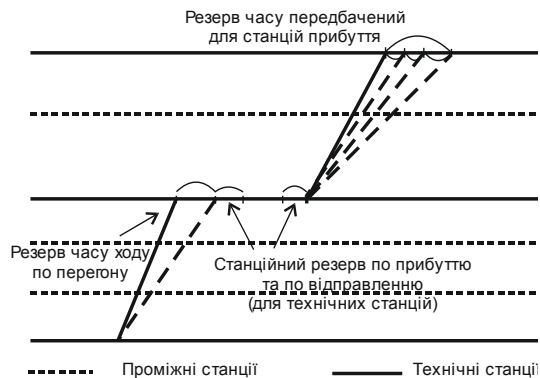


Рис. 5. Фрагмент графика движения грузовых поездов с учетом резервов закладываемых в весь маршрут следования

На основании выполненных исследований изучены задержки поездов по маршруту их следования. Результаты этих исследований позволят рационально распределять резервы времени при составлении графиков движения поездов, усовершенствовать методы разработки графиков оборота составов поездов, обеспечивающих перевозку грузов по расписанию.

Выводы

1. Для обеспечения прибытия поездов, следующих по расписанию, на станции назначения «точно в срок» в график движения должны быть внесены резервы времени для уменьшения влияния случайных факторов на процесс перевозок.

2. Анализируя задержки поездов было установлено зависимость количества задержек в зависимости от места их возникновения, а также установлена вероятность возникновения задержки поезда.

3. Полученные результаты могут быть использованы для технико-экономических расчетов эффективности перехода промышленных предприятий на обслуживание их по расписанию, а также при разработке графиков движения на начальных этапах опробования технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородин, А. Ф. О ходе работы «Переход на новую технологию управления движением поездов по расписанию на опытных полигонах» в рамках приоритетного направления «Разработка технологии эксплуатационной деятельности холдинга «РЖД»,

обеспечивающей достижение целевых экономических параметров на базе процессных моделей» / А. Ф. Бородин // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2011. – № 6. – С. 3-21.

2. Грунтов, П. С. Эксплуатационная надежность станций / П. С. Грунтов. – Москва : Транспорт. – 1986. – 247 с.

3. Ивницкий, В. А. Оперативный анализ работы и нормирование простоев на станции с использованием имитационного моделирования / В. А. Ивницкий, А. Г. Миркин // Вестник ВНИИЖТа. – 1990. – № 7. – С. 7-10.

4. Козаченко, Д. М. Исследование потребности в вагонном парке для обеспечения перевозок массовых грузов по расписанию / Д. М. Козаченко // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – 2013. – № 35. – С. 11-16.

5. Козаченко, Д. Н. Резервы времени при организации движения грузовых поездов по расписанию / Д. Н. Козаченко, Н. И. Березовый, В. О. Баланов, В. В. Журавель // Наука та прогрес транспорту. – 2015. – № 2 (56). – С. 105-115.

6. Козаченко, Д. М. Дослідження параметрів потоків поїздів на залізничних напрямках / Д. М. Козаченко, Г. Я. Мозолевич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 5 (45). – С. 17-21.

7. Малахова, О. А. Визначення величини простою составів в очікуванні відправлення на сортувальних станціях / О. А. Малахова, О. В. Тищенко // Нові рішення в сучасних технологіях : Вестник НТУ «ХПИ». – 2011. – № 58. – С. 99-102.

8. Суонбаев, Ш. М. Оперативное планирование эксплуатационной работы в условиях организации движения грузовых поездов по твердому графику / Ш. М. Суонбаев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2010. – Вып. 3. – С. 15-24.

9. Цуцков, Д. В. Выбор оптимальных технологических параметров организации перевозочного процесса с использованием твердых ниток графика / Д. В. Цуцков // Труды ВНИИАС. – Москва, – 2005. – № 3. – С. 43-49.

10. Шапкин, И. Н. Технология обеспечения полновесности и полноставности поездов, отправляемых по твердым ниткам графика / И. Н. Шапкин, Е. М. Кожанов // Вестник ВНИИЖТ. – Москва, 2005. – № 4. – С. 23-28.

11. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України. – Київ, 2013. – 162 с.

12. Schittenhelm, B. Planning with Timetable Supplements in Railway Timetables Proc. From the Annual Transport Conference at Aalborg University. 2011. P. 47– 61.

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. Альошинським Є С. (Украина)

Поступила в редколлегию 10.11.2015.

Принята к печати 12.11.2015

БАЛАНОВ В. О.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РУХУ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ ЗА РОЗКЛАДОМ

Мета. Метою дослідження є вивчення затримок поїздів по маршруту їх слідування. Результати цих досліджень дозволять раціонально розподіляти резерви часу при складанні графіків руху поїздів. **Методика.** В якості методів дослідження використані методи математичної статистики, зокрема визначення залежностей затримок поїздів. **Результати.** На підставі виконаних досліджень вивчені затримки поїздів по маршруту їх слідування. Результати цих досліджень дозволять раціонально розподіляти резерви часу при складанні графіків руху поїздів, удосконалити методи розробки графіків обороту составів поїздів, що забезпечують перевезення вантажів за розкладом. **Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні методів визначення затримок поїздів, а також у встановленні резервів часу які необхідно закладати в маршрут прямування вантажних поїздів, які слідують за розкладом. **Практична значимість.** Практична значимість виконаних досліджень полягає в тому, що отримані результати можуть бути використані для техніко-економічних розрахунків ефективності переходу промислових підприємств на обслуговування їх за розкладом, а також при розробці графіків руху на початкових етапах опробування технології.

Ключеві слова: резерв часу; розклад; відмова; графік руху поїздів; запізнення поїзда.

BALANOV V.

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE PROVISION OF FREIGHT TRAINS ON TIMETABLE

Goal. The aim of the study is the train delays along the route of the journey. The results of these studies will help to rationally allocate reserves of time in the scheduling of trains. **Methods.** As the methods of investigation used by the methods of mathematical statistics, in particular the definition of dependency train delays. **Results.** On the basis of the research we studied the delay of trains on the route of the journey. The results of these studies will help to rationally allocate reserves of time in the scheduling of trains, charting the development of improved methods for the train circulation, providing the transport of goods on schedule. **Scientific novelty.** The scientific novelty of this work is to improve the methods for determining the delays of trains, as well as the Currently installed reserve time to be laying in route freight trains moving on schedule. **Practical significance.** The practical significance of the research is that the results obtained may be used for technical and economic calculations of the efficiency of the transition of industrial enterprises in the service of their schedule, as well as the development of movements in the early stages of testing technology.

Keywords: reserve time; schedule; failure; train schedules; the late train.