

И. А. Гильманов¹, О.И. Залогова¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Аннотация. В статье произведен сравнительный анализ выполнения оборота локомотивных бригад за первые кварталы 2018 и 2019 годов. Рассмотрены причины и составляющие непроизводительных потерь в организации работы. С целью выявления взаимосвязи между различными факторами, влияющими на оборот бригады была разработана диаграмма Исикавы. В работе продемонстрирована зависимость следования локомотивных бригад пассажиром от непарности графика движения поездов. Рассмотрены мероприятия, позволяющие увеличить эффективность работы бригад.

Ключевые слова: локомотивные бригады, непроизводительные потери, оборот локомотивных бригад, диаграмма Исикавы, следование пассажиром, теория массового обслуживания

I. A. Gilmanov¹, O. I. Zalogova¹

¹ Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

LOCOMOTIVE CREW WORK EFFECTIVENESS ANALYSIS ON A RAILWAY

Abstract. The article provides a comparative analysis of the round trip of locomotive crews for the first quarters of 2018 and 2019. The causes and components of unproductive losses in the organization of work are considered. In order to identify the relationship between various factors affecting the turnover of the locomotive crews, an Ishikawa diagram was developed. The work demonstrates the dependence of the running of locomotive crews by a passenger on the unpaired train schedule. Measures to increase the effectiveness of the work of the locomotive crews are considered.

Keywords: locomotive crew, unproductive losses, round trip, Ishikawa diagram, running of locomotive crews by a passenger, waiting theory.

Введение

Оптимизация управления оборотом локомотивов и локомотивных бригад железных дорог является одной из важнейших задач повышения качества управления поездной работой на направлениях сети ОАО «РЖД». Главной проблемой в этой области долгое время остается вопрос эффективного использования локомотивных бригад и их недостаток на полигоне железной дороги. Профессиональное управление ресурсами локомотивных бригад считается определяющим фактором успешного функционирования железной дороги, выполнения сроков доставки грузов и получения максимальной прибыли от перевозочной деятельности [1].

Анализ выполнения оборота локомотивной бригады

Одним из важнейших условий правильной организации работы локомотивных бригад является строгое соблюдение установленного времени оборота. Полный оборот складывается из рабочего времени и времени отдыха бригад в пунктах постоянного проживания и оборота, формула (1).

$$T_{\text{об}}^{\text{э}} = T_{\text{р.бр}} + t_{\text{от}}^{\text{оч}} + t_{\text{от}}^{\text{об}}, \text{ час} \quad (1)$$

Рабочее время определяется по формуле (2)

$$T_{\text{р.бр}} = t_{\text{п}}' + t_{\text{п}}'' + t_{\text{пр/з}} + t_{\text{доп}}, \text{ час} \quad (2)$$

где $t_{\text{п}}'$, $t_{\text{п}}''$ – время ведения поезда по участку в обоих направлениях;

$t_{\text{пр/з}}$ – подготовительно-заключительное время;

$t_{\text{доп}}$ – дополнительное время, затрачиваемое на непроизводительные простои.

Из формулы (2) можно сделать вывод, что основными причинами превышения нормативного оборота локомотивных бригад являются непроизводительные простои. Анализ

данных за I квартал 2019 год показал увеличение времени оборота локомотивных бригад на 47,9 тыс. часов.

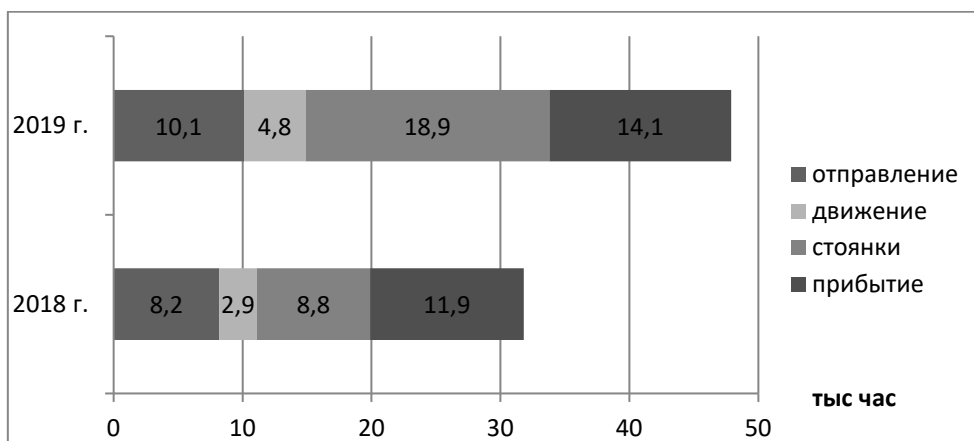


Рис. 1. Элементы превышения норматива оборота за I квартал 2018 и 2019 год

На рисунке 1 отражены элементы, в которых были допущены нарушения во время следования бригад по участкам. Превышение времени простоя на станции отправления поезда и во время движения увеличилось на 1,9 тыс. часов, стоянки – 11,1 тыс. часов, на станции прибытия – 2,2 тыс. часов. Нарушение технологии работы локомотивных бригад в первую очередь связано с непроизводительными потерями, возникающие в процессе планирования и оперативного управления данным ресурсом. Основными причинами непроизводительных потерь считаются: 1) превышение установленных нормативов оборота бригад, 2) следование локомотивных бригад пассажиром. На рисунке 1 представлены потери времени за I квартал 2018 и 2019 год.



Рис. 2. Непроизводительные потери за I квартал 2019 год

Анализ данных рисунка 2 показывает, что непроизводительные потери за I квартал 2019 года выросли на 45,1 % и составляют 103,151 тыс. часов. Отрицательная динамика данного показателя снижает эффективность работы локомотивных бригад, поэтому необходимо проанализировать причины непроизводительных потерь и его составляющих. Для выявления причинно-следственной связи причин превышение оборота локомотивных бригад была построена диаграмма Исикавы, рисунок 3.



Рис. 3. Диаграмма Исикавы

Анализ основных факторов показал, что основными причинами являются:

- 1) производство ремонтно-путевых работ (задержано 5835 поездов);
- 2) отказ технических средств (задержано 7511 поездов);
- 3) смены на промежуточных станциях (6659 час);
- 4) неприем соседними дорогами (задержано 2757 поездов);
- 5) неприем техническими станциями (задержано 1339 поездов);
- 6) убытие на основании распоряжения 3062р (747 случаев убытия, что составляет 7792 час);
- 7) исключение работы в 3-ю ночь (2308 час);
- 8) технологическая непарность графика (21690 час);
- 9) предоставление «окон» (2336 час);
- 10) исключение повторного отдыха (3567 час);
- 11) отказы в работе локомотивов (928 случаев).

Следование локомотивных бригад пассажиром

Следование локомотивных бригад пассажиром является одним из основных факторов непроизводительных потерь в оценки эффективности работы бригад. Оно возникает вследствие невозможности увязки локомотивной бригады с поездами другого направления. Анализ причин данного фактора продемонстрирован на рисунке 4.



Рис. 4. Причины следования пассажиром локомотивных бригад за I квартал 2019 года

Из диаграммы рисунка 4 видно, что основной причиной нарушения организации работы локомотивных бригад является графитовая непарность поездов, которая составляет 21690 часов (42 %) от всего времени следования локомотивных бригад в качестве пассажира.

Проведенное исследование показало, что часы следования пассажиром имеет прямую зависимость от непарности графика (рис. 5).



Рис. 5. Зависимость часов следования пассажиром и суточной дорожной непарности

Мероприятия по оптимизации работы локомотивных бригад

Для оптимизации работы локомотивных бригад необходимо решить целый комплекс задач. Во-первых, необходимо рационально организовать работу и рассчитывать требуемое количество локомотивных бригад. Данный расчет, возможно, произвести методами математического анализа, таким как теория массового обслуживания [4]. С помощью данного метода, возможно, определить оптимальную численность штата локомотивных бригад в условиях изменяющегося потока поездов, выбрав в качестве критерия суммарные удельные расходы от простоя поездов и локомотивных бригад. На рисунке 6 представлена система, в которой локомотивные бригадами выступают в качестве каналов обслуживания, а готовые поезда к отправлению составляют заявки, поступающие в систему и формирующие очередь.

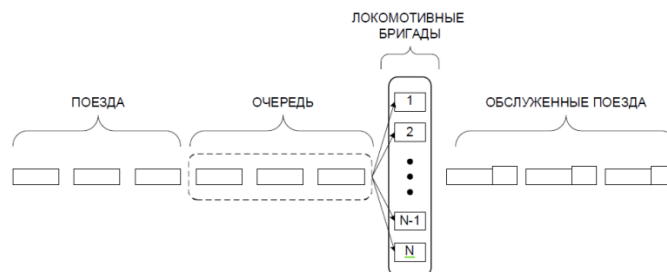


Рис.6. Система массового обслуживания поездов локомотивными бригадами

Таким образом, при заданных размерах движения и частоты поступления заявок λ , возможно, определить оптимальное количество каналов, k (локомотивных бригад) при 100 % загрузки системы, формула (3):

$$k = \frac{\lambda}{\chi\mu}, \text{ лок. бригад} \quad (3)$$

Ряд авторов для решения задачи увязки локомотивных бригад и готовых составов в автоматизированных системах прогноза поездообразования предлагают применять оптимизирующие методы на основе задачи линейного программирования. Практическая проверка предлагаемого подхода производилась на примере сортировочной станции с пятью примыкающими направлениями [5]. Эксперименты подтвердили возможность и эффективность применения оптимизационных методов для решения этой задачи. Данные методики должны стать основой подсистемы обеспечения составов локомотивными бригадами в автоматизированных системах прогноза поездообразования и в АСУ станций. На практике они, как правило, не применяются из-за организационных причин. В целом же эксперименты подтвердили возможность и эффективность применения оптимизационных методов для решения задач увязки локомотивных бригад.

Во-вторых, необходимо минимизировать непарность графика движения, что сделает возможным уменьшить время следования локомотивных бригад пассажиром. Одним из вариантов решения данной задачи является пропуск тяжеловесных поездов, за счет внедрения локомотивов нового поколения. Применение электровозов серии 2ЭС7 «Черный гранит» позволит не только повысить вес поезда, но и уменьшить количество используемых локомотивов, локомотивных бригад [6]. Сократить непарность поездопотока позволяет также организация пополнения грузовых поездов на технических станциях.

В-третьих, с целью уменьшения простоя локомотивных бригад из-за задержек поездов на подходах к техническим станциям необходимо предусмотреть в технологии засылки локомотивных бригад.

Заключение

Анализ полученных результатов исследования позволяет сделать вывод о том, что в настоящий момент возникают большие проблемы с выполнением времени нормативного оборота локомотивных бригад. Это связано, в первую очередь, с непроизводительными потерями времени работы бригад, которые возникают как из-за технических, так и из-за организационных причин. Для выполнения данного показателя необходимо осуществить целый комплекс мероприятий, связанных с улучшением принимаемых оперативных решений работниками железнодорожного транспорта, а также совершенствованием технологии работы локомотивных бригад и расчета их численности при заданных размерах движения. Решение данных задач значительно улучшат эксплуатационные показатели и эффективность работы железной дороги, снизят производственные издержки, которые свою очередь приведут к увеличению положительного эффекта для предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власенский А.А. Проблемы управления локомотивами и локомотивными бригадами на полигонах большой протяженности / А.А. Власенский // Наука и техника. – 2014. – №2. – С. 92 – 94.
2. Баташов С.И. Повышение эффективности использования локомотивных бригад на удлиненном участке обращения Москва-Воронеж / С.И. Баташов, И. А. Менщиков, М. П. Береговский // Актуальные вопросы науки и техники: сб. тр. конференции / Московский гос. ун-т путей сообщ. Воронежский филиал ; под ред А.А. Платонова. . – Воронеж, 2014 – С. 274-281.
3. Ковалев В. Н. Твердый график движения поездов – основа конченного улучшения организации работы локомотивных бригад / В. Н. Ковалев, В. Л. Сальченко // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2008. – № 1 – С. 38 – 42.
4. Кошелев Р. Е. О совершенствовании методики расчета численности локомотивных бригад пассажирского движения / Р. Е. Кошелев // Наука и современность. – 2011. – № 8-2 – С. 166-171.
5. Пермикин В. Ю. Увязка локомотивных бригад и составов на станции на основе оптимизационных задач / В. Ю. Пермикин, А. В. Сурин, И. А. Ковалев // Инновационный транспорт. – 2018. – №2 – С.48 – 52.
6. Гильманов А. И. Увеличение массы поезда по сети железных дорог [Электронный ресурс] / А. И. Гильманов, О. И. Залогова // Молодая наука Сибири : электрон. научн. журн. – 2018 - № 1 - Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/11-2018>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

REFERENCES

1. Vlasensky A.A. *Problemy upravleniya lokomotivami i lokomotivnymi brigadami na poligonakh bol'shoy protyazhennosti* [Problems of control of locomotives and locomotive brigades

at long training grounds] / A.A. Vlasensky // *Science and technology* [Наука и технология]. - 2014. - № 2. – P. 92 - 94.

2. Batashov S.I. *Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya lokomotivnykh brigad na udlinennom uchastke obrashcheniya Moskva-Voronezh* [Improving the efficiency of using locomotive brigades in an elongated Moscow-Voronezh area] / S.I. Batashov, I. A. Menshchikov, M. P. Beregovsky // *Aktual'nyye problemy nauki i tekhniki: sb. tr. konferentsii* [Actual problems of science and technology: coll. tr conferences] / *Moskovskoye gosudarstvo. un-t putey voronezhskiy filial; Pod redaktsiyey A.A. Platonov* [Moscow state. un-t ways Voronezh branch; Edited by A.A. Platonov]. . - Voronezh, 2014 – P. 274-281.

3. Kovalev V.N. *Tverdyy grafik dvizheniya poyezdov – osnova konchennogo uluchsheniya organizatsii raboty lokomotivnykh brigad* [A solid train schedule - the basis for a complete improvement in the organization of work of locomotive brigades] / V.N. Kovalev, V.L.Salchenko // *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Railway Transport]. - 2008. - № 1 – P. 38 – 42.

4. Koshelev R. E. *O sovershenstvovanii metodiki rascheta chislennosti lokomotivnykh brigad passazhirskogo dvizheniya* [On improving the methodology for calculating the number of locomotive brigades of passenger traffic] / R. E. Koshelev // *Nauka i sovremennost'* [Science and Modernity]. - 2011. - № 8-2 – P. 166-171. (дата обращения: 28.03.2019).

5. Permikin V. Yu. *Uvyazka lokomotivnykh brigad i sostavov na stantsii na osnove optimizatsionnykh zadach* [Linking locomotive brigades and trains at the station based on optimization problems] / V. Yu. Permikin, A.V. Surin, I.A. Kovalev // *Innovatsionnyy Transport* [Innovative Transport]. - 2018. - № 2 - P. 48 - 52.

6. Gilmanov A. I. *Uvelicheniye massy poyezda po seti zheleznykh dorog* [Increase of train weight on the railway network] [Electronic resource] / A. I. Gilmanov, O. I. Zalogova // *Molodaya nauka Sibiri: elektron. nauch. zhurnal* [Young science of Siberia: electron. scientific. journal]. – 2018. - № 1. – Access mode: <http://mnv.irkups.ru/toma/11-2018>, free. The title. from the screen. – Lang. Russ. English. (date accessed: 31.10.2018)

Информация об авторах

Гильманов Антон Ильсурович – студент группы ЭЖД. 1-15-3, факультета «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск.

Залогова Ольга Ивановна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: oizalogova@gmail.com.

Authors

Gil'manov Anton Il'surovich – student of the group EZHD.1-15.3, Department of Transport Management and Information Technologies, Irkutsk State Transport University, Irkutsk;

Zalogova Olga Ivanovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department " Management of Operational Work ", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: oizalogova@gmail.com.

Для цитирования

Гильманов А. И. Анализ эффективности работы локомотивных бригад на железной дороге [Электронный ресурс] / А. И. Гильманов, О. И. Залогова // Молодая наука Сибири : электрон. научн. журн. – 2019 – №3 – Режим доступа: <http://mnv.irkups.ru/toma/35-2019>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 03.12.2019).

For citation

Gilmanov A. I., Zalogova O. I. *Analiz effektivnosti raboty lokomotivnykh brigad na zheleznoy doroge* [Locomotiv crew work effectiveness analysis on a railway]. *Molodaya nauka Sibiri: elektron. nauch. zhurnal* [Young Science in Siberia: an electron. scientific journal], 2019, no. 3. [Accessed 03.12.2019]