

7. Abrosimov A.A., Zaitsev A.A., Semak, V.A., Shavrin L.A. Otsenka istochnikov zagryazneniya ballastnogo sloya iz granitnogo shchebnaya i modelirovanie razrusheniya i istiraniya chastits shchebnaya pri dinamicheskom nagruzhenii [Evaluation of sources of contamination of the ballast layer of crushed granite and simulation of fracture and abrasion of particles of crushed rock under dynamic loading] // *Sovremennye problemy proektirovaniya, stroitel'stva i ekspluatatsii zheleznodorozhnogo puti* [Modern problems of design, construction and operation of railway journey]. Moscow: 2017. Pp. 184–187.
8. Anbazhagan P., Bharatha T.P., Amarajeevi G. Study Fouling of Ballast in Railway Track Formations // *Indian Geotechnical Journal*, 2012. No. 2. Pp. 87–99.
9. Ashpiz E.S., Khasanov A.I., Gluzberg B.E. et al.; Zheleznodorozhnyi put': uchebnik [Railway track: a textbook]. In Ashpiz E.S. (ed.) Moscow: FGBOU "Training centre for education in railway transport" Publ., 2013. 544 p.
10. Skutin A.I. O kachestve shchebnaya, primenyaemogo v transportnom stroitel'stve [On the quality of crushed stone used in transport construction] // *Innovatsionnyi transport* [Innovative transport], 2019. No. 1(31), pp. 25–28.
11. GOST «Shcheben' iz plotnykh gornykh porod dlya ballastnogo sloya zheleznodorozhnogo puti. Tekhnicheskie usloviya» ot 09 iyulya 2015 No. 7392-2014 // Ofitsial'noe izdanie [GOST "Crushed stone from dense rocks for the ballast layer of the railway track. Technical conditions" dated July 09, 2015 No. 7392-2014. Official publication]. Moscow: Standartinform Publ., 2015.
12. Kolos A.F., Osipov G.V., Klishch S.A., Leus A.S., Kaminyk O.A. Issledovanie prochnostnykh svoystv shchebnaya, primenyaemogo dlya ballastnogo sloya zheleznodorozhnogo puti [Investigation of the strength properties of crushed stone used for the ballast layer of the railway track] // *Nauchnye issledovaniya: klyuchevye problemy III tysyacheletiya* [Scientific research: key problems of the III millennium]. Moscow: Problemy nauki Publ., 2018.
13. Vinogradov V.V., Nikonov A.M., Yakovleva T.G. et al. Raschet i proektirovanie zheleznodorozhnogo puti: Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov zh.-d. transp. [Calculations and design of the railway track: a textbook for railway transport university students]. In Vinogradov V.V. and Nikonov A.M. (eds.) Moscow: Marshrut Publ., 2003. 486 p.
14. TsPT-52/14 Metodika otsenki vozeistviya podvizhnogo sostava na put' po usloviyam obespecheniya ego nadezhnosti, utverzhennaya MPS Rossii 16 iyunya 2000 g. [TSPT-52/14 A methodology for assessing the impact of rolling stock on the track according to the conditions for ensuring its reliability, approved by the Ministry of Transport of Russia on June 16, 2000].
15. Yakovleva T.G., Karpushchenko N.I., Klinov S.I., Putrya N.N. et al. Zheleznodorozhnyi put' [The railway track]. In Yakovlev T.G. (ed.) Moscow: Transport Publ., 1999. 405 p.
16. Shakhunyan G.M. Zheleznodorozhnyi put': uchebnik dlya studentov i aspirantov vuzov zheleznodorozhnogo transporta. Izd. 3-e, pererab. i dop. [The railway track: a textbook for students and postgraduates of railway transport universities. Third edition, revised and enlarged]. Moscow: Transport Publ., 1987. 479 p.
17. Manchesterskie testy dlya modelirovaniya rel'sovykh ekipazhei. Umlab.ru: Programmnyi kompleks Universal'nyi mekhanizm (UM). [Manchester tests for modeling rail crews. Umlab.ru: Universal Mechanism (UM) Software Package [Electronic media]. URL: <http://www.umlabor.ru/download/docs/rus/part10.pdf> (Accessed: March 09, 2021).
18. Sertifikat sootvetstviya No. RA.RU.AB86.N001126 «Topomatik Robur – Zheleznye dorogi» ot 19 sentyabrya 2020 g. [A certificate of conformity No. RA. RU. AB86. N001126 "Topomatik Robur – Railways" dated September 19, 2020].

Информация об авторах

Мыльников Максим Михайлович – аспирант кафедры пути и железнодорожного строительства, Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, e-mail: mmmynikov@ya.ru

Information about the authors

Maksim M. Myl'nikov – Ph.D. student of the Subdepartment of Road and Railway Construction, the Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, the Russian Federation, e-mail: mmmynikov@ya.ru

DOI 10.26731/1813-9108.2021.1(69).164-169

УДК 656.222.4

Организация планирования диспетчерской работы на участках с подталкивающим движением

М. Н. Еременко, А. Д. Доможирова, Р. Ю. Упырь ✉

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

✉ upyry.roman@gmail.com

Резюме

В статье описывается результат изучения проблемы планирования поездной работы на участках, имеющих горно-перевальный характер пути с использованием подталкивающей либо кратной тяги. Большинство действующих железнодорожных линий было спроектировано еще в конце XIX в. По ряду причин такие линии имеют сложный профиль пути и требуют дополнительных тяговых ресурсов. Рассматривается горно-перевальный участок железной дороги, количество локомотивов, а также локомотивных бригад подталкивающего движения, задействованных на данном участке. Для организации движения поездов дежурно-диспетчерским персоналом применяются различные приемы регулирования. В данной работе исследуется прием подвода поездопотока к техническим станциям в отношении экстраполяции на участки с подталкиванием. Определены формулы времени, которое затрачивают локомотивные бригады на станции постановки «толкачей», проанализированы их составляющие и выделено ключевое значение, на которое необходимо делать упор при планировании поездной работы на участках с подталкивающим движением. Установлены границы оптимальных участков планирования подвода поездопотока к станции постановки толкачей для достижения наиболее эф-

фактивных решений дежурно-диспетчерским персоналом. Обозначены три зоны (красная, желтая, зеленая), в рамках которых степень планирования отличается своими особенностями. При этом отмечено, что планирование за рамками зеленой зоны создает излишнюю нагрузку на работу дежурно-диспетчерского аппарата. Результаты исследования могут применяться для определения размеров диспетчерских кругов, имеющих подталкивающее движение, а также для подготовки дежурно-диспетчерского персонала.

Ключевые слова

подталкивающее движение, толкач, горно-перевальный участок, планирование диспетчерской работы, зоны планирования

Для цитирования

Еременко М. Н. Организация планирования диспетчерской работы на участках с подталкивающим движением / М. Н. Еременко, А. Д. Доможирова, Р. Ю. Упырь // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – № 1 (69). – С. 164–169. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.1(69).164-169

Информация о статье

поступила в редакцию: 25.12.2020, поступила после рецензирования: 26.01.2021, принята к публикации: 03.02.2021

Organization of dispatching planning on sections with pusher engine traffic

M. N. Eremenko, A. D. Domozhirova, R. Yu. Upyr'✉

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

✉ upyr.roman@gmail.com

Abstract

The article describes the result of studying the problem of planning train operation on sections that have a mountain-pass nature of the track using pusher engines or a double heading. Most of the existing railway lines were designed at the end of the XIX century. For a number of reasons, such lines have a complex track profile and require additional traction resources. The article considers the Irkutsk – Slyudyanka section of the East Siberian railway, and notes the number of locomotives, as well as locomotive pushing teams, involved in this section. To organize the movement of trains, the dispatcher staff uses various methods of regulation. This paper explores the method of acceptance of the train traffic supply to technical stations regarding extrapolation to sections where pusher engines are used. The authors determine formulas of the time spent by locomotive crews at the "pusher engine" interpositioning station, analyze their components, and highlight the key value that should be emphasized when planning train operation on sections with pusher engine traffic. The article determines the boundaries of optimal planning sections for the train flow supply to the pusher engine interpositioning station, in order to achieve the most effective solutions by the duty dispatcher staff. There are three zones (red, yellow, and green) where the degree of planning is different. At the same time, it is noted that planning outside the green zone creates an excessive load on the work of the duty dispatcher unit. The conclusions made in this article can be used to determine the size of dispatching areas with pusher engine traffic, as well as to train dispatching personnel on duty.

Keywords

pusher engine traffic, pusher engine, mountain-pass section, dispatching planning, planning zones

For citation

Eremenko M. N., Domozhirova A. D., Upyr' R. Yu. Organizatsiya planirovaniya dispetcherskoi raboty na uchastkakh s podtalkivaiushchim dvizheniem [Organization of dispatching planning on sections with pusher engine traffic]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2021, No. 1 (69), pp. 164–169. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.1(69).164-169

Article info

Received: 25.12.2020, Revised: 26.01.2021, Accepted: 03.02.2021

Введение

Линии современных железных дорог проложены маршрутами, определенными еще в конце XIX в. [1]. Отдельные участки перестраивались позднее. За отсутствием современной техники, а также имеющихся на тот момент инженерных решений строительство железнодорожных линий велось в основном ручным трудом. Инженеры того времени не могли себе позволить прокладывать трассы через горные массивы напрямую из-за необходимости

избегать большого объема земляных работ, который бы усложнил строительство и привел бы к удорожанию проекта. В результате этого некоторые железнодорожные линии проходят в обход гор через так называемые горно-перевальные участки, они имеют затяжные подъемы и спуски, зачастую в условиях горного серпантина вписанные в кривые малого радиуса.

Все перечисленные условия в значительной мере затрудняют движение поездов. При достижении

максимальных тяговых возможностей локомотива на таких участках применяют частичное или полное подталкивание либо двойную тягу.

В большинстве случаев участки с подталкиванием имеют небольшую протяженность, и применение дополнительных локомотивов ограничивается несколькими единицами. Однако есть участки с достаточно продолжительным подъемом, введенные в середине XX в. взамен железных дорог, содержание которых стоило очень дорого из-за большого наличия искусственных сооружений (мостов, галерей, туннелей). Количество содержащихся для подталкивания локомотивов серии ЗЭС5К на данных участках при насыщенном графике достигает до 29 ед. в сутки. При этом для обеспечения непрерывной работы участка подталкивания в сутки работают порядка 50 локомотивных бригад подталкивающего движения [2].

Применение такого количества подталкивающих локомотивов, а также локомотивных бригад ставит актуальную проблему их эффективного и рационального использования. Оперативное регулирование работы участка, продуманный подвод поездов позволяют избежать затруднений, связанных с преодолением горно-перевального участка и повысить качественные и количественные показатели [3–7].

Особенности диспетчерского регулирования на участках подталкивания

На сегодняшний день в диспетчерском регулировании успешно применяется прием подвода поездопотока к техническим станциям, регулирующий очередность пропуска транзитных и разборочных поездов. Данный прием также применяется и на участках подталкивания для корректировки подвода поездов к станции постановки толкачей [8]. К примеру, в результате отказа технических средств затрудняется возврат подталкивающих локомотивов. В этом случае целесообразно пропускать легковесные поезда, не требующие подталкивания.

Оперативное планирование ограничивается рядом причин: вероятность отказа технических средств с каждым перегоном увеличивается, поэтому на больших расстояниях тяжелее с достаточно высокой точностью прогнозировать время прибытия поезда; при возрастании границ планирования увеличивается нагрузка на дежурно-диспетчерский персонал, что ведет к снижению точности планирования и ухудшению выполнения других обязанностей.

Определение оптимальных границ планирования подвода поездов является ключевым элементом в работе дежурно-диспетчерского персонала.

Для определения границ планирования необходимо рассмотреть время, затрачиваемое локомотивной бригадой на станции постановки подталкивающих локомотивов – T_{cn} . Оно включает в себя несколько составляющих (1)

$$T_{cn} = t_{nl} + t_{ожм} + t_{мо} + t_{ожп} + t_{np}, \quad (1)$$

где t_{nl} – время от явки локомотивной бригады до приемки локомотива; $t_{мо}$ – время на маневровые операции; $t_{ожп}$ – время ожидания поезда; t_{np} – время операций на прицепку локомотива и отправление поезда; $t_{ожм}$ – время ожидания маневровых передвижений –

$$t_{ожм} = N_m I, \quad (2)$$

где N_m – количество маневровых полурейсов с пересечением главных путей; I – межпоездной интервал.

Переменные $t_{ожп}$, t_{nl} , $t_{мо}$, t_{np} определяются исходя из местных условий по технологическим картам.

Ключевым значением в данной формуле является $t_{ожп}$. В случае, если поезд прибывает на станцию до готовности толкача ($t_{ожп} < 0$), то возникает простоя поезда. При $t_{ожп} = 0$ возникает идеальная ситуация, при которой нет никаких потерь, данные ситуации являются теоретическими и на практике невозможны. В случае же $t_{ожп} > 0$ возникает простоя подталкивающего локомотива. Очевидно, что экономические потери при этом гораздо меньше, чем при простое поезда, поэтому при планировании стоит не допускать ситуаций $t_{ожп} < 0$. Эффективное использование подталкивающих локомотивов строится на принципе: $t_{ожп} \rightarrow \min$.

При этом время T_{cn} регламентируется нормативными документами и составляет в основном $T_{cn} \leq 2$ часа. После этого времени возникает «пересидка» локомотивной бригады, что указывает на неэффективное планирование поездной работы. Время T_{cn} определяется из формулы (3):

$$T_{cn} = T_{лб} - N_m (t_x^n + t_x^s + t_{об}) - (N_m - 1)t_{oc} - T_{сд}, \quad (3)$$

где $T_{лб}$ – время работы локомотивной бригады; N_m – количество толчков за время работы; t_x^n, t_x^s – время хода локомотива в режиме подталкивания и возвращения соответственно; $t_{об}, t_{oc}$ – время на станции оборота и станции постановки толкачей соответственно; $T_{сд}$ – время сдачи локомотива локомотивной бригадой.

Разграничение зонами участка планирования

Для эффективного планирования подхода поездов необходимо определиться с оптимальными гра-

ницами [9–11]. Предлагается разделить участок на три зоны, отличающиеся для удобства цветом (рис.).

Красная зона ограничивается соседней станцией к станции постановки подталкивающих локомотивов. До этой зоны дежурно-диспетчерским персоналом при возникновении какой-либо внештатной ситуации может быть принято оперативное решение регулирования подвода поездов. После поступления поезда в «красную» зону регулирование невозможно. Таким образом, граница красной зоны определяется временем хода поезда по перегону.

Станцией прилегающей к станции постановки подталкивающих локомотивов – станция А (см. рис.) ограничивается нижний предел желтой зоны. В этой зоне дежурно-диспетчерским аппаратом должно быть принято точное решение о постановке конкретному поезду определенного «толкача». Так как эффективное планирование работы подталкивающих локомотивов базируется на $t_{ожп} \rightarrow \min$, то верхняя граница «желтой» зоны определяется графически пересечением линии хода поезда и суммы $t_x + t_{ожп}$, где $t_{ожп}$ (при принятом $T_{сп} \leq 2$) находится по формуле (4):

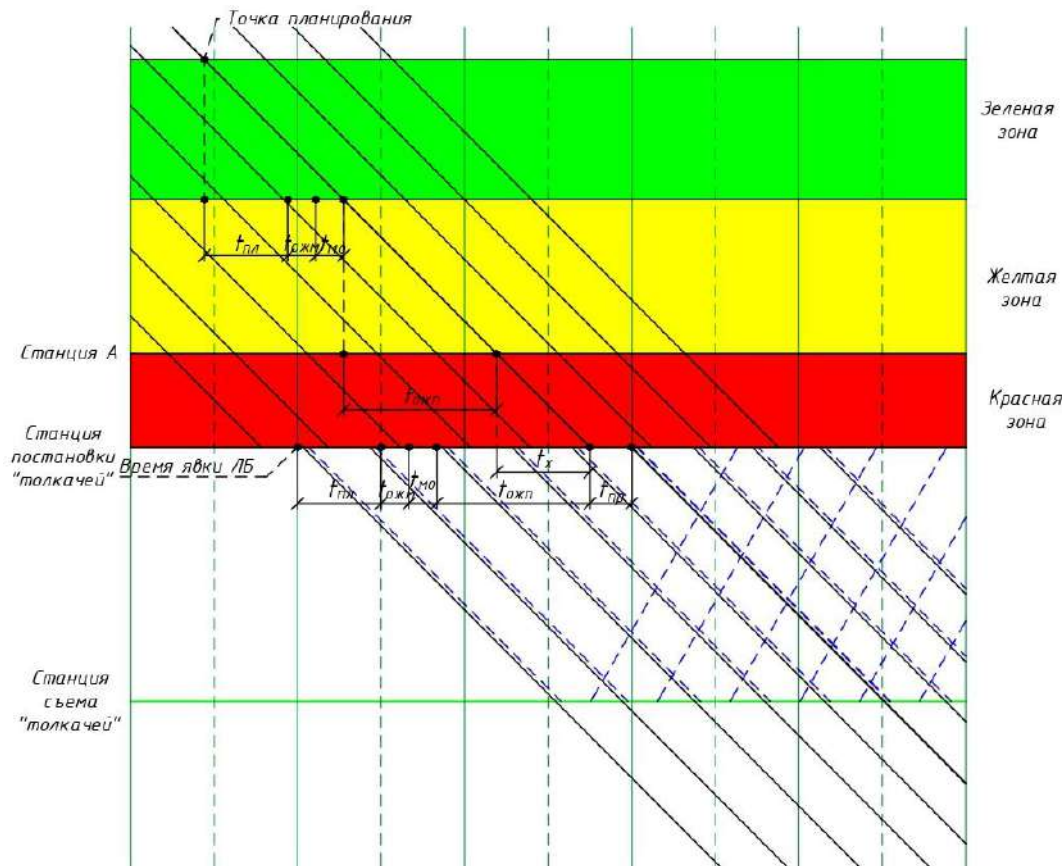
$$t_{ожп} = 2 - (t_{пл} + t_{ожм} + t_{мо} + t_{пр}). \quad (4)$$

Верхнюю границу зеленой зоны предлагается ограничить временем $T_{сп} = 2$. Графически она определяется пресечением линии хода поезда и суммы $t_x + t_{ожп} + t_{пл} + t_{ожм} + t_{мо} + t_{пр}$. В зеленой зоне происходит наиболее эффективное планирование подвода поездов к станции подталкивания с возможностью оперативного регулирования в случае возникновения внештатных ситуаций в движении поездов. При этом осуществлять планирование за верхним пределом «зеленой» зоны не имеет смысла, так как снижается точность предполагаемого исхода.

Предлагаемое разделение на зоны определяет оптимальные границы планирования подхода поездов к станции постановки подталкивающих локомотивов. Это разделение можно использовать для определения размеров диспетчерских кругов, а также для подготовки дежурно-диспетчерского персонала.

Заключение

Таким образом, планирование диспетчерской работы на участках с подталкиванием имеет свои ключевые особенности, которые необходимо учитывать при работе дежурно-диспетчерского персонала.



Разграничение зонами участка планирования
Division of the planning section by zones

Содержание большого количества локомотивов и локомотивных бригад подталкивающего движения требует особого внимания к их рациональному и эффективному использованию. От подвода поездов к станции постановки «толкачей» зависит работа всего участка в целом [12–17]. При этом ключевыми значениями, которые необходимо брать во внимание, являются время, затрачиваемое локомотивной бригадой на станции постановки подталкивающих локомотивов – T_{cn} , и его составляющая – время ожидания поезда ($t_{ожп}$). Для эффективного использования имеющихся тяговых ресурсов, а также максимального заполнения графика движения поездов, снижения простоев поездов определен ключевой принцип планирования диспетчерской работы на участках подталкивания $t_{ожп} \rightarrow \min$.

Планирование поездной работы предполагает определенные оптимальные границы, в рамках ко-

торых оно показывает свой максимально эффективный результат при оптимальной нагрузке на дежурно-диспетчерский аппарат. Предлагается разделить границы планирования на три зоны:

- красную, в которой регулирование уже невозможно;
- желтую, до нижней границы которой должно быть принято решение о регулировке;
- зеленую, планирование в которой является наиболее оптимальным решением.

От эффективных решений, принятых дежурно-диспетчерским аппаратом в рамках оперативного регулирования работы, зависит большинство эксплуатационных показателей. Взвешенные и хорошо обдуманые регулировочные приемы в значительной мере улучшают работу как отдельно взятого участка, так и всей железной дороги.

Список литературы

1. История железнодорожного транспорта России : учебное пособие / А.В. Гайдамакин, В.В. Лукин, В.А. Четвергов и др. М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп, 2012. 312 с.
2. Упырь Р.Ю. Исследование эксплуатационной надежности электровозов в подталкивании при движении на участке «Большой Луг – Слюдянка» // Студенческая весна – 2005 : сб. докл. студентов и аспирантов. Иркутск :Изд-во ИрГУПС, 2006. С. 203–207.
3. Широков А.П., Жевнова И.Д. Пропуск поездопотока по участкам со сложным планом и профилем железнодорожного пути на дальневосточном регионе // Инновации в науке. 2018. № 7 (83). С. 29–31.
4. Шапкин И.Н., Вдовин А.Н. Совершенствование системы планирования перевозочной работы // Железнодорожный транспорт. 2019. № 9. С. 9–14.
5. Левин Д.Ю. Системное управление перевозочным процессом на железнодорожном транспорте. М. : ИНФРА-М, 2018. 311 с.
6. Иванов П.А. Организация перевозочного процесса в условиях роста объемов на лимитирующих направлениях // Железнодорожный транспорт. 2014. № 3. С. 11–15.
7. Упырь Р.Ю., Гончарова Н.Ю., Еременко М.Н. Тяжеловесное движение – резерв увеличения провозной способности // Железнодорожный транспорт. 2020, № 7. С. 10–13.
8. Панин В.В., Прокофьева Е.С., Рубцов Д.В. Оперативное управление эксплуатационной работой на полигонном уровне // Бюл. Объедин. учен. совета ОАО РЖД. 2017. № 2. С. 57–64.
9. Uryu R., Domojirova A. About of railway sustainability on the train diagram // Elsevier. SSRN. URL: <https://ssrn.com/abstract=3556382> (дата обращения 14.10.2020).
10. Залогова О.И. Еременко М.Н. Нестандартные ситуации в работе дежурного по станции // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы межвуз. науч.-практ. конф. Иркутск, 2019. Т. 1. С. 8–12.
11. Ковалев К.Е. Метод распределения функций и зон управления между оперативным персоналом крупных участковых станций : дис. ... канд. техн. наук. СПб, 2015. 194 с.
12. Валеев Н.А. Факторы управления затратами локомотивного комплекса // Экономика железных дорог. 2014. № 12. С. 36–42.
13. Ермакова Л.В. Влияние различных факторов на работу локомотивных бригад // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. : материалы межвуз. науч.-практ. конф. Иркутск, 2016. Т. 1. С. 59–64.
14. Мачерет Д.А., Валеев Н.А. Улучшение использования локомотивного парка – важный резерв экономии эксплуатационных затрат // Экономика железных дорог. 2015. № 12. С. 14–18.
15. Некрашевич В.И., Ковалёв В.Н., Сальченко В.Л. Месячное нормирование парка локомотивов грузового движения // Вестн. науч.-исслед. ин-та ж.-д. трансп. 2012. № 5. С. 24–31.
16. Пермикин В.Ю. Сурин А.В., Ковалев И.А. Увязка локомотивных бригад и составов на станции на основе оптимизационных задач // Инновационный транспорт. 2018, № 2. С. 48–52.
17. Власенский А.А. Проблемы управления локомотивами и локомотивными бригадами на полигонах большой протяженности // Наука и техника. 2014. № 2. С. 92–94.

References

1. Gaidamakin A.V., Lukin V.V., Chetvergov V.A. et al.; Istoriya zheleznodorozhnogo transporta Rossii: uchebnoe posobie [The history of the railway transport in Russia: a textbook]. In Gaidamakin A.V., Chetvergov V.A. (eds.) Moscow: FGBOU “Educational and methodological center for education in railway transport” Publ., 2012. 312 p.

2. Upyr' R.Yu. Issledovanie ekspluatatsionnoi nadezhnosti elektrovozov v podtalkivani pri dvizhenii na uchastke «Bol'shoi Lug – Slyudyanka» [Research of operational reliability of electric locomotives in pushing when moving on the section “Bol'shoi Lug-Slyudyanka”]. *Studencheskaya vesna – 2005: sb. dokladov studentov i aspirantov po rezul'tatam konferentsii [Student spring – 2005: collection of reports of students and postgraduates on the results of the conference]*. Irkutsk: The Irkutsk State Transport University Publ., 2006. Pp. 203–207.
3. Shirokov A.P., Zhevnova I.D. Propusk poezdopotoka po uchastkam so slozhnym planom i profilem zheleznodorozhnogo puti na dal'nevostochnom regione [Handling train traffic on sections with a complex plan and profile of the railway track in the region of Far East]. *Innovatsii v nauke [Innovations in science]*, 2018. No. 7 (83). Pp. 29–31.
4. Shapkin I.N., Vdovin A.N. Sovershenstvovanie sistemy planirovaniya perevozochnoi raboty [Improving the system of planning transportation work]. *Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport]*, 2019. No. 9. Pp. 9–14.
5. Levin D.Yu. Sistemnoe upravlenie perevozochnym protsessom na zheleznodorozhnom transporte: monografiya [The systematic management of a transportation process on railway transport: a monograph]. Moscow, 2018. Ser. Scientific thought.
6. Ivanov P.A. Organizatsiya perevozochnogo protsessa v usloviyakh rosta ob'emov na limitiruyushchikh napravleniyakh [Organization of the transportation process in terms of growth on the limiting directions]. *Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport]*, 2014. No. 3. Pp. 11–15.
7. Upyr' R.Yu., Goncharova N.Yu., Eremenko M.N. Upyr' R.Yu., Goncharova N.Yu., Eremenko M.N. Tyazhelovesnoe dvizhenie – rezerv uvelicheniya provoznoi sposobnosti [Heavy-weight traffic is the provision for the increase of the carrying capacity]. *Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport]*, 2020, Number 7. Pp. 10–13.
8. Panin V.V., Prokof'eva E.S., Rubtsov D.V. Operativnoe upravlenie ekspluatatsionnoi rabotoi na poligonnom urovne [Operational management of operational work at the polygon level]. *Byulleten' Ob'edinennogo uchenogo soveta OAO RZhD [The bulletin of the joint scientific Council of Russian Railways]*, 2017. No. 2. Pp. 57–64.
9. Upyr' R., Domozhirova A. On the railway sustainability on the train diagram (March 18, 2020) [Electronic media]. URL: <https://ssrn.com/abstract=3556382>.
10. Zalogova O.I. Eremenko M.N. Nestandartnye situatsii v rabote dezhurnogo po stantsii [Non-standard situations in the work of the station attendant]. *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona [Transport infrastructure of the Siberian region]*. Irkutsk: IRGUPS Publ., 2019. Vol. 1. Pp. 8–12.
11. Kovalev K.E. Metod raspredeleniya funktsii i zon upravleniya mezhdru operativnym personalom krupnykh uchastkovykh stantsii: diss. kand. tekhn. nauk: 05.22.08 [A method of distribution of functions and control zones between operational personnel of large district stations. Ph. D. (Engineering) diss.: 05.22.08]. PGUPS Publ., Saint Petersburg, 2015. 194 p.
12. Valeev N.A. Faktory upravleniya zatratami lokomotivnogo kompleksa [Factors of cost management of the locomotive complex]. *Ekonomika zheleznikh dorog [The railway economics]*, 2014. No. 12. Pp. 36–42.
13. Ermakova L.V. Vliyaniye razlichnykh faktorov na rabotu lokomotivnykh brigad [Influence of various factors on the work of locomotive crews]. *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona [Transport infrastructure of the Siberian region]*. Irkutsk: IRGUPS Publ., 2016. Vol. 1. Pp. 59–64.
14. Macheret D.A., Valeev N.A. Uluchsheniye ispol'zovaniya lokomotivnogo parka – vazhnyi rezerv ekonomii ekspluatatsionnykh zatrat [Improving the use of the locomotive fleet is an important reserve for saving operating costs]. *Ekonomika zheleznikh dorog [The railway economics]*, 2015. No. 12. Pp. 14–18.
15. Nekrashevich V.I., Kovalev V.N., Salchenko V.L. Mesyachnoe normirovaniye parka lokomotivov gruzovogo dvizheniya [Monthly normalization of the fleet of locomotives of cargo traffic]. *Vestnik nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta [The bulletin of the research institute of railway transport]*, 2012. No. 5. Pp. 24–31.
16. Permikin V.Yu., Surin A.V., Kovalev I. A. Uvyazka lokomotivnykh brigad i sostavov na stantsii na osnove optimizatsionnykh zadach [Linking locomotive crews and trains at the station on the basis of optimization problems]. *Innovatsionnyi transport [Innovative transport]*, 2018. No. 2. Pp. 48–52.
17. Vlasenskii A.A. Problemy upravleniya lokomotivami i lokomotivnymi brigadami na poligonakh bol'shoi protyazhennosti [Problems of managing locomotives and locomotive crews on long-distance polygons]. *Nauka i tekhnika [Science and technology]*, 2014. No. 2. Pp. 92–94.

Информация об авторах

Еременко Михаил Николаевич – аспирант кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: aspirantirgups@yandex.ru

Доможирова Алёна Дмитриевна – аспирант кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: domojirova.a@gmail.com

Упырь Роман Юрьевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: upyrroman@gmail.com

Information about the authors

Mikhail N. Eremenko – Ph.D. student of the Subdepartment of Operational Work, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: aspirantirgups@yandex.ru

Alena D. Domozhirova – Ph.D. student of the Subdepartment of Operational Work, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: domojirova.a@gmail.com

Roman Yu. Upyr' – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., Assoc. Prof. at the Subdepartment of Operational Management, Irkutsk State Transport University, email: upyrroman@gmail.com