

8. Alonso M., Comas A. Modeling a Twin Tube Cavitating Shock Absorber. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 2006, Vol. 220, No. 6, pp. 1031–1040.
9. Khachaturov A. A. (ed.) *Dinamika sistemy «doroga – shina – avtomobil' – voditel'»* [The dynamics of the road-bus-car-driver system]. Moscow: Mashinostroenie Publ., 1976, 535 p.
10. Mirzoev G.K., Ermolin A.V., Khrapov D.S. Otsenka dempfiroyushchikh i vibroizoliruyushchikh sposobnostei podveski po rezul'tatam dorozhnykh ispytaniy avtomobilya [Assessment of damping and vibration-isolating abilities of the suspension according to the results of road tests of the car]. AVTOVAZ OAO Publ., TSU Publ., 2004, pp. 34–39.
11. Akopjan R., Lejda K. Theoretical and operational problems of buses and their prime movers. Lvov: Meta Publ., 2002, 450 p.
12. Akopjan R., Lejda K. Some problems of theory, constructions exploitation of automotive transport facilities. Lvov: BMC Publ., 2006, 579 p.
13. Akopyan R.A., Davidok S.I. Vibrozakhist avtotransportnykh zasobiv [Vehicle vibration protection]. L'viv: NVP Meta Publ., 1988, 304 p.
14. Gozbenko V.E., Karlina A.I., Kargapol'tsev S.K. Glavnye koordinaty v reshenii zadach vertikal'noi dinamiki transportnogo sredstva [Main coordinates in solving problems of vertical dynamics of a vehicle]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies], 2016, No. 3 (31), pp. 58–62.
15. Eliseev S.V., Banina N.V., Akhmadeeva A.A., Gozbenko V.E. Matematicheskie modeli i analiz dinamicheskikh svoystv mekhanicheskikh sistem. Deponirovannaya rukopis' No. 782-V2009 08.12.2009 [Mathematical models and analysis of dynamic properties of mechanical systems. Deposited manuscript No. 782 -V2009 08.12.2009].
16. Khomenko A.P., Eliseev S.V., Gozbenko V.E., Banina N.V. *Ustroystvo dlya upravleniya sostoyaniem ob'ekta zashchity* [Device for controlling the state of the object of protection]. Utility model patent RU 56858 U1, 27.09.2006. Application No. 2006113670/22 dated April 21, 2006.
17. Ivashchenko N.N. *Avtomaticheskoe regulirovanie. Teoriya i elementy system* [Automatic regulation. Theory and elements of systems]. Moscow: Mashinostroenie Publ., 1973, 606 p.
18. Ogryzkov S.V., Vetrogon A.A., Kryachkov A.A. Sovmestnye kolebaniya podveski i kuzova avtomobilya [Joint vibrations of the suspension and the car body]. *Visnik Shkhidnoukrains'kogo natsional'nogo universitetu im. V.Dalya* [News of V. Dahl Ukrainian National University]. Lugansk, 2011. Iss. 122, pp. 167–172.

#### Информация об авторах

**Остренко Алексей Геннадьевич** – старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта, Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, e-mail: ostrenich@rambler.ru

**Крипак Марина Николаевна** – доцент кафедры автомобильного транспорта, Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, e-mail: marikol@yandex.ru

**Соустова Лада Игоревна** – старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта, Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, e-mail: LISoustova@sevsu.ru

#### Information about the authors

**Aleksei G. Ostrenko** – Senior Lecturer, the Subdepartment of Automobile Transport, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: ostrenich@rambler.ru

**Marina N. Kripak** – Associate Professor, the Subdepartment of Automobile Transport, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: marikol@yandex.ru

**Lada I. Soustova** – Senior Lecturer, the Subdepartment of Automobile Transport, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: LISoustova@sevsu.ru

DOI 10.26731/1813-9108.2020.2(66).109-115

УДК 621.01: 311

## Повышение провозной способности сети за счет рациональной организации ремонтно-восстановительных работ пути

Ю. М. Краковский✉, В. А. Начигин

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

✉ 7194926772@yandex.ru

#### Резюме

Одной из важнейших задач, решаемых в ОАО «Российские железные дороги», является повышение пропускной и провозной способности железнодорожной сети. Она решается с помощью различных технологий и средств: внедрение комплексных полигонных технологий, изменение Единого сетевого технологического процесса, модернизация и совершенствование системы интервального регулирования движения поездов, обеспечение интероперабельности перевозок за счет организации вождения соединенных поездов на постоянной основе. В данной работе повышение провозной способности дистанций пути предлагается осуществлять за счет рациональной организации «окон», необходимых для выполнения ремонтно-восстановительных работ. В качестве примера выбран перегон Дальневосточной железной дороги «Ванино – Дюанка» по нескольким причинам. Во-первых, он расположен максимально близко к точке завершения технологического процесса перевозки грузов. Во-вторых, на этом участке необходимо выполнить несколько различных по видам и назначению работ (выправка пути, пополнения балласта, замена дефектных рельсов на звеньевом пути и замена рубок на бесстыковом пути с одновременной сваркой плетей). В-третьих, наблюдается полное исчерпание пропускных

способностей этого участка пути. С помощью расчетов установлено, что при правильной организации «окон» для ремонта пути можно сократить число «потерянных» пар грузовых поездов с 38 до 10 и, тем самым, получить значительный экономический эффект. В перспективе возможна разработка и совершенствование технологических процессов не только в хозяйстве пути, но и включение в них обслуживания контактной сети и устройств сигнализации, централизации и блокировки.

#### Ключевые слова

пропускная и провозная способность, ремонтно-восстановительные работы, служба пути, Восточный полигон, перевозочный процесс

#### Для цитирования

Краковский Ю. М. Повышение провозной способности сети за счет рациональной организации ремонтно-восстановительных работ пути / Ю. М. Краковский, В. А. Начигин // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2020. – Т. 66 № 2. – С. 109–115. – DOI: 10.26731/1813-9108.2020.2(66).109-115

#### Информация о статье

поступила в редакцию: 06.02.2020, поступила после рецензирования: 01.03.2020, принята к публикации: 12.04.2020

## Increasing carrying capacity of the network by rationally organizing track repair and restoration works

Yu. M. Krakovskii✉, V. A. Nachigin

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

✉ 71949267772@yandex.ru

#### Abstract

One of the most important tasks being solved in "Russian Railways" OAO is to increase the throughput and carrying capacity of the railway network. This task is solved by various technologies and means: the introduction of complex polygon technologies, changes in the Unified network technological process, modernization and improvement of the system of the interval regulation of train traffic, ensuring the interoperability of transport by organizing the driving of connected trains on a permanent basis. This paper proposes to increase the carrying capacity of maintenance sections by rationally organizing "line possessions" necessary for performing repair and restoration work. "Vanino–Dyuanka", a railroad haul of the Far Eastern railway, has been selected as an example. This railroad haul was chosen for the following reasons: 1) this single-track stage is located as close as possible to the point of completion of the technological process of cargo transportation; 2) it is necessary to perform several works different by types and purposes (straightening the track, replenishing the ballast, replacing defective rails on the track and replacing throat pieces on the jointless track with simultaneous welding of rail bars); 3) complete exhaustion of this track section capacity. It is shown by calculation that, with the correct organization of "line possessions" for track repair, it is possible to reduce the number of "lost" pairs of freight trains from 38 to 10 and thus obtain a significant economic effect. In the future, it is possible to develop and improve technological processes not only in the road economy, but also to include maintenance of the contact network and signalling arrangement devices into them.

#### Keywords

throughput and carrying capacity, repair and restoration works, track service, Eastern polygon, transportation process

#### For citation

Kravovskii Yu. V., Nachigin V. A. Povyshenie provoznoi sposobnosti seti za schet ratsional'noi organizatsii remontno-vosstanovitel'nykh rabot puti [Increasing carrying capacity of the network by rationally organizing track repair and restoration works]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2020, Vol. 66, No. 2, pp. 109–115. DOI: 10.26731/1813-9108.2020.2(66).109-115

#### Article Info

Received: 06.02.2020, Revised: 01.03.2020, Accepted: 12.04.2020

#### Введение

В последние годы с целью повышения перевозочного процесса на уровне железнодорожной сети в ОАО «Российские железные дороги» (РЖД) происходят изменения структуры и функций управления компанией. Важным компонентом здесь является изменение структуры органов регионального управления и внедрение комплексных полигонных технологий [1–3]. Полигон – это компонент желез-

нодорожной сети, объединенный единым технологическим процессом, а также информационным «полем» по перемещению пассажиров и грузов, содержанию инфраструктуры и эффективному использованию производственного персонала.

Одним из первых в этом направлении является Восточный полигон, объединивший четыре дороги: Красноярскую, Восточно-Сибирскую, Забайкальскую и Дальневосточную. На этом полигоне обраба-

тываются новые форматы управления и взаимодействия между всеми заинтересованными участниками перевозочного процесса [4, 5]. Для повышения эффективности его деятельности в 2016 г. в Иркутске создан центр управления перевозками Восточного полигона.

Важное значение при внедрении комплексных полигонных технологий имеет повышение эффективности управленческих решений, включая вопросы прогнозирования показателей перевозочного процесса [6, 7].

В программе развития РЖД до 2025 г. для железнодорожного транспорта определены основные стратегические ориентиры, предусматривающие перспективное увеличение пропускной и провозной способности БАМа и Транссиба (Восточного полигона). Для достижения поставленных целей основное внимание рекомендуется уделять совершенствованию технологии организации перевозочного процесса, ликвидации технических и технологических противоречий, имеющих как внутри филиалов, так и на стыках взаимодействия с другими подразделениями компании [8]. С этой целью был переработан Единый сетевой технологический процесс железнодорожных грузовых перевозок (ЕСТП).

Восточный полигон на востоке страны взаимодействует с железными дорогами других стран, следует учитывать это при обеспечении высокой провозной способности. Здесь можно сослаться на работу, в которой обсуждаются вопросы интероперабельности перевозки грузов с учетом разной колесной железных дорог на погранпереходах смежных с Россией стран [9].

Возрастающие объемы перевозок грузов и пассажиров в условиях практически максимальной загрузки отдельных участков сети дорог требуют совершенствования процессов организации движения поездов [10]. Эти задачи решает проект «Цифровая железная дорога», где предусмотрено внедрение и реализация различных технологий и технических средств. Важная роль здесь принадлежит модернизации систем интервального регулирования движения поездов (СИРДП). В последние годы удалось снизить на отдельных участках интервал движения поездов с 8 до 4 минут [10].

Следует также отметить работу [11], в которой обсуждаются вопросы повышения провозной способности высокозагруженных направлений за счет организации вождения соединенных поездов на постоянной основе. При этом они ссылаются на зарубежный опыт, где применение этого способа обеспечило высокий уровень использования провозной способности железнодорожных линий.

Таким образом, повышение провозной способности железнодорожной сети является важной задачей, требующей различных подходов для решения. В предлагаемой работе повышение провозной спо-

собности дистанций пути предлагается осуществлять за счет рациональной организации «окон», необходимых для выполнения ремонтно-восстановительных работ.

### Назначение «окон» при эксплуатации пути

При перевозке грузов необходимо обеспечивать безопасность движения и высокую скорость доставки. Для этих целей на дороге уделяется большое внимание вопросам мониторинга и диагностики пути [12, 13], организации ремонтных работ [14], исследованиям по надежности и техническому состоянию пути и его элементов [15–18].

«Окна» могут быть технологическими (как правило, непродолжительными по времени) и большой продолжительности для производства капитального ремонта и реконструкции инфраструктуры.

Технологические «окна» в соответствии с ПТЭ предназначены для поддержания состояния инфраструктуры, обеспечивающей предъявленные объемы перевозок. В связи с этим большое внимание уделяется планированию «окон» в дирекциях инфраструктуры, но недостаточно технологии их выполнения, которая оказывает существенное влияние на провозную способность ремонтируемого участка. Повышение провозной способности получается за счет уменьшения доли подготовительно-заключительных работ в общем объеме работ.

### Пример технологического процесса при реализации «окон»

Продолжительность «окна» зависит от следующих факторов:

- период времени между пассажирскими поездами;
- время непрерывной работы персонала;
- выполнение годового задания по ремонту пути;
- эффективность использования времени работы машин (основное время больше времени подготовительно-заключительных операций).

Последний фактор во многом определяющий. Именно ему в данном исследовании уделяется наибольшее внимание.

В качестве примера выбран перегон Дальневосточной железной дороги «Ванино – Дюанка» по следующим причинам:

- расположен максимально близко к точке завершения технологического процесса перевозки грузов;
- на данном участке необходимо выполнить несколько различных по видам и назначению работ (выправка пути, пополнения балласта, замена дефектных рельсов на звеньевом пути и замена рубок на бесстыковом пути с одновременной сваркой плетей);
- наблюдается полное исчерпание пропускных способностей этого участка пути.

В последнем случае любая системная остановка движения поездов приводит к невозможным потерям в доставке грузов, следовательно, суммарная минимизация продолжительности «окон» приводит к положительным эффектам в доставке грузов и минимизации финансовых потерь.

В графике движения поездов на данном участке заложено 26 пар поездов, в том числе 24 пары грузовых поездов (один час на одну пару грузовых поездов). Исходя из этого условия, потери в поездах ( $p$ ) пропорциональны продолжительности окна

$$p = (a/24) \cdot m,$$

где  $a$  – продолжительность окна в часах;  $m$  – число пар поездов в сутки (в нашем случае 24).

Производство работ в настоящее время происходит по остаточному принципу и не нацелено на конечный результат как для доставки грузов, так и эффективности использования всех видов ресурсов.

Приведем оценочную суммарную продолжительность времени («окон») для ремонта пути при существующем положении дел:

1. Замена дефектных рельсов на звеньевом пути потребует двух «окон» продолжительностью приблизительно 1,5 ч. или одного «окна» продолжительностью около 3 ч.

2. Замена дефектных рубок на бесстыковом пути потребует пять «окон» продолжительностью около 2,4 ч. или одного «окна» суммарной продолжительностью около 12 ч.

3. Затраты в часах по выправке пути машиной «Динамик» участка длиной 1,5 км составляют с учетом съёмки пути до начала производства работ по

выправке приблизительно 3 ч. Соответственно, суммарно потребуется 18–19 ч. для «окон».

4. При использовании в качестве выправочной машины «Дуоматик» потребуется 3,7 ч. на выправку пути длиной 1,5 км. Следовательно, общее потребное количество часов для производства работ на перегоне в целом составит 22 ч.

5. Пополнение балласта на километрах пути, где производится его выправка, потребует работы машины ХДВ продолжительностью более 4 ч. или двух «окон» по 2,5 ч.

6. Суммируя время, потраченное на работы на всех пунктах 1, 2, 3, 5 (3+12+18+5), когда используется в качестве головной машина «Динамик», при выполнении работ традиционным способом требуется 38 ч. Потери, соответственно, составят 38 пар поездов (в нашем случае один час на одну пару грузовых поездов).

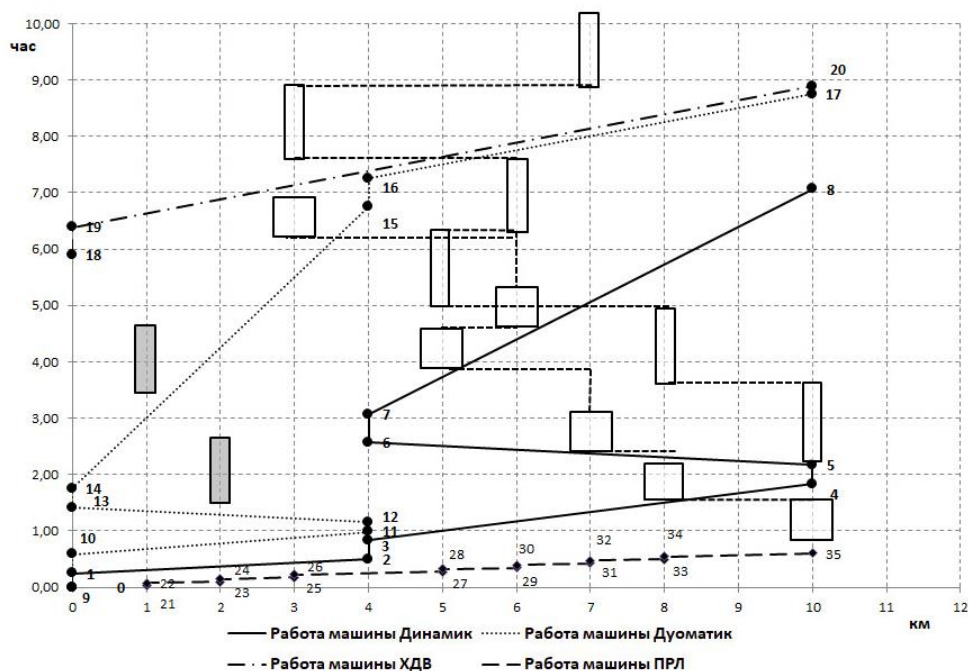
### Описание технологического процесса с минимизацией потерь в движении поездов

Ниже приведен вариант технологического процесса «окна», обеспечивающего минимизацию потерь движения поездов на выбранном перегоне: по горизонтали – длина перегона пути (км), по вертикали – время выполнения работ (час) (рис.). Опишем этот процесс.

Участок 0–1. Закрытие перегона для движения поездов.

Участок 1–2. Движение машины «Динамик» к месту производства работ.

Участок 2–3. Приведение машины из транспорт-



Вариант технологического процесса «окна»  
A variant of the technological process of a “line possession”

ного положения в рабочее.

Участок 3–4. Съемка параметров пути для расчета величин выправки в плане и профиле.

Участок 4–5. Приведение машины в транспортное положение для возвращения к началу производства работ по выправке пути.

Участок 5–6. Возвращение машины к точке начала работ для выправки пути в плане и профиле на участке с 4 по 10 км включительно.

Участок 6–7. Приведение машины в рабочее положение для выправки пути.

Участок 7–8. Выправка пути в плане и профиле машиной «Динамик».

Участок 9–10. Приведение машины «Дуоматик» в рабочее положение для съемки пути.

Участок 10–11. Съемка плана и профиля для следующей выправки на первых четырех километрах.

Участок 11–12. Приведение машины в транспортное положение для возвращения к началу производства работ по выправке.

Участок 12–13. Возвращение машины к месту начала работ.

Участок 13–14. Приведение машины «Дуоматик» в рабочее положение для выправки пути в плане и профиле на первых четырех километрах участка.

Участок 14–15. Выправка пути в плане и профиле на первых четырех километрах.

Участок 15–16. Приведение машины в транспортное положение.

Участок 16–17. Прибытие машины «Дуоматик» на соседнюю станцию.

Работа машины ХДВ.

Участок 18–19. Приведение ХДВ в рабочее положение.

Участок 19–20. Пополнение балласта на перегоне «Ванино – Дюанка» с прибытием на станцию.

Участки 21–35. Выгрузка рельсов на перегоне машиной ПРЛ.

Вертикальные прямоугольники соответствуют времени и положению для смены рельсов: а – на первых двух километрах в звеньевом пути (серые прямоугольники), б – на остальных километрах участка происходит смена рельсов с учетом сварки в плеть (белые прямоугольники).

С учетом технологических особенностей для первого варианта смены на звеньевом пути потребуется одна бригада с загрузкой суммарно около 4 ч.

При смене рельсовых рубок и сварки их в плеть на бесстыковом пути потребуется вторая бригада с суммарной загрузкой около 8,5 ч.

### Определение экономического эффекта

По приведенному комплексному графику работ продолжительность «окна» при использовании двух машин «Динамик» и «Дуоматик» составит около 10 ч., что позволяет провести «окно» между пассажирскими поездами № 352/351. Напомним, что при ре-

ализации «окон» без минимизации потерь в движении поездов, было потеряно 38 ч.

Так как в нашем случае один час соответствует одной паре грузовых поездов, то суммарно в пересчете на год мы выиграем около 28 пар грузовых поездов (38–10). Эти поезда могут доставить в порты Ванинско-Совгаваньского железнодорожного узла дополнительно грузов:

$$g = 28 \cdot 4 = 112 \text{ тыс. т,}$$

где 28 – количество поездов, которые возможно дополнительно привезти в порты; 4 – средний вес груза, перевозимого одним поездом, тыс. т.

Экономический эффект от данной технологии составит:

$$E = 112 \cdot 1,1737 = 131,454 \text{ млн руб.,}$$

где 1,1737 – усредненный тариф (млн руб. / тыс. т), рассчитанный исходя из доходов от перевозок на сети за 2019 г. (доход 1,5 трлн руб.) и объемов погрузки на сети за 2019 г. (погрузка 1 278 млн т);  $1\,500\,000 / 1\,278\,000 = 1,1737$  (млн руб. / тыс. т).

Этот контрольный (тестовый) пример показывает, за счет чего происходит экономический эффект. Различные варианты разработки промежуточных технологических процессов приведут, соответственно, к промежуточным эффектам по доставке грузов и экономическим результатам.

Подчеркнем, что наибольший экономический эффект достигается на участках сети с высоким исчерпанием пропускных способностей. Важными факторами, которые надо уметь считать при определении экономического эффекта, являются:

- число поездов, которые можно дополнительно провести до точки выгрузки;
- средний вес поезда;
- усредненный тариф перевозки грузов или фактический на данном участке.

Эти факторы и рассмотрены в данном примере. Однако существует еще один важный фактор – доставка грузов в нужное время (по расписанию) за счет чего снижаются потери от просрочки в доставке грузов.

Рациональная организация «окон» в большей мере позволяет организовать это и, тем самым, принести дополнительный экономический эффект РЖД.

### Заключение

Одной из важнейших задач, решаемых в РЖД, является повышение пропускной и провозной способности железнодорожной сети. Она решается с помощью различных технологий и средств: внедрение комплексных полигонных технологий, изменение ЕСП, модернизация и совершенствование СИРДП, обеспечение интероперабельности перевозок, а также за счет организации вождения соединенных поездов на постоянной основе.

В данной работе повышение провозной способности дистанций пути предлагается осуществлять за

счет рациональной организации «окон», необходимых для выполнения ремонтно-восстановительных работ. Для примера взят перегон Дальневосточной железной дороги «Ванино – Дюанка». Этот перегон характеризуется полным исчерпанием пропускных способностей. Расчетным путем показано, что при правильной организации «окон» для ремонта пути можно сократить число потерянных пар грузовых поездов с 38 до 10 и, тем самым, получить значи-

тельный экономический эффект (из-за уменьшения доли подготовительно-заключительных работ в общем объеме работ).

В перспективе возможна разработка и совершенствование технологических процессов не только в хозяйстве пути, но и включение в них обслуживания контактной сети и устройств сигнализации, централизации и блокировки.

### Список литературы

1. Федоров Ю.Н. Повышение эффективности управления холдингом «РЖД» за счет формирования оптимальной структуры органов регионального управления основной деятельностью // Экономика железных дорог. 2013. № 11. С. 41–46.
2. Фролов В.Ф. Новые подходы к управлению перевозочным процессом в условиях динамичного изменения внешней среды // Железнодорожный транспорт. 2014. № 4. С. 14–18.
3. Maklygin N., Nachigin A., Krakovskiy Y. The Scenario Approach for Prediction of Indicators Transportation Process // The Fifth International Symposium on Innovation and Sustainability of Modern Railway (ISMR-2016). Nanchang, 2016. P. 620–623.
4. Краковский Ю.М., Каргапольцев С.К., Начигин В.А. Моделирование перевозочного процесса железнодорожным транспортом: анализ, прогнозирование, риски. СПб : ЛИТЕО, 2018. 240 с.
5. Хоменко А.П., Фролов В.Ф. Комплексная полигонная технология эксплуатационной работы // Железнодорожный транспорт. 2016. № 2. С. 43–46.
6. Начигин В.А., Фролов В.Ф. Процедура выбора предпочтительного сценария развития перевозочного процесса // Известия Транссиба. 2014. № 4. С. 14–18.
7. Лузгин А.Н., Краковский Ю.М. Прогнозирование базовых показателей перевозочного процесса на основе сценарного подхода // Прикладная информатика. 2017. Т. 12. № 2 (68). С. 29–36.
8. Зобнин В.Л., Прокофьева Е.Е. Единый сетевой технологический процесс железнодорожный грузовых перевозок // Железнодорожный транспорт. 2020. № 3. С. 8–10.
9. Осминин А.Т., Мехедов М.И., Медников Д.В. Обеспечение интероперабельности перевозок // Железнодорожный транспорт. 2019. № 7. С. 11–17.
10. Розенберг Е.Н., Аношкин В.В. Перспективы роста пропускной способности участков // Железнодорожный транспорт. 2020. № 3. С. 4–7.
11. Сотников Е.А. Мехедов М.И., Холодняк П.С. Интенсификация роста загруженных направлений сети железнодорожных дорог // Железнодорожный транспорт. 2020. № 3. С. 11–14.
12. Бирюзов В.П. Об основных направлениях развития систем диагностики и мониторинга путевого хозяйства до 2025 г. Путь и путевое хозяйство. 2016. № 4. С. 4–8.
13. Бугаенко В.М. Мониторинг и диагностика инфраструктуры скоростных мобильных комплексов // Путь и путевое хозяйство. 2015. № 4. С. 12–16.
14. Начигин В.А., Краковский Ю.М. Влияние полигонных технологий на организацию ремонтных работ в дирекции инфраструктуры // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : VIII Междунар. науч.-техн. конф. Иркутск, 2017. Т. 1. С. 8–11.
15. Максимцев С.В., Начигин, Архипенко Ю.А. Скрепления как основной элемент стабильности верхнего строения // Путь и путевое хозяйство. 2016. № 6. С. 8–12.
16. Краковский Ю.М., Начигин В.А., Начигин А.В. Оценка технического состояния рельсов по данным мониторинга пути // Вестник ВНИИЖТ. 2012. № 5. С. 40–43.
17. Даваадорж Батбаатар., Краковский Ю.М. Нечеткий численный вероятностный анализ для оценки показателей надежности рельсовых скреплений // Мир Транспорта. 2017. Т. 15. № 3(70). С. 30–39.
18. Даваадорж Батбаатар, Краковский Ю.М. Алгоритмическое обеспечение вычисления показателей надежности рельсовых скреплений // Безопасность критичных инфраструктур и территорий : материалы VII Всерос. конф. и XVII школы молодых ученых. Екатеринбург, 2016. С. 34–37.

### References

1. Fedorov Yu.N. Povyshenie effektivnosti upravleniya kholdingom «RZhD» za schet formirovaniya optimal'noi struktury organov regional'nogo upravleniya osnovnoi deyatel'nost'yu [Improving the management efficiency of the Russian Railways holding due to the formation of the optimal structure of regional management bodies for core activities]. Ekonomika zheleznikh dorog [Economics of Railways], 2013, No. 11, pp. 41–46.
2. Frolov V.F. Noveye podkhody k upravleniyu perevozochnym protsessom v usloviyakh dinamichnogo izmeneniya vneshnei sredy [New approaches to managing the transportation process in the conditions of dynamic changes in the external environment]. Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport], 2014, No. 4, pp. 14–18.
3. Maklygin N., Nachigin A., Krakovskii Yu. The Scenario Approach for Prediction of Indicators Transportation Process. The Fifth International Symposium on Innovation and Sustainability of Modern Railway (ISMR-2016). Nanchang, China, October 20–21, 2016, pp. 620–623.

4. Krakovskii Yu.M., S.K. Kargapol'tsev, V.A. Nachigin Modelirovanie perevozochного protsessa zheleznodorozhnym transportom: analiz, prognozirovaniye, riski [Modeling of the transportation process by rail: analysis, forecasting, risks]. In prof. Krakovskii Yu.M. (ed.) Saint-Petersburg: LITEO Publ., 2018, 240 p.
5. Khomenko A.P., Frolov V.F. Kompleksnaya poligonnyaya tekhnologiya ekspluatatsionnoi raboty [Complex polygon technology maintenance]. Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport], 2016, No. 2, pp. 43–46.
6. Nachigin V.A., Frolov V.F. Protsedura vybora predpochtitel'nogo stseneriya razvitiya perevozochного protsessa [Procedure of selection of the preferred scenario of the transportation process]. Izvestiya Transsiba [News of the Transsib], 2014, No. 4, pp. 14–18.
7. Luzgin A.N. Krakovskii Yu.M. Prognozirovaniye bazovykh pokazatelei perevozochного protsessa na osnove stsenernogo podkhoda [Forecasting of base indicators of transportation process based on a scenario approach]. Prikladnaya informatika [Journal of Applied Informatics], 2017, Vol. 12, No. 2(68), pp. 29–36.
8. Zobnin V.L., Prokofeva E.E. Edinyi setevoi tekhnologicheskii protsess zheleznodorozhnyi gruzovykh perevozok [Unified network technological process of railway cargo transportation]. Zheleznodorozhnyi transport [Railway Transport], 2020, No. 3, pp. 8–10.
9. Os'minin A.T., Mekhedov M.I., Mednikov D.V. Obespecheniye interoperabel'nosti perevozok [Ensuring interoperability of transport]. Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport], 2019, No. 7, pp. 11–17.
10. Rozenberg E.N., Anoshkin V.V. Perspektivy rosta propusknoi sposobnosti uchastkov [Prospects for increasing the throughput capacity of sections]. Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport], 2020, No. 3, pp. 4–7.
11. Sotnikov E.A., Mekhedov M.I., Kholodnyak P.S. Intensifikatsiya rosta zagruzhennykh napravlenii seti zheleznodorozhnykh dorog [Intensification of growth of loaded directions of the railway network]. Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport], 2020, No. 3, pp. 11–14.
12. Biryuzov V.P. Ob osnovnykh napravleniyakh razvitiya sistem diagnostiki i monitoringa putevogo khozyaistva do 2025 g. [About the main directions of development of systems of diagnostics and monitoring of track facilities up to 2025]. Put' i putevoe khozyaistvo [Railway Track and Facilities], 2016, No. 4, pp. 4–8.
13. Bugaenko V.M. Monitoring i diagnostika infrastruktury skorostnykh mobil'nykh kompleksov [Monitoring and diagnostics of infrastructure of high-speed mobile complexes]. Put' i putevoe khozyaistvo [Railway track and facilities], 2015, No. 4, pp. 12–16.
14. Nachigin V.A., Krakovskii Yu.M. Vliyaniye poligonnykh tekhnologii na organizatsiyu remontnykh rabot v direktsii infrastruktury [Influence of polygon technologies on the organization of repair works in the infrastructure Directorate]. VIII Mezhdunarodnaya NPK «Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona» [VIII international NPC “Transport infrastructure of the Siberian region”]. Irkutsk: 2017, Vol. 1, pp. 8–11.
15. Maksimtsev S.V., Nachigin V.A., Arkhipenko Yu.A. Skrepleniya kak osnovnoi element stabil'nosti verkhnego stroeniya [Bondings as the main element of stability of the upper structure]. Put' i putevoe khozyaistvo [Railway track and facilities], 2016, No. 6, pp. 8–12.
16. Krakovskii Yu.M., Nachigin V.A., Nachigin A.V. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya rel'sov po dannym monitoringa puti [Evaluation of the technical state of rails according to the monitoring path]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2012, No. 5, pp. 40–43.
17. Davaadorzh B., Krakovskii Yu.M. Nechetkii chislennyi veroyatnostnyi analiz dlya otsenki pokazatelei nadezhnosti rel'sovykh skreplenii [Fuzzy numerical probabilistic analysis to assess the reliability of rail fasteners]. Mir Transporta [World of Transport and Transportation], 2017, Vol. 15, No. 3(70), pp. 30–39.
18. Davaadorzh B., Krakovskii Yu.M. Algoritmicheskoe obespecheniye vychisleniya pokazatelei nadezhnosti rel'sovykh skreplenii [The algorithmic support for calculation of the indicators of reliability rail fastenings]. Bezopasnost' kritichnykh infrastruktur i territorii: Materialy VII Vserossiiskoi konferentsii i XVII shkoly molodykh uchenykh. Ekaterinburg: UrO RAN Publ., 2016, pp. 34–37.

#### Информация об авторах

**Краковский Юрий Мечеславович** – д. т. н., профессор кафедры информационных систем и защиты информации, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: 71949267772@yandex.ru  
**Начигин Владимир Александрович** – к. т. н., начальник отдела, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: nachiginv@yandex.ru

#### Information about the authors

**Yurii M. Krakovskii** – Doctor of Engineering Science, Prof. at the Subdepartment of System of Informatics and Information Protection, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: 71949267772@yandex.ru  
**Vladimir A. Nachigin** – Ph.D. in Engineering Science, Head of Department, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: nachiginv@yandex.ru

DOI 10.26731/1813-9108.2020.2(66).115-121

УДК 656.2:656.9

## Постановка задачи координации в иерархической системе организационного управления деятельностью учебных центров ОАО «Российские железные дороги»

И. Ю. Сольская<sup>1</sup>, А. А. Войлошников<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация