

Анализ отказов в работе технических средств на примере полигона Северной железной дороги

О.В. Быкова

Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта – структурное подразделение Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (СПбТЖТ ПГУПС); г. Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы, затрагивающие проблему надежности различных элементов инфраструктуры железнодорожного транспорта, таких как железнодорожный путь, устройства электроснабжения, искусственные сооружения, подвижной состав, устройства автоматики, телемеханики и связи. Перечислены основные технические устройства железнодорожного транспорта. Приведена классификация: отказов в работе технических средств транспорта в зависимости от их категории; технических средств, отказы в работе которых подлежат обязательному учету или учету в случаях их влияния на перевозочный процесс в соответствии с действующими на железнодорожном транспорте нормативными документами.

В результате работы с исходными данными по отказам, вызвавшим задержки поездов, определены основные службы, причастные к возникновению отказов в работе технических средств на полигоне Северной железной дороги (СЖД). Проведен анализ отказов в работе технических средств по регионам СЖД. Сформирован классификатор причин отказов в работе технических средств по службам и причинам возникновения на СЖД, на которые падает большинство отказов. Выявлены основные причины, вызвавшие отказы в работе соответствующих подразделений железнодорожного транспорта. Показана зависимость наличной пропускной способности от коэффициента надежности.

Ключевые слова: надежность железнодорожного транспорта; классификация отказов в работе технических средств железнодорожного транспорта; классификация технических средств, отказы в работе которых подлежат учету; зависимость наличной пропускной способности от коэффициента надежности; анализ отказов в работе технических средств железнодорожного транспорта

Analysis of failures in the operation of technical means on the example of the landfill of the Northern Railway

Olga V. Bykova

St. Petersburg College of Railway Transport – structural unit of structural unit of St. Petersburg State University of Railways Emperor Alexander I; St. Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

Discussed issues that affect the reliability of various elements of the infrastructure of railway transport, such as the railway track, power supply devices, artificial structures, rolling stock, automation devices, telemechanics and communications. The main technical devices of railway transport are listed. The classification of failures in the operation of technical means of transport is given, depending on their category; classification of technical equipment, the failures of which are subject to obligatory accounting or to be accounted for in cases of their influence on the transportation process in accordance with regulatory documents in force in railways.

As a result of working with the initial data on failures that caused train delays, the main services involved in the occurrence of failures in the operation of technical equipment at the Northern Railway training ground were identified; also provides an analysis of failures in the operation of technical equipment in the regions of the Northern Railway. Classifier of the causes of failures in the operation of technical facilities by services and the causes of the occurrence on the Northern Railway, which most failures fall on, is formed; identified the main reasons for the failure of the relevant units of the railway transport. The dependence of the available bandwidth on the reliability coefficient is given.

Keywords: reliability of railway transport; classification of failures in the operation of technical means of railway transport; classification of technical equipment, failures of which are subject to accounting; dependence of available throughput on reliability coefficient; failure analysis of technical means of railway transport

ВВЕДЕНИЕ

Транспортная система играет важную роль в экономическом развитии любой страны. В России на железнодорожный транспорт приходится более 40 % пассажирооборота и 80 % всего грузооборота страны.

В связи с тем, что страна отличается большими расстояниями, железнодорожный транспорт в России имеет основополагающее значение. Вследствие этого экономика государства непосредственно зависит от эффективной работы данной системы. По показателям перевозочной работы и тех-

нической оснащенности железные дороги России являются одной из самых крупнейших транспортных систем мира.

Бесперебойная и безаварийная эксплуатационная деятельность железнодорожного транспорта требует слаженной и взаимосвязанной работы всех его звеньев.

Один из главных вопросов — надежность железнодорожного транспорта.

Надежностью железнодорожного транспорта называется качество транспорта обеспечивать своевременную и безопасную доставку грузов и пассажиров. В состав железнодорожного транспорта входят: оперативный персонал, технические устройства и элементы окружающей среды, от надежности которых зависит надежность всего транспорта в целом.

Одними из основных технических устройств железнодорожного транспорта являются: подвижной состав, устройства электроснабжения, земляное полотно, искусственные сооружения, верхнее строение пути, системы автоматики, телемеханики и связи. Они различны по своим физическим процессам функционирования и составу. Надежность технических устройств железнодорожного транспорта попадает под влияние различных факторов внешней среды: динамических и электромагнитных воздействий со стороны подвижного состава; изменений температуры, влажности; грозы и других природных явлений. Вследствие этого технические устройства железнодорожного транспорта должны обладать высоким уровнем безотказности. С точки зрения экономики уровень безотказности имеет большое значение, так как нарушения графиков движения поездов и их задержки из-за вызвавших их отказов, приводят к большим материальным потерям. Если в результате отказов происходят крушения и аварии поездов,

связанные с повреждением грузов, нанесением ущерба здоровью и жизни людей, также возникают большие материальные потери [1].

КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ В РАБОТЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Отказом называется событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

В соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 11.07.2016 № 1375р учет, контроль за устранением отказов в работе технических средств и анализ их надежности осуществляются с использованием Комплексной автоматизированной системы учета, контроля устранения отказов в работе технических средств и анализа их надежности (КАС АНТ) [2].

Классификация отказов в работе технических средств в соответствии с Положением об учете, расследовании и анализе отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАС АНТ показана на рис. 1.

Перечень и классификация технических средств, отказы в работе которых подлежат учету в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 11.07.2016 № 1375р приведены на рис. 2.

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ В РАБОТЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ 1-Й И 2-Й КАТЕГОРИИ НА СЕВЕРНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ЗА ПЕРИОД С 2008 ПО 2018 ГГ.

Качество перевозочного процесса на железнодорожном транспорте зависит от надежности функционирования системы управления и обе-

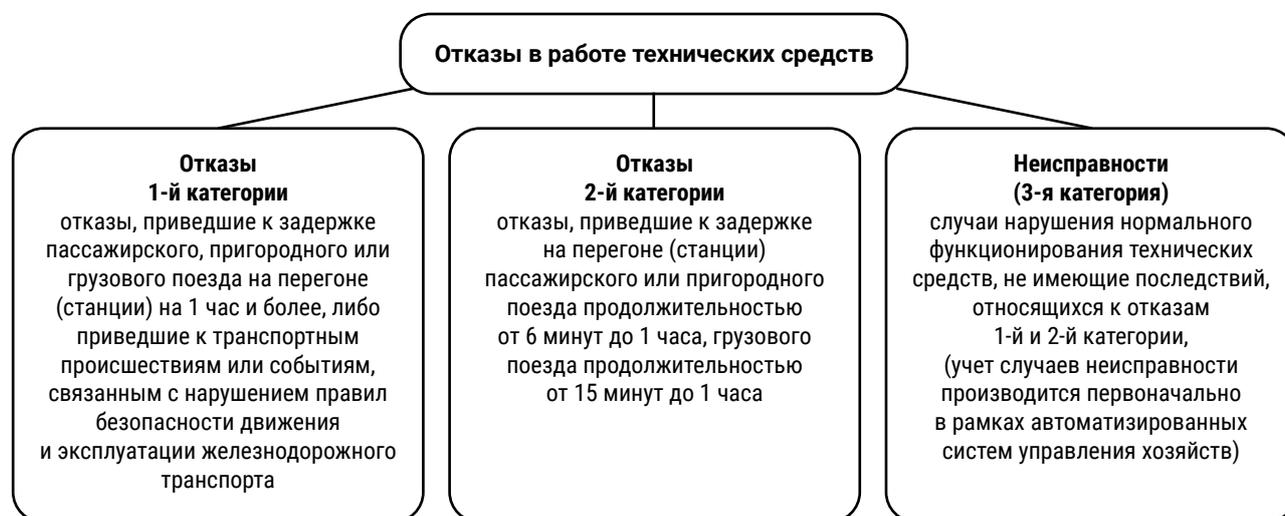


Рис. 1. Классификация отказов в работе технических средств

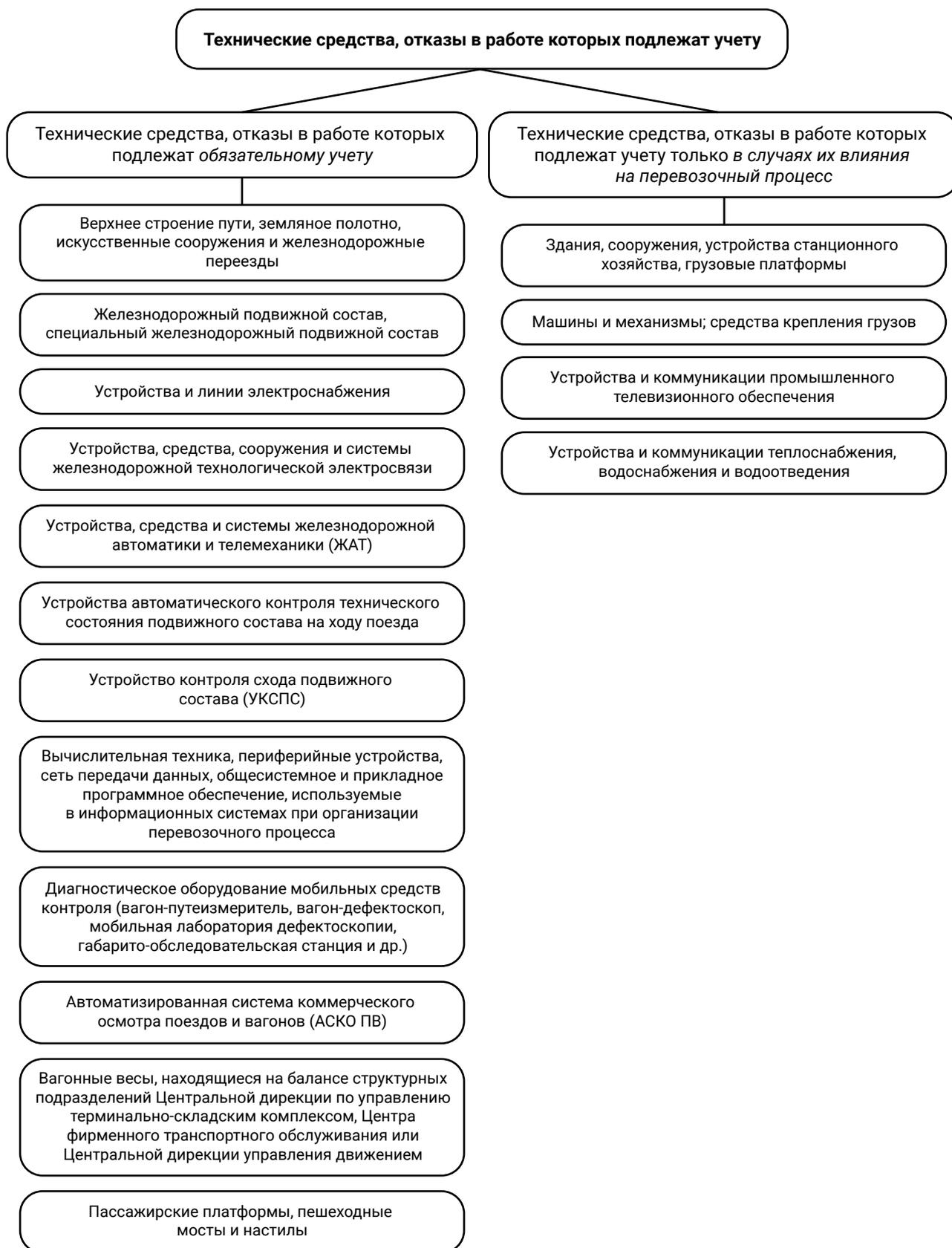


Рис. 2. Технические средства, отказы в работе которых подлежат учету в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 11.07.2016 № 1375р

спечения безопасности движения поездов и ее подсистем (объектов) на всем жизненном цикле. Надежность является важнейшей характеристикой каждого технического объекта, от которой зависит целесообразность его использования по назначению [1].

Рассмотрим причины, вызвавшие отказы в работе технических средств 1-й и 2-й категории на примере Северной железной дороги (СЖД) за период с 2008 по 2018 гг.

Северная железная дорога ведет из центра России на север, проходя через Ярославль и Вологду. В Коноше СЖД делится на два направления — до Котласа и Архангельска. От Котласа дорога проходит через Республику Коми за Северный полярный круг. СЖД включает в себя пять регионов: Ярославский (эксплуатационная длина путей ок. 1,3 тыс. км), Вологодский (эксплуатационная длина путей ок. 1,0 тыс. км), Архангельский (эксплуатационная длина путей ок. 1,45 тыс. км), Сольвычегодский (эксплуатационная длина путей ок.

1,0 тыс. км) и Сосногорский (эксплуатационная длина путей ок. 1,25 тыс. км).

Результаты анализа отказов технических средств, которые вызвали задержку поездов (отказы 1-й и 2-й категории) по СЖД в целом, а также по регионам дороги в отдельности за период с 2008 по 2018 г., приведены на рис. 3 и 4.

Из приведенной диаграммы можно увидеть, что наибольшее количество отказов в работе технических средств, повлекших за собой задержку поезда на полигоне СЖД, приходится на Вологодский регион — 37,95 % и Сольвычегодский регион — 18,2 %, по Ярославскому региону отказы составляют 17,14 %, Архангельскому региону — 13,54 % и Сосногорскому региону — 13,16 %.

Из анализа количества случаев отказов в работе технических средств, которые вызвали задержку поездов по СЖД, очевидно, что наибольший процент отказов приходится на подвижной состав (локомотивная служба) — 26,52 %; на вагонное хозяйство (вагонная служба) — 20,52 %; на службу

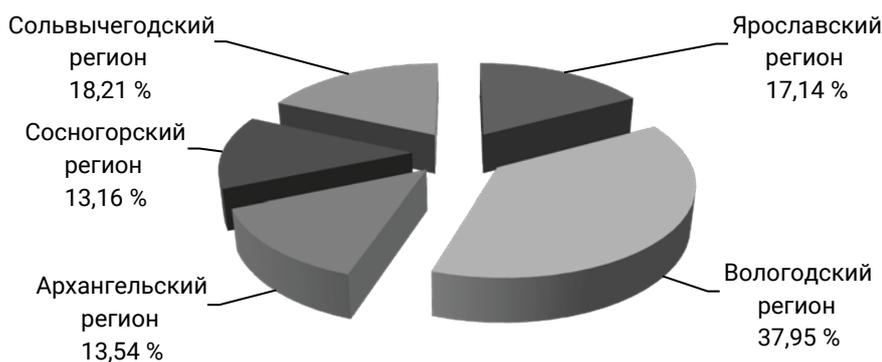


Рис. 3. Диаграмма процентного соотношения отказов в работе технических средств по регионам Северной железной дороги за период с 2008 по 2018 гг.

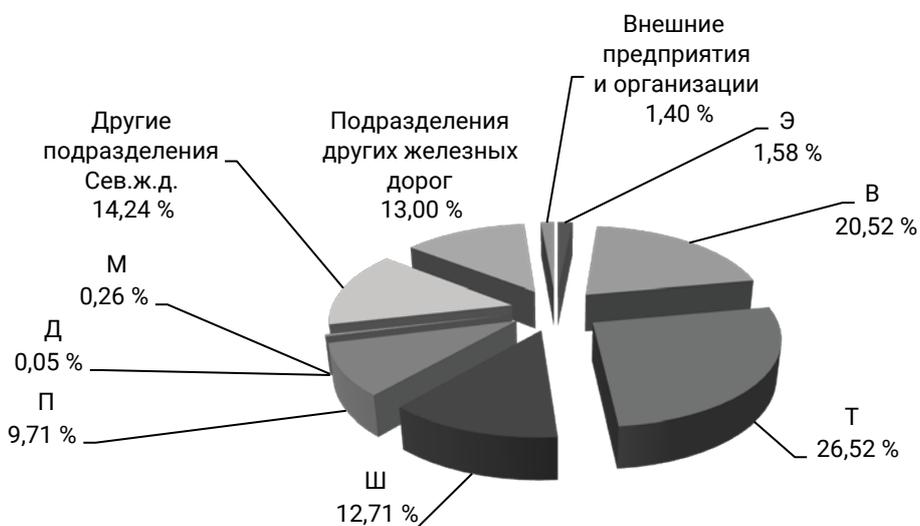


Рис. 4. Диаграмма процентного соотношения отказов в работе технических средств по службам Северной железной дороги за период с 2008 по 2018 гг.

Таблица. Классификатор основных причин отказов в работе технических средств по службам СЖД

Служба	Причины отказов в работе технических средств	%
Локомотивного хозяйства	Неисправность локомотива, дизель-поезда, электропоезда	78,36
	Неисправность приборов безопасности локомотива, моторвагонного подвижного состава (МВПС)	4,6
	Неисправность дизельного оборудования локомотива	1,83
	Неисправность ходовой части локомотива, МВПС	1,47
	Неисправность устройств радиосвязи на локомотиве, единице специального самоходного подвижного состава (ССПС)	0,8
Вагонного хозяйства	Неисправность ходовой части грузового вагона	48,59
	Прочая неисправность грузового вагона	36,47
	Неисправность тормозного оборудования грузового вагона	11,85
	Неисправность устройств диагностической информационной системы контроля/комплекса технических средств мониторинга (ДИСК/КТСМ)	0,51
	Неисправность механического оборудования грузового вагона	0,45
	Неисправность ходовой части пассажирского вагона	0,38
Сигнализации и автоблокировки	Прочие неисправности устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ)	66,89
	Неисправность светофора (в том числе «красная точка»)	14,28
	Неисправность УКСПС	3,19
	Прочая неисправность линии энергоснабжения устройств СЦБ (автоблокировка (АБ))	1,4
	Неисправность устройств ДИСК/КТСМ	0,99
Пути	Неисправность пути и рельсовой колеи	46,04
	Неисправность стрелочного перевода	9,06
	Неисправность светофора (в том числе «красная точка»)	6,54
	Неисправность рельсовых цепей	6,05
	Дефект или излом рельса	3,74
	Толчок в пути	0,95
	Неисправность ССПС	0,75
	Дефект или излом элемента стрелочного перевода	0,68

автоматики и телемеханики — 12,71 % и на службу пути — 9,71 %.

В таблице приведены основные причины отказов в работе технических средств по причастным службам, на которые падает большинство отказов по СЖД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенной работы по анализу отказов в работе технических средств за 11 лет работы СЖД с 2008 по 2018 гг. пришли к выводу, что основными причинами, вызвавшими отказы в работе локомотивного хозяйства являются неисправность подвижного состава (более 78 %); вагонного хозяйства — неисправность ходовой части вагона (более 48 %); хозяйства сигнализации и автобло-

кировки — неисправности устройств СЦБ (более 66 %); по хозяйству пути — неисправность пути и рельсовой колеи (около 46 %).

Для дальнейшего более точного изучения данной темы необходимо проанализировать влияние вышеуказанных причин отказов на пропускную способность железных дорог.

Под наличной пропускной способностью понимается максимальное количество поездов (пар поездов), которое может быть пропущено в единицу времени (обычно за сутки), с учетом резерва пропускной способности.

Воздействие на наличную пропускную способность отказов различных элементов инфраструктуры (контактной сети, железнодорожного пути, устройств СЦБ, связи и т.д.) предусматривает коэффициент надежности.

Наличная пропускная способность прямо пропорциональна коэффициенту надежности. Чем выше коэффициент надежности, тем выше наличная пропускная способность. С целью увеличения коэффициента надежности необходима безотказная работа всех подразделений сети железнодорожного транспорта.

Из всех элементов, которые учитываются в коэффициенте надежности, основополагающим фактором является подвижной состав.

Совершенствование технической базы и подвижного состава — важная часть в решении проблемы надежности работы железнодорожного транспорта [8, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Апатцев В.И., Завьялов А.М., Синякина И.Н., Завьялова Ю.В., Гришина Е.В. Обеспечение безопасности движения поездов на основе снижения влияния человеческого фактора // Наука и техника транспорта. 2014. № 2. С. 75–78.
2. Архангельский Е.В., Анисимов В.А., Анисимов В.В., Степанов А.В. Автоматизация расчетов пропускной и перерабатывающей способности // Железнодорожный транспорт. 2008. № 3. С. 29–33.
3. Баранникова С.А., Кононенко Е.В. Метрологическое обеспечение на железнодорожном транспорте // Молодой ученый. 2016. № 12–3 (116). С. 35–40.
4. Гришкова Д.Ю. Анализ причин возникновения коммерческих неисправностей на сети железных дорог Российской Федерации // Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы VI Международной научной конференции. 2017. С. 215–219.
5. Громышова С.С. Эксплуатация устройств многофункционального комплекса технических средств в сложноструктурированных транспортных системах как фактор обеспечения безопасности движения поездов и надежности работы // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. № 4 (64). С. 167–173. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.4(64).167-173
6. Козина А.М., Селиверов Д.И. Влияние неисправностей кабельных сетей СЦБ на безопасность движения поездов // Молодой ученый. 2012. № 3 (38). С. 49–51.
7. Кокурин И.М., Тимченко В.С. Методы определения «узких мест», ограничивающих пропускную способность железнодорожных направлений // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2013. № 1 (34). С. 15–21.
8. Копытова Ю.В. Методы повышения пропускной способности дорог // Молодой ученый. 2018. № 5 (191). С. 196–197.
9. Максимич Д.А., Широкова В.В. Анализ факторов, влияющих на коэффициент надежности Дальневосточной железной дороги // Молодой ученый. 2016. № 27 (131). С. 107–113.
10. Пермикин В.Ю., Колокольников В.С. Проблемы развития железнодорожных узлов на современном этапе // Молодой ученый. 2012. № 11 (46). С. 73–75.
11. Родионов А.В. Вопросы обеспечения надежности и безопасности на транспорте // Молодой ученый. 2016. № 22–2 (126). С. 50–51.
12. Рыженков А.В., Прокофьева Е.С. Как оценить эффективность оператора? // РЖД-Партнер. 2017. № 1–2. С. 48–49.
13. Семенов Д.О. Повышение эффективности безопасности и надежности на железнодорожном транспорте // Транспортное дело России. 2017. № 3. С. 102–104.
14. Семина А.Ю. Сущность железнодорожных перевозок и их роль в развитии транспортной системы России // Молодой ученый. 2018. № 1 (187). С. 71–73.
15. Сорокина А.В., Семенов Д.О. Факторы, влияющие на безопасность грузовых железнодорожных перевозок // Актуальные проблемы управления экономикой и финансами транспортных компаний: сборник трудов Национальной научно-практической конференции. 2016. С. 157–162.
16. Тимченко В.С. Оценка перспективной пропускной способности участков железнодорожной сети с учетом предоставления «окон», на основе применения имитационного моделирования процессов перевозок // Молодой ученый. 2014. № 2 (61). С. 199–204.

REFERENCES

1. Apatsev V.I., Zavyalov A.M., Sinyakina I.N., Zavyalova Yu.V., Grishina E.V. Ensuring the safety of train traffic by reducing the impact of the human factor. *Science and Technology of Transport*. 2014; 2:75-78. (In Russian).
2. Arkhangel'skiy E.V., Anisimov V.A., Anisimov V.V., Stepanov A.V. Automation of throughput and processing capacity calculations. *Railway Transport*. 2008; 3:29-33. (In Russian).
3. Barannikova S.A., Kononenko E.V. Metrological support in railway transport. *Young Scientist*. 2016; 12-3(116):35-40. (In Russian).
4. Grishkova D.Yu. Analysis of the causes of commercial failures on the railway network of the Russian Federation. *Problems and prospects of economics and management: materials of the VI Intern. scientific conf.* 2017; 215-219. (In Russian).
5. Gromyshova S.S. Errors in the operation of devices of multi-functional complex of technical means in complex transport systems as a factor of train safety and reliability. *Modern Technologies. System analysis. Modeling*. 2019; 4(64):167-173. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.4(64).167-173 (In Russian).

6. Kozina A.M., Seliverov D.I. Influence of faults in cable networks of signaling systems on the safety of train traffic. *Young Scientist*. 2012; 3(38):49-51. (In Russian).
7. Kokurin I.M., Timchenko V.S. Methods of defining the railway "bottlenecks" restricting the carrying capacity of railway routes. *Bulletin of the Petersburg University of Railway Transport*. 2013; 1(34):15-22. (In Russian).
8. Kopytova Yu.V. Methods for increasing the capacity of roads. *Young Scientist*. 2018; 5(191):196-197. (In Russian).
9. Maksimich D.A., Shirokova V.V. Analysis of factors affecting the reliability coefficient of the Far Eastern Railway. *Young Scientist*. 2016; 27(131):107-113. (In Russian).
10. Permikin V.Yu., Kolokolnikov V.S. Problems of development of railway junctions at the present stage. *Young Scientist*. 2012; 11(46):73-75. (In Russian).
11. Rodionov A.V. Issues of ensuring reliability and safety in transport. *Young Scientist*. 2016; 22-2(126):50-51. (In Russian).
12. Ryzhenkov A.V., Prokofieva E.S. How to evaluate the effectiveness of the operator? *Russian Railways Partner*. 2017; 1-2:48-49. (In Russian).
13. Semenov D.O. Improving efficiency of safety and reliability in railway transport. *Transport Business of Russia*. 2017; 3:102-104. (In Russian).
14. Semina A.Yu. The essence of rail transportation and their role in the development of the transport system of Russia. *Young Scientist*. 2018; 1(187):71-73. (In Russian).
15. Sorokina A.V., Semenov D.O. Factors affecting the safety of rail freight. *Actual problems of economic and financial management of transport companies: a collection of works of the National Scientific and Practical Conference*. 2016; 157-162. (In Russian).
16. Timchenko V.S. Evaluation of the prospective throughput of sections of the railway network, taking into account the provision of "windows", based on the use of simulation modeling of transportation processes. *Young Scientist*. 2014; 2(61):199-204. (In Russian).

Об авторе

Ольга Викторовна Быкова — заведующая лабораторией; **Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта — структурное подразделение Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (СПТЖТ ПГУПС)**; 191180, г. Санкт-Петербург, ул. Бородинская, д. 6; bykova@sptgt.ru.

Bionotes

Olga V. Bykova — head of laboratory; **St. Petersburg College of Railway Transport — structural unit of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University**; 6 Borodinskaya st., St. Petersburg, 191180, Russian Federation; bykova@sptgt.ru.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Быкова О.В. Анализ отказов в работе технических средств на примере полигона Северной железной дороги // Техник транспорта: образование и практика. 2020. Т. 1. Вып. 4. С. 345–351. DOI 10.46684/2687-1033.2020.4.345-351

FOR CITATION: Bykova O.V. Analysis of failures in the operation of technical means on the example of the landfill of the Northern Railway. *Transport technician: education and practice*. 2020; 1(4):345-351. (In Russian). DOI 10.46684/2687-1033.2020.4.345-351

Поступила в редакцию 24 апреля 2020 г.

Принята в доработанном виде 28 мая 2020 г.

Одобрена к публикации 2 ноября 2020 г.

Received April 24, 2020.

Adopted in a revised form on May 28, 2020.

Approved for publication on November 2, 2020.

© О.В. Быкова, 2020