

В. В. Костенко, М. В. Четчуев, В. П. Фёдоров, Д. И. Хомич
Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННЫХ ЛИНИЙ

Дата поступления 31.08.2015

Решение о публикации 20.09.2015

Дата публикации 22.12.2015

Аннотация: На современном этапе развития магнитолевитационного транспорта чётко обозначилась тенденция его разделения по роду движения на пассажирский и грузовой. Одним из наиболее перспективных направлений развития грузового магнитолевитационного транспорта являются контейнерные перевозки. До настоящего времени в аспекте магнитолевитационного транспорта вопросы проектирования специализированных грузовых станций, необходимых для организации контейнерных перевозок, практически не исследовались.

Проанализировав принципы и технологию работы существующих контейнерных терминалов на традиционном железнодорожном транспорте, можно сделать вывод, что контейнерные магнитолевитационные станции следует сооружать исходя из условия обеспечения возможности выполнения трёх основных видов операций: грузовые, диспетчерские и обслуживание подвижного состава. При этом используемые для выполнения указанных операций устройства будут включать в себе как традиционные, применяемые на железнодорожных контейнерных терминалах, так и специфические, связанные с работой транспорта на магнитном подвесе.

Особое внимание следует уделить схемным решениям грузовых магнитолевитационных станций. При существующем состоянии вопроса, логично предположить, что первые грузовые магнитолевитационные станции и непосредственно места погрузки и выгрузки контейнеров будут проектироваться по схемам тупикового типа. Главным требованием к схемам таких станций будет обеспечение поточности процесса переработки и продвижения контейнеров.

В статье предложено три возможных варианта организации работы магнитолевитационной контейнерной станции, обеспечивающих выполнение вышеуказанного требования. Основным отличием рассмотренных вариантов является способ перемещения магнитолевитационных платформ с одного пути на другой. В первом случае для этого предложено использовать магнитную стрелку и тупиковый путь, во втором варианте – специальное устройство, работающее по аналогии с трансбордером, а в третьем варианте – петлевой ход. Анализ разработанных вариантов показал, что в ближайшей перспективе наибольшую вероятность практической реализации имеет вариант с устройством трансбордерного типа.

Исходя из этого, в статье предложены две принципиальные схемы грузовой магнитолевитационной станции, отличающиеся перерабатывающей способностью. Для каждой схемы подробно описана технология её работы.

Ключевые слова: магнитолевитационные линии, грузовые станции, схемные решения, размещение грузовых устройств и механизмов, организация погрузочно-разгрузочных работ.

**V. V. KOSTENKO, M. V. CHETCHUEV,
V. P. FEDOROV, D. I. KHOMICH**

Petersburg State Transport University Emperor Alexander I
FREIGHT STATIONS FOR LINES OF MAGNETIC LEVITATION

Abstract: At the present stage of development of a transport of magnetic levitation, there is a clear trend of its division by the nature of the traffic flows, i.e. for passenger and cargo transportation. One of the most promising areas of freight maglev transport is container transportation. So far, the aspects of designing the freight stations required for container shipments by this type of transport were not broadly explored.

After analyzing the principles and technology of existing container terminals within the traditional rail transport, it can be concluded that the maglev container stations should be constructed on the basis of conditions to ensure the possibility of the three main types of operations: freight, marshaling, and maintenance of rolling stock. Meanwhile, the execution of these operations will require the traditional devices, which are used at railway container terminals, and specific, which related to work of transport on magnetic suspension.

Particular attention should be paid to the decision-making on the schemes of maglev freight stations. With the current state of the problem, it is logical to assume that the first types of these stations and sites for loading and unloading of containers will be designed according to deadlock schemes. The main requirement for schemes of such stations would be the support of container flows promotion and their processing. The article suggested three possible options for the organization of the maglev container stations, ensuring fulfillment of this requirement.

The main difference between the considered options is the way to move platforms from one track to another. In the first case, it is proposed to use a magnetic switch and a dead-end rail track, in the second option - a special device that works similarly to transborder, while the third option - a loop route. Analysis of the developed variants showed that in the short term, the greatest likelihood of practical implementation would have a version with the transborder device type.

On this basis, the article proposed two principal schemes of maglev freight stations that differ by the processing capacity. For each scheme, the detailed technology of work is considered.

Keywords: lines of magnetic levitation, freight stations, circuits stations, a location of cargo devices and mechanisms, an organization of loading and unloading operations

Введение

Научные разработки магнитолевитационных транспортных систем (МЛТС) подошли к тому этапу, когда параллельно с решением фундаментальных технических проблем движения транспортных единиц на магнитном подвесе следует приступить к разработке вопросов

технологии перевозочного процесса и взаимодействия различных видов транспорта, что позволит начать подготовку к проектированию первых линий.

В разработках систем магнитолевитационного транспорта чётко обозначилась тенденция специализации линий по роду движения на пассажирские (в том числе междугородные высокоскоростные и городские) и грузовые [1, 2, 3, 4]. В разрезе грузовых перевозок наиболее перспективным для МЛТС является контейнерное сообщение. Магнитолевитационные контейнерные линии, по другой терминологии «контейнерные мосты», из пункта «А» в пункт «Б» должны иметь в этих пунктах комплексы сооружений, предназначенных для начально-конечных грузовых операций, а также для текущего обслуживания и ремонта подвижного состава. На традиционных железных дорогах такие комплексы называются грузовыми станциями [5]. Этот термин, на наш взгляд, следует применять и для магнитолевитационных линий, однако технология их работы и схемы будут иметь свои особенности.

Контейнерные МЛТС по принципам организации транспортировки займут промежуточное положение между рельсовыми системами с дискретным движением объединённых в поезда транспортных единиц и системами непрерывного перемещения грузов – конвейерами, трубопроводами, канатными дорогами и т.п. В этом смысле контейнерные МЛТС можно назвать дискретно-непрерывными, что должно быть учтено при разработке принципиальных схем грузовых станций.

Назначение грузовых станций магнитолевитационных линий и основные выполняемые операции

По принятой классификации рассматриваемые объекты инфраструктуры относятся к грузовым специализированным станциям для контейнерных перевозок [5, 6]. Специализация на одном основном процессе требует разработки поточной технологии продвижения контейнеров, что должно обеспечить минимальные временные и финансовые затраты в расчёте на единицу переваливаемого груза.

Грузовые станции магнитолевитационных линий должны сооружаться для выполнения следующих основных операций.

1) Грузовые операции:

- погрузка контейнеров на магнитолевитационные платформы и выгрузка с них;
- сортировка и хранение контейнеров;
- погрузка контейнеров на транспортные средства морского, речного, железнодорожного или автомобильного транспорта и выгрузка с них.

2) Обслуживание подвижного состава (текущий осмотр, техническое обслуживание и ремонт магнитолевитационных платформ).

3) Диспетчерские операции:

- приём и отправление магнитолевитационных платформ;
- отсортировка платформ, требующих сервисного обслуживания или ремонта;
- погашение неравномерности движения (накопление платформ, отставка в резерв, выдача из резерва).

Основные устройства

Устройства на рассматриваемом типе станций можно условно разделить на две группы:

- необходимые на любом контейнерном терминале, независимо от видов транспорта;
- специфические устройства для магнитолевитационной части.

В первую группу входят погрузочно-разгрузочные механизмы, площадки хранения и сортировки контейнеров. Эти устройства целесообразно проектировать по тем же нормам, что и на железнодорожных грузовых станциях [5, 7].

Вторую группу рассмотрим подробнее. Её основу можно назвать «путевой частью» магнитолевитационной станции. В эту группу входят, во-первых, пути разной специализации – приёма, отправления, накопления и отстоя платформ, погрузочно-разгрузочные, деповские; во-вторых, стрелочные переводы и другие устройства для соединения и разветвления этих путей.

Усилия разработчиков-конструкторов направлены на то, чтобы в этих сооружениях на станциях отсутствовали дополнительные направляющие, приводные и поддерживающие механические элементы. Для этих целей должен использоваться всё тот же магнитный привод. Принципиальное отличие станционных путей от линейных заключается в том, что здесь магнитолевитационные платформы будут находиться в неподвижном состоянии или передвигаться с малыми скоростями по разным маршрутам путевой схемы. Если эти вопросы будут решены на базе магнитной левитации, схемы грузовых контейнерных станций МЛСТ будут проще, компактнее и надёжнее, чем железнодорожные.

Технология работы и принципиальные схемы

При существующем состоянии вопроса развития грузового магнитолевитационного транспорта, логичным будет заключение, что

первые грузовые станции и непосредственно места погрузки и выгрузки контейнеров будут проектироваться по схемам тупикового типа [8, 9, 10]. При этом главным требованием к схемам таких станций будет обеспечение поточности процесса переработки. Для этого операции по погрузке и выгрузке контейнеров целесообразно выполнять на разных путях, а переход с пути выгрузки на путь погрузки предусматривать с противоположной стороны по отношению к въезду на станцию. Можно предложить несколько принципиальных технологических схем осуществления грузовых операций (рис. 1).

Принцип организации работы по первой схеме (рис. 1, а) следующий. Платформы с контейнерами поступают на выгрузочный путь для поочерёдной разгрузки. После снятия контейнера каждая порожняя платформа через тупиковый путь за два полурейса подаётся на погрузочный путь и после постановки контейнера отправляется на линию. Для реализации такой схемы потребуется разработка специального электромагнитного (немеханического) стрелочного перевода [2]. Кроме этого, для выполнения погрузочно-разгрузочных операций потребуются соответствующие машины и механизмы. В пилотных проектах грузовых магнитолевитационных станций могут быть задействованы традиционные устройства, такие как порталные, козловые и мостовые краны, автопогрузчики и др. При этом необходимо разработать автоматизированные механизмы закрепления и раскрепления контейнера на магнитолевитационной платформе для минимизации времени на выполнение грузовых операций.

Работа по второй схеме (рис. 1, б) в целом аналогична первой. Принципиальным отличием этого варианта является использование взамен тупикового пути специального устройства, способного осуществлять перемещение платформы в поперечном направлении. Целесообразно, чтобы подобное устройство также было разработано с применением магнитолевитационной технологии. В качестве альтернативы, для первых грузовых станций, взамен подобного устройства можно предложить использование механического трансбордера. Однако при таком варианте максимальная перерабатывающая способность всей грузовой станции в первую очередь будет определяться скоростью работы трансбордера.

В третьей схеме (рис. 1, в) для перемещения платформы с выгрузочного пути на погрузочный применён петлевой путь. Это позволит обойтись без стрелочного перевода и трансбордера, но очевидно потребует большей площади. Для проработки этого варианта вначале следует определиться с минимально возможными радиусами поворота магнитолевитационных путей.

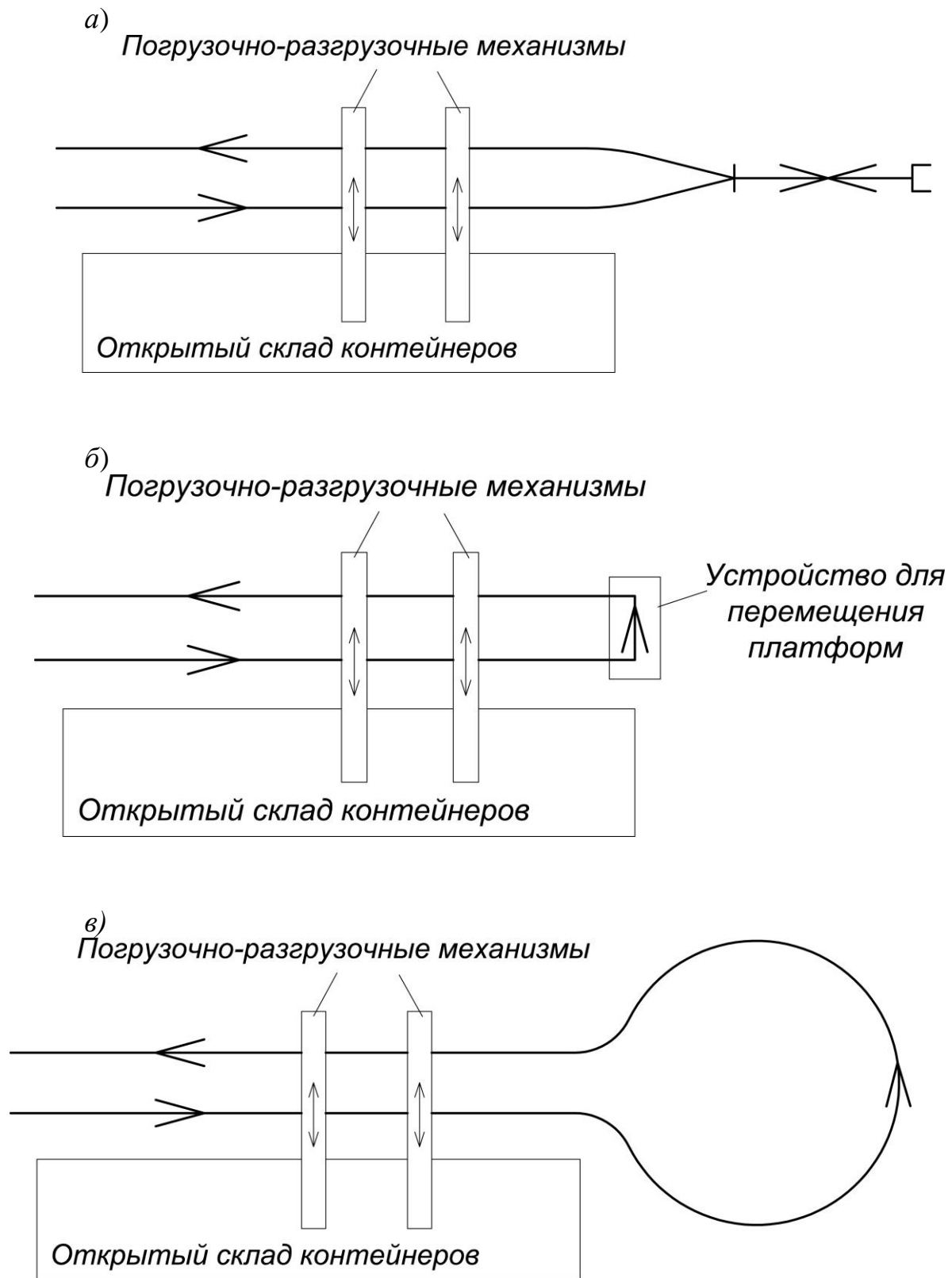


Рис. 1. Вариантные схемы мест осуществления грузовых операций

На основании второго варианта технологии передвижения магнитолевитационных платформ в процессе грузовых операций разработаны две принципиальные схемы грузовой станции (рис. 2).

Схемы отличаются друг от друга мощностью (перерабатывающей способностью) погрузочно-разгрузочных устройств.

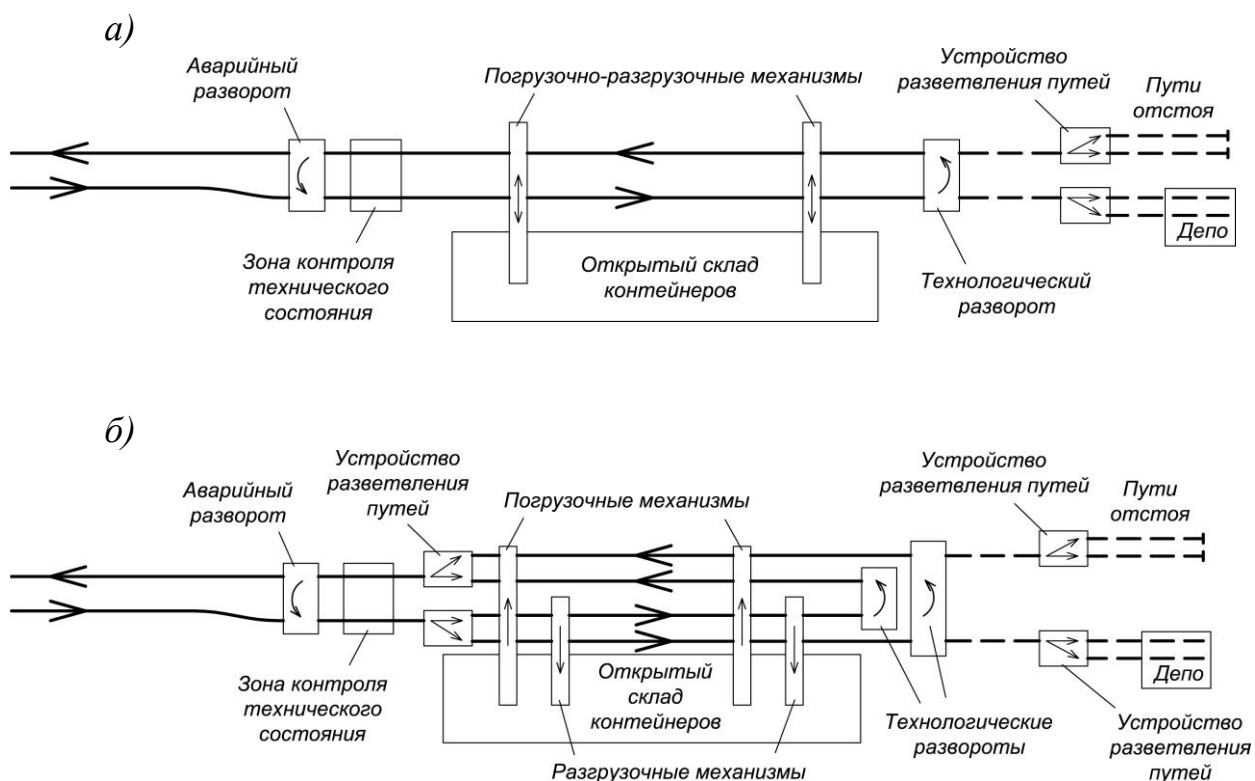


Рис. 2. Вариантные схемы грузовой контейнерной станции для магнитолевитационного транспорта

В первом варианте технология работы станции предполагается следующая. Платформы поступают с линии через зону автоматического технического контроля (рис. 2, а). На этом этапе выявляется необходимость проведения ремонтно-профилактических работ с подвижным составом. После осмотра платформы ставятся в очередь на выгрузочном пути и продвигаются к разгрузочным механизмам, позиционируясь в определённой точке (которая может меняться в зависимости от текущей ситуации на терминале) для снятия контейнера. Во время ожидания выгрузки должны быть автоматически открыты замки крепления контейнера. После снятия контейнера каждая платформа позиционируется на устройстве технологического разворота

(трансбордере). Исключения составляют платформы, «забракованные» при осмотре или требующие планового сервисного обслуживания. Они проходят трансбордер насквозь, выводятся из цикла перевозки и направляются в депо. Большая часть платформ с помощью трансбордера будет переставлена на погрузочный путь. При уменьшении размеров перевозок некоторые платформы с трансбордера съезжают в противоположную сторону, в отстой, а при увеличении – наоборот, выезжают с пути отстоя на погрузочный, проходя трансбордер насквозь.

На погрузочном пути на платформы поочередно ставятся и автоматически закрепляются контейнеры. На выходе со станции каждая платформа вновь попадает в зону автоматического контроля, по результатам которого должна быть возможность вернуть на станцию «забракованную» платформу, не останавливая движущийся поток. Для этого предполагается предусмотреть аварийный разворот (ещё один трансбордер). Большинство платформ пройдут его насквозь и будут отправлены на линию.

Второй вариант схемы грузовой контейнерной станции (рис. 2, б) будет иметь большую перерабатывающую способность за счёт параллельного выполнения грузовых операций. Грузовая станция не должна стать «узким местом» МЛТС, её перерабатывающую способность следует рассчитывать исходя из темпа перевозки контейнеров по линии. Добавление грузовых путей потребует дополнительных устройств разветвления и соединения (стрелочных переводов), задействованных в непрерывном технологическом процессе. Скорость передвижения по ним будет небольшая (не более 10-20 км/ч), что должно быть учтено при разработке соответствующих конструкций.

Выводы

- 1) Первые магнитолевитационные грузовые станции целесообразно проектировать под переработку контейнеров.
- 2) На этих станциях потребуются как устройства, применяемые на обычных контейнерных терминалах, так и специфические.
- 3) Грузовые станции следует проектировать с учётом организации поточности транспортного и перегрузочного процесса.
- 4) Для обеспечения поточности операции по выгрузке и погрузке контейнеров следует выполнять на разных путях.
- 5) По результатам выполненного исследования предложены варианты принципиальных схем грузовых контейнерных станций магнитолевитационных линий.

Библиографический список

1. Laurence E. Blow. «Dispelling the Top Ten Myths of Maglev» / Сайт <https://faculty.washington.edu> [Электрон-ный ресурс]. – Код доступа: <https://faculty.washington.edu/jbs/itrans/dispelling-myths-blow.pdf>. – Дата обращения: 25.05.2015 г.
2. Зайцев А. А., Антонов Ю. Ф. Контейнерный мост Санкт-Петербург – Москва на основе магнитной левитации // Тр. II междунар. науч. конф. «Магнитолевитационные транспортные системы и технологии», ПГУПС – Киров: МЦНИП, 2014. – С. 11–23.
3. Rose C. R., Peterson D. E., Leung E. M. «Implementation of Cargo MagLev in the United States» / Сайт <http://www.researchgate.net> [Электронный ре-сурс]. – Код доступа: http://www.researchgate.net/publication/228994479_Implementation_of_cargo_MagLev_in_the_United_States. – Дата обращения: 25.05.2015 г.
4. Костенко В. В., Четчуев М. В., Федоров В. П. Сравнительная характеристика высокоскоростных пассажирских наземных линий на основе систем «колесо-рельс» и «магнитный подвес» // Тр. I междунар. науч. конф. «Магнитолевитационные транспортные системы и технологии», ПГУПС – СПб: ООО PUDRA, 2013. – С. 95–98.
5. Железнодорожные станции и узлы: учебник / Апатцев В. И., Ефименко Ю. И., Рыбин П. К. и др. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 854 с.
6. Станции специализированных железнодорожных магистралей. Ч.I. Станции высокоскоростных и скоростных железных дорог: учебное пособие / Суходоев В. С., Ефименко Ю. И., Томилина Г. С., Костенко В. В. – СПб.: ПГУПС, 2001. – 121 с.
7. Железные дорог колеи 1520 мм. Строительно-технические нормы СТН Ц-01-95: нормативно-технический материал / Система нормативных документов МПС РФ. Строительно-технические нормы МПС РФ. – М.: МПС РФ, 1995. – 87 с.
8. Технология грузовой и коммерческой работы станции: метод. указания / Кустов В. Н., Коровяковский Е. К., Макшин В. Н. и др.– СПб.: ПГУПС, 2010. – 57 с.
9. Intelligent freight transportation / Petros A. Ioannou // CRC Press Publ., 2008. – 342 p. ISBN: 13:978-0-8493-0770-6.
10. Проектирование грузовых станций общего назначения: учеб. пособие / Рыбин П. К., Логинов С. И., Губарь М. В., Гарбузова З. Н. – СПб.: ПГУПС, 2014. – 64 с.

References

1. Laurence E. *Blow Dispelling the Top Ten Myths of Maglev*, URL: <https://www.faculty.washington.edu/jbs/itrans/dispelling-myths-blow.pdf> (25/05/2015)
2. Zaitsev A. A., Antonov Yu. F. Kontejnernyj most Sankt-Peterburg – Moskva na osnove magnitnoj levitacii [Container Bridge St. Petersburg – Moscow – based magnetic levitation]. *Trudy 2 Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii “Magnitolevitacionnye transportnye sistemy i tekhnologii”* (Proc. of the 2nd Int. Conf. “Maglev Transport Systems and Technologies”). St. Petersburg, 2014, pp. 11-23.
3. Rose C. R., Peterson D. E., Leung E. M. *Implementation of Cargo MagLev in the United States*, URL: http://www.researchgate.net/publication/228994479_Implementation_of_cargo_MagLev_in_the_United_States (25/05/2015).
4. Kostenko V. V., Chetchuev M. V., Fedorov V. P. Sravnitel'naya harakteristika vysokoskorostnyh passazhirskih nazemnyh linij na osnove sistem “koleso-rel's” i “magnitnyj podves” [Comparative characteristics of high-speed passenger land lines based systems «wheel-rail» and «magnetic suspension»]. *Trudy 1-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii “Magnitolevitacionnye sistemy i tekhnologii”* (Proc. of the I Int. Sc. Conf. “Magnetic and levitation transport systems and technologies”). St. Petersburg, 2013, pp. 95-98.
5. Apattsev V. I., Efimenko Y. I., Rybin P. K. *ZHeleznodorozhnye stancii i uzly: uchebnik* [Railway stations and junctions: the textbook]. Moscow, 2014. 854 p.
6. Sukhodoev V. S., Efimenko Y. I., Tomilina G. S., Kostenko V. V. *Stancii specializirovannyh zheleznodorozhnyh magistralej. Ch. I. Stancii vysokoskorostnyh i skorostnyh zheleznyh dorog: uchebnoe posobie* [Stations dedicated railways. Part 1. Stations and high-speed railways: tutorial]. St. Petersburg, 2001. 121 p.
7. *ZHeleznye dorog kolei 1520 mm. Stroitel'no-tekhicheskie normy STN C-01-95: normativno-tekhicheskij material* [Railways 1520 mm. Construction and technical standards STN Ts-01-95: regulatory and technical material]. Moscow, 1995. 87 p.
8. Kustov V. N., Korovyakovskij E. K., Makshin V. N., Komina O. A., Semerkin A. A., Chetchuev M. V. *Tekhnologiya gruzovoj i kommercheskoj raboty stancii: metodicheskie ukazaniya* [Technology cargo and commercial work stations: guidance]. St. Petersburg, 2010. 57 p.
9. Ioannou Petros A. *Intelligent freight transportation*, CRC Press Publ., 2008. 342 p.

10. Rybin P. K., Loginov S. I., Gubar M. V., Garbuzova Z. N. *Proektirovanie gruzovyh stancij obshchego naznacheniya: uchebnoe posobie* [Design freight stations of general purpose: tutorial]. St. Petersburg, 2014. 64 p.

Сведения об авторах:

КОСТЕНКО Владимир Васильевич, доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы», Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, к.т.н., E-mail: docentkostenko@yandex.ru

ФЁДОРОВ Владимир Петрович, доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы», Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, к.т.н., E-mail: zhdsu@yandex.ru

ХОМИЧ Дмитрий Иванович, ассистент кафедры «Железнодорожные станции и узлы», Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, E-mail: dkhomich@yandex.ru

Information about authors:

Vladimir V. KOSTENKO, Ph. D. (Tech.), assistant professor, associate professor of the department «Railway stations and junctions», Petersburg State Transport University, E-mail: docentkostenko@yandex.ru

Maksim V. SHETCHUEV, Ph. D. (Tech.), senior lecturer of the department «Railway stations and junctions», Petersburg State Transport University, E-mail: maxetion@mail.ru

Vladimir P. FEDOROV, assistant professor, associate professor of the department «Railway stations and junctions», Petersburg State Transport University, E-mail: zhdsu@yandex.ru

Dmitry I. KHOMICH, assistant of the department «Railway stations and junctions», Petersburg State Transport University, E-mail: dkhomich@yandex.ru