

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Научная статья

УДК/UDC 725.1:656.21:711.553.12(470-25)

DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-137-145

Модульно-метаболическая структура для грузовых автоматизированных терминалов в надрельсовом пространстве железных дорог крупных городов (на примере г. Москвы)**Наталия Андреевна Ларина¹**Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
artegogroup@yandex.ru

Аннотация. С 2012 года в Москве идет активное закрытие грузовых дворов и выведение их за пределы города в так называемые грузовые деревни и индустриальные парки. От них контейнерами или мелкими партиями товары развозятся на автомобилях до складских комплексов, пунктов выдачи или до конечного потребителя. В результате с каждым годом возрастает объем автомобильного трафика. Автором разработана модульно-метаболическая структура, перекрывающая железнодорожные пути, посредством которой предлагается создать единую сеть малых грузовых станций на каждом железнодорожном направлении. В результате уменьшается транзитное движение автотранспорта, т.к. доставка грузов происходит в ограниченном радиусе доступности таких станций. В статье рассматривается существующее положение грузовых станций, отечественный и зарубежный опыт их проектирования, представлены авторские решения и дается прогноз получаемого социально-экономического эффекта.

Ключевые слова: модульно-метаболическая структура, железнодорожные территории, многоуровневый автоматизированный контейнерный терминал, пространственная структура, кластер, грузовой двор, грузовая станция, Московский железнодорожный узел

Для цитирования: Ларина Н.А. Модульно-метаболическая структура для создания каркаса грузовых автоматизированных терминалов в надрельсовом пространстве железных дорог крупных городов (на примере г. Москвы) // Architecture and Modern Information Technologies. 2024. №3(68). С. 137-145.

URL: https://marhi.ru/AMIT/2024/3kvart24/PDF/09_larina.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-137-145

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Original article

Modular-metabolic framework for creating a system of automated freight terminals in the airspace above railways in large cities (using Moscow as an example)**Nataliya A. Larina¹**Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia
artegogroup@yandex.ru

Abstract. Over the past decade, Moscow has been actively planning to close freight yards and move them outside the city. Large cargo villages have been created at the intersections of railway, automobile and air transport. From them, in containers or in small batches, goods are transported by car to warehouse complexes, pick-up points or to the final consumer. Despite the existing restriction on large-capacity vehicles entering the city, small trucks continue to create additional

¹ © Ларина Н.А., 2024

traffic and worsen both the transport and environmental situation. Taking into account the increase in the volume of goods delivered, traffic congestion will only grow every year.

The author has developed a modular metabolic structure that overlaps railway tracks, through which it is possible to create a single network of small freight stations in each railway direction. As a result, cargo delivery takes place within a limited radius of the station's accessibility (transit traffic is reduced), high maneuverability of cargo handling is ensured with significant automation of the process.

The article examines the current situation of freight stations, domestic and foreign experience, as well as describes the author's solutions and gives a forecast of the resulting socio-economic effect.

Keywords: modular-metabolic framework, railway territories, multi-level automated container terminal, spatial structure, cluster, freight yard, freight station, Moscow railway junction

For citation: Larina N.A. Modular-metabolic framework for creating a system of automated freight terminals in the airspace above railways in large cities (using Moscow as an example).

Architecture and Modern Information Technologies, 2024, no. 3(68), pp. 137-145. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2024/3kvart24/PDF/09_larina.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-137-

145

Введение

Удачное географическое расположение, обширная транспортная сеть и развитая терминально-логистическая инфраструктура позволили Московскому железнодорожному узлу стать одним из самых разветвленных и грузонапряженных в России.

Сформированная во второй половине XIX века сеть железных дорог и структура перевозки грузов на протяжении XX века несколько раз менялась. Промышленные предприятия, некогда поставляющие большое количество грузов, закрывались, подъездные пути больше не требовались и приходили в упадок. Одним из основных грузоперевозчиков становится автотранспорт [1, С.287].

Однако с 70-х годов прошлого века количество частного автотранспорта значительно возросло – город стоит в многокилометровых пробках. С 2012 года закрываются и выводятся за пределы города грузовые и сортировочные станции. Причинами являются: низкая эффективность работы станций, устаревание инфраструктуры, большой объем транзитных грузов и обширные занимаемые площади. Однако эти меры и запрет на въезд в город большегрузного транспорта привели к выходу на улицы и магистрали мегаполиса малотоннажных грузовых машин. А возрастающая роль доставки в сфере услуг грозит ухудшением ситуации в будущем.

Ввиду высокой загрузки автомобильных дорог, улиц и проездов одной из долгосрочных целей развития Московского региона является сокращение автомобильного трафика. Помимо транспортных проблем, остро стоит вопрос нехватки рабочих кадров. В связи с этим вопрос максимальной автоматизации производимых процессов является насущной задачей для развития не только железнодорожной отрасли, но и развития города в целом.

В «Положениях о территориальном планировании Генерального плана города Москвы до 2035 года», среди прочих, ставятся следующие задачи: «по развитию транспортной инфраструктуры для совершенствования грузовых перевозок на территории города Москвы» [Кн. 1, п.п. 3,6]; «развитие сети грузовых терминалов; реорганизация территории железной дороги с предложениями по эффективному использованию высвобождаемых площадей»; «частичное перекрытие путевого хозяйства с целью получения искусственных поверхностей для различных городских целей (для строительства паркингов и мест хранения легковых автомобилей над железными дорогами, проходящими в выемке; строительства многофункциональных комплексов; прохождения автомагистралей над железнодорожными путями)» [Кн. 1, п.п. 3.9.2].

Целью исследования является разработка модульно-метаболической структуры в надрельсовом пространстве железных дорог для создания высокоэффективной сети автоматизированных многоуровневых контейнерных терминалов в пределах МКАД.

Данной теме в последние годы уделяется большое внимание не только со стороны ученых, но и правительства города Москвы. Вопросы рационального использования городских территорий посвящены работы: Павлова Н.Л. [1], Алексеева Ю.В. [2], Канунникова М.Н. [3], Никифорова Ю.А. [4], Плотниковой Н.И. [5, 6], Покка Е.В. [7, 8], Теслера К.И. [9].

По планировочной организации Московская железная дорога имеет радиально-кольцевую структуру. По путевому назначению можно выделить три типа: основные линии, соединительные ветви и подъездные пути. На основных линиях помимо вспомогательных объектов для организации движения, располагаются разные типы станций: пассажирские, грузовые общего назначения, промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские и пассажирские технические.

На грузовых станциях происходит обработка вагонов и контейнеров. Для хранения грузов используются открытые площадки (контейнеры, насыпные грузы, строительные материалы), крытые склады (для штучных или ценных грузов), крытые и открытые платформы. Разгрузка и погрузка осуществляется преимущественно при помощи автопогрузчиков или козловых кранов (навалочные грузы, контейнеры).

В ходе комплексного исследования (на основе натурных обследований, кадастровых и спутниковых карт и др. материалов) выявлено, что общая площадь территорий железных дорог Москвы с санитарно-защитными зонами в пределах МКАД составляет около 12 тыс. га (14% от площади Москвы в тех же границах²). Площадь железнодорожных путей составляет 1320 га. Остальное – санитарно-защитные зоны (3380 га), полосы отвода со вспомогательными объектами (4,6 тыс. га) и, пассажирские (590 га), а также грузовые, участковые и сортировочные станции (1770 га).

На территории Москвы располагается 44 станции. Всего для грузовой работы, по информации с сайта РЖД, на данный момент открыты 24 станции³: Ховрино, Москва-Товарная Павелецкая, Бирюлево-Товарная, Лосиноостровская, Москва-Товарная Ярославская, Кунцево II, Очаково, Фили, Люблино-Сортировочное, Красный строитель, Чертаново, Коломенское, Перово, Бескудниково, Подмосковная, Тушино, Москва-Сортировочная Киевская, Москва-Товарная Смоленская, Пресня, Черкизово, Лефортово, Новопролетарская, Москва-Южный Порт, Марк.

Согласно отчету ОАО «РЖД» – «Технико-экономическая оценка развития железнодорожной инфраструктуры Центрального транспортного узла на период 2025-2030 гг.», объёмы грузоперевозок определены в размере 77,7 млн. тонн на 2025 год (+24 % к уровню 2021 года) и 83,3 млн. тонн на 2030 год (+33%). Из данного объема для Москвы эти показатели составят на период 2025 г. – 18,8 млн. т (+14%) и 20 млн. т на период 2030 года (+21%, соответственно). Город демонстрирует устойчивый рост потребительского спроса. При этом, уже в 2022 году регистрировались проблемы с доставкой грузов⁴ в праздничные дни, простаивание поездов, необходимость перераспределения грузов на более удаленные терминалы и перевозка за счет грузового транспорта.

² Площадь Москвы в пределах МКАД по разным данным составляет 87,7-90 тыс. га.

³ Согласно официальному сайту Мэра Москвы: После ввода в действие новых транспортно-логистических центров в Кунцево, Люблино, Ховрино и в районе платформы «Северянин» планируется закрыть грузовые дворы «Москва-Товарная-Смоленская», «Москва-Бутырская», «Москва-Товарная-Курская», «Москва-Товарная-Киевская», «Москва-Товарная-Павелецкая», «Москва-Товарная-Рязанская» и «Москва-Товарная-Рижская».

⁴ Москва в кольце грузов // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5207718> (дата обращения: 12.05.2024).

В пределах Московской агломерации в настоящее время функционируют 5 крупнейших терминально-логистических центров (ТЛЦ), являющиеся наиболее перспективными: «Белый Раст» (заявленная мощность до 700 тыс. ДФЭ⁵), «Электроугли» (заявленная мощность до 600 тыс. ДФЭ), «Ворсино» (заявленная мощность до 350 тыс. ДФЭ), «Ховрино» (заявленная мощность до 260 тыс. ДФЭ), «Кунцево-II» (заявляемая мощность до 100 тыс. ДФЭ). Всего в пределах Москвы и Московской области ведут работу 17 грузовых терминалов.

Однако, как показывает исследование, этих станций недостаточно. Мультимодальные ТЛЦ в регионе только создаются, многие не имеют развитой складской инфраструктуры, не учитывают необходимость использования железнодорожной инфраструктуры, что влечет за собой увеличение расходов и избыточное использование автомобильного транспорта.

Отечественный и мировой опыт

Анализ и классификация объёмно-планировочной структуры эффективно используемых грузовых и сортировочных станций в России и в мире показали, что их можно классифицировать на два типа: терминально-логистические центры (ТЛЦ) и автоматизированные многоуровневые контейнерные терминалы (АМКТ).

На территории ТЛЦ размещаются таможенные и административные здания, контейнерные терминалы, открытые и закрытые площадки, склады и пр. Как правило, ТЛЦ располагаются в периферийной части города вблизи крупных узловых и сортировочных станций, самые крупные размещаются за пределами города. Занимаемая площадь – от 20 до 100 га. Средняя скорость обработки одного контейнера – 5 минут (ТЛЦ «Ховрино, Москва, Россия; Кунцево II, Москва, Россия; грузовая деревня «Интерпорто ди Болонья, Болонья, Италия и др.). Концепция «грузовых деревень» распространена в Европе и США с 1970-х годов. В Германии существует ассоциация грузовых деревень (DGG). Вблизи Берлина с населением в 3,7 млн. человек расположено 3 «грузовых деревни» (такое же количество расположено в Москве, при том, что согласно Росстату, постоянное население Москвы составляет 13 млн. человек, не считая миграционных потоков). Всего же на территории Германии располагается 35 «грузовых деревень», интегрированных в единую сеть.

АМКТ – автоматизированный многоуровневый контейнерный терминал, с конструктивным модулем, кратным размеру морского контейнера в 40 футов, или два контейнера в 20 футов. Основная грузовая работа происходит при помощи крана-штабелёра, мостового крана и поворотной платформы. Занимаемая площадь – от 1 до 20 га (многоуровневый автоматизированный контейнерный терминал в Токио, Япония; терминал «Бокс Бэй» в порту Джебель-Али, ОАЭ и др.). В основном АМКТ используются как отдельно стоящие объекты в портах.

Оценка эффективности грузовых станций вышеперечисленных типов показала, что наибольшую мощность имеют контейнерные терминалы типа АМКТ. Тип ТЛЦ демонстрирует показатели мощности около 200 тыс. тонн в год на 1 га. Тогда как мощность станции типа АМКТ в среднем 7 млн. тонн в год на 1 га.

Анализ сортировочных станций показал, что новые станции в крупных городах в России и в мире выводятся за пределы города, а существующие заглубляются под землю и перекрываются общественными пространствами (например, комплекс «Hudson yards», Нью-Йорк, США).

Модульно-метаболическая структура

Для решения поставленных задач автором разработана концепция «транспортно-логистического кластера» (ТЛК) универсальной модульно-метаболической структуры,

⁵ 1 TEU (ДФЭ) обозначает грузовую вместимость одного двадцатифутового контейнера (20').

допускающей структурное разрастание и сокращение, основными характеристиками которой является размещение многоуровневого автоматизированного контейнерного терминала в надрельсовом пространстве за счет перекрытия железнодорожных путей. Работа грузовой станции в этом случае осуществляется за счет разгрузки/погрузки или сортировки контейнеров в 40 футов или два по 20 футов напрямую с поезда при помощи автоматизированного крана и последующего размещения контейнеров в ячейки. Применение этой структуры позволяет уменьшить химическое, биологическое, акустическое и прочие загрязнения, сократить ширину санитарно-защитной зоны и, соответственно, увеличить плотность застройки.

Помимо грузовой работы тип «ТЛК» может быть многофункциональным объектом, состоящим из одного или нескольких зданий-корпусов, расположенных в надрельсовом пространстве и обеспечивающих грузовую, транспортную, а также коммуникационную функцию между смежными с железной дорогой районами. Он может быть как независимым терминалом, так и встроенным в ТЛЦ (рис. 1), отличаться большим количеством уровней и полной автоматизацией процесса, что сокращает нагрузку на персонал и позволяет не зависеть от дефицита рабочей силы. Пространство над ТЛК может быть использовано как для складского терминала (или других нужд станции), так и для коммуникационной или общественной функции города.

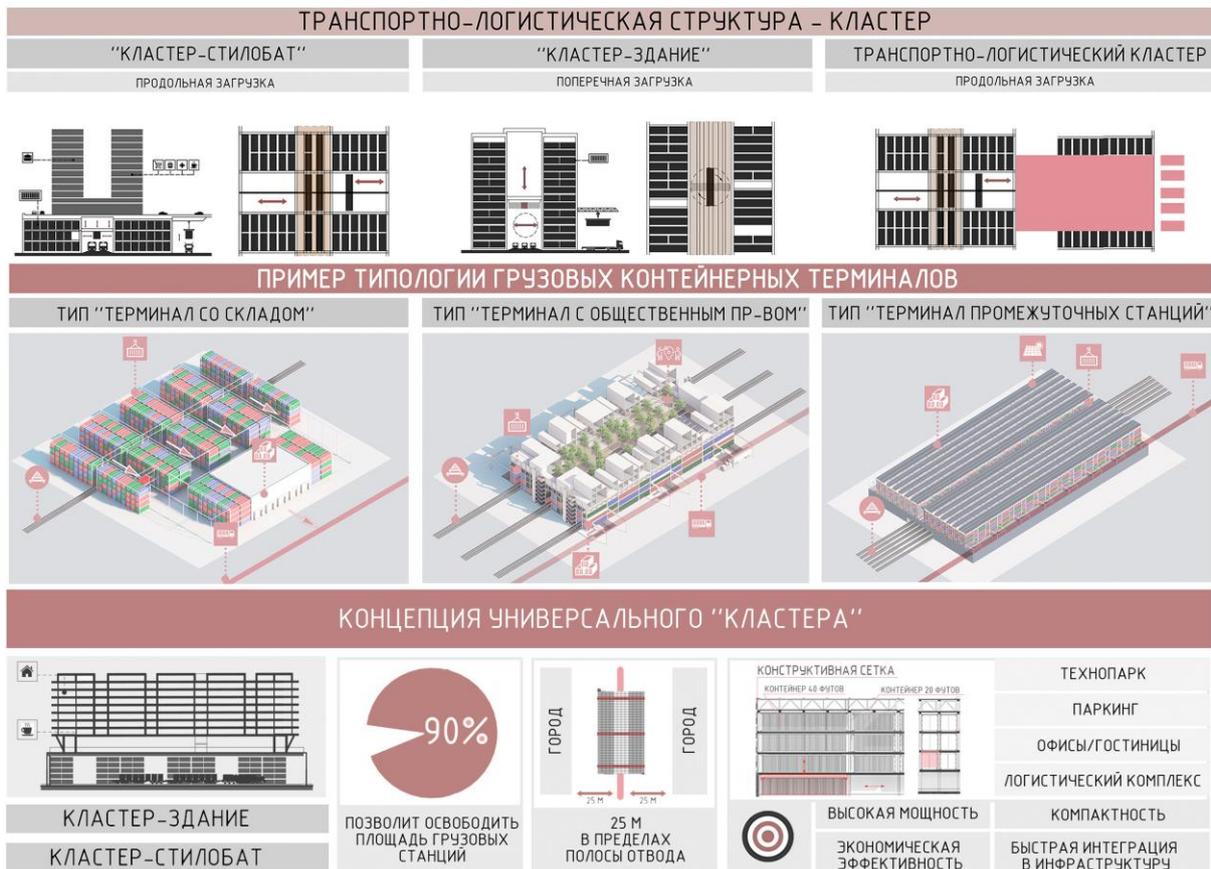


Рис. 1. Транспортно-логистический кластер. Типология и формообразование

Предлагаемый тип ТЛК исключит излишнюю перевозку грузов и позволит улучшить логистическую и транспортную ситуацию в городе в целом, а также обеспечит качественный скачок в обеспечении логистического сервиса уровня 5PL (вместо существующего 2PL)⁶.

⁶ 2PL – тип организации логистической работы, в которой перевозчик берет на себя услуги доставки, складирование, планирование и иные функции. За поставку отвечает оператор, он же предоставляет свой транспорт, что снижает расходы производителя. URL: <https://www.severtrans.ru/blog/3pl-4pl-5pl-i-drugie-logisticheskie-trendy/> (дата обращения: 12.05.2024).

В настоящее время на территории Москвы запрещено строительство новых сортировочных станций, но из-за увеличения объема пассажироперевозок и выноса сортировочной работы с внутренних вагонопотоков на станциях Люблино-Сортировочное, Перово и Лосиноостровская, на станциях Большого кольца Московской железной дороги возрос объем повторной обработки поездов, что влечет за собой необходимость расширения занимаемых площадей сортировочных станций и увеличения перерабатывающих мощностей (закупку оборудования, строительство путей, создание новой инфраструктуры).

Предполагаемое ОАО «РЖД» применение новой технологии сборно-вывозного движения, которая будет обеспечивать «отправление поездов по жестким ниткам графика вне зависимости от количества накопившихся вагонов», что потребует «минимальное время на выполнение операций отцепки соответствующих групп вагонов назначением на станции грузовых операций» и «детальную группировку подбора вагонов по станциям выполнения грузовых операций и формирования многогруппных поездов с постановкой групп вагонов порядком, обеспечивающим минимальные временные затраты на обработку данных поездов», не решит проблему необходимости увеличения территории и сокращения времени обработки поездов, так как при переносе и расширении станции будут использоваться все те же способы сортировки и перецепки вагонов.

Применение автоматизированных многоуровневых терминалов по типу ТЛК, напротив, сводит к минимуму потребность в перецепке вагонов и поездов, осуществляющих контейнерные перевозки (объем которых составляет 96 % от грузооборота Москвы и Московской области), так как сортируются в основном сами контейнеры. Необходимость в глобальной перецепке вагонов при этом отпадает. Для оставшихся 4% грузов, перевозимых не в контейнерах, хватит и имеющихся мощностей.

Оценка социально-экономического эффекта

В результате апробации данного приема на открытых грузовых станциях оказывается возможным безболезненно высвободить для города 1,16 тыс. га, занимаемых до сих пор грузовыми и сортировочными станциями.

Общая стоимость высвобождаемых для города территорий, согласно кадастровой карте Москвы, составляет 368,7 млрд. рублей. Предполагаемые затраты на один грузовой терминал в среднем составят около 1 млрд. рублей.

Применение типа ТЛК в надрельсовом пространстве железной дороги вблизи крупных автомагистралей позволит полностью вывести крупные грузовые дворы с территории города и создать более равномерный логистический каркас.

Выводы

Согласно вышеуказанному отчету⁷ ОАО «РЖД», «наиболее эффективным вариантом организации работы терминально-складской сети в ЦТУ⁸ является размещение крупных интермодальных хабов за чертой города в Московской области с целью аккумуляции крупных транспортных потоков с их последующим распределением на малые грузовые отправки и доставкой конечному потребителю в совокупности с размещением небольших терминалов в черте города, которые могут выступать в качестве пунктов распределения и хранения грузов». Это подтверждает полученные результаты исследования.

После применения разработанной модульно-метаболической структуры грузовые и сортировочные станции, необходимые для жизнедеятельности города, могут сократить

⁷ Технико-экономическая оценка развития железнодорожной инфраструктуры Центрального транспортного узла на период 2025-2030 гг. Москва: ОАО «РЖД», 2022. С. 47.

⁸ Центральный транспортный узел.

свои территории от 20 до 60%, сохранив существующий грузооборот, который, при необходимости, может быть увеличен за счет вертикальной или горизонтальной планировки [10].

Ввиду того, что в последние 10 лет большая часть грузовых дворов выводится за пределы города (основное снабжение, таким образом, осуществляется при помощи крупнотоннажного и малотоннажного автотранспорта, что создает нагрузку на автодорожный каркас города и ухудшает транспортную и экологическую ситуацию), автором предлагается применение типа ТЛК на всех железнодорожных направлениях в надрельсовом пространстве. В результате обеспечивается равномерное распределение доставляемых товаров и грузов, а также снижение экологической, транспортной и экономической нагрузки на город в целом.

Список источников иллюстраций

Рис. 1, 2. Иллюстрации автора.

Список источников

1. Павлов Н.Л. Архитектура. Введение в профессию. Москва: Архитектура-С, 2018. 472 с.
2. Развитие и реконструкция социально-транспортной инфраструктуры мегаполиса. Надземные автомагистрали над железной дорогой. Научное издание. Под общей редакцией проф., док. арх. Ю.В. Алексеева. Москва: Издательство АСВ, 2011. 328 с.
3. Канунников М.Н. Многофункциональные комплексы в прирельсовых территориях современного города (на примере Москвы): дисс. ... канд. арх. Москва: МАРХИ, 2002. 168 с.
4. Никифоров Ю.А. Полиструктурная организация современных железнодорожных транспортных узлов // Архитектон: известия вузов. 2018. №4(64). URL: http://archvuz.ru/2018_4/12 (дата обращения: 25.12.2023).
5. Плотникова Н.И. «Обитаемые» мосты. Роль и место в историческом формировании городского контекста // Architecture and Modern Information Technologies. 2009. №2(7). С. 1-7. URL: https://marhi.ru/AMIT/2009/2kvart09/Plotnikova/AMIT_7_paper_Plotnikova2.pdf (дата обращения: 25.12.2023).
6. Плотникова Н.И. Многофункциональный пешеходный мост. Роль и место в формировании современного городского контекста // Architecture and Modern Information Technologies. 2011. №1(14). С. 1-11. URL: <https://marhi.ru/AMIT/2011/1kvart11/plotnikova/plotnikova.pdf> (дата обращения: 25.12.2023).
7. Покка Е.В. Архитектурно-пространственные структурные элементы многофункциональных пешеходных мостов / Е.В. Покка, И.Н. Агишева // Известия КГАСУ. 2014. №1(27). С. 62-67.
8. Покка Е.В. Особенности функционального содержания рекреационных мостов // Известия КГАСУ. 2013. №1(23). С. 39-47.
9. Теслер К.И. Формирование архитектуры общественно-торговых центров на территориях, прилегающих к главным транспортным магистралям крупнейших городов (на примере МКАД): автореф. дисс... канд. арх. Москва: ЦНИИЭП жилища, 2010. 32 с.
10. Ларина Н.А. Контейнерные кластеры – эффективный способ реорганизации полос отвода железных дорог // Системные технологии. 2021. №38. С. 132-142.

References

1. Pavlov N.L. *Arkhitektura. Vvedeniye v professiyu* [Architecture. Introduction to the profession]. Moscow, 2018, 472 p.
2. Alekseev Yu.V. *Razvitie i rekonstrukciya social'no-transportnoj infrastruktury megapolisa. Nadzemnye avtomagistrali nad zheleznoj dorogoj. Nauchnoe izdanie* [Development and reconstruction of the social and transport infrastructure of the metropolis. Overground highways over the railway. Scientific publication]. Moscow, 2011, 328 p.
3. Kanunnikov M.N. *Mnogofunktsional'nyye komplekсы v prirel'sovykh territoriyakh sovremennogo goroda (na primere Moskvy) (kand. dis.)* [Multifunctional complexes in the railroad areas of a modern city (by the example of Moscow) (Cand. Dis)]. Moscow, 2002, 168 p.
4. Nikiforov Yu.A. Polystructural organization of modern railway transport hubs. Architecton: izvestiya vuzov, 2018, no.4 (64). Available at: http://archvuz.ru/2018_4/12
5. Plotnikova N.I. "Inhabited" bridges. The role and place in historical formation of the city context. Architecture and Modern Information Technologies, 2009, no. 2(7), pp. 1-7. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2009/2kvart09/Plotnikova/AMIT_7_paper_Plotnikova2.pdf
6. Plotnikova N.I. The multipurpose footbridge. A role and place in formation of a modern context. Architecture and Modern Information Technologies, 2011, no. 1(14), pp. 1-11. Available at: <https://marhi.ru/AMIT/2011/1kvart11/plotnikova/plotnikova.pdf>
7. Pokka E.V., Agisheva I.N. Architectural spatial structural elements of multifunctional pedestrian bridges. Kazan, 2014, no. 1(27), pp. 62-67.
8. Pokka E.V. The specific of functional maintaining of the recreational bridges. Kazan, 2014, no.1 (27), pp. 55-61.
9. Tesler K.I. *Formirovanie arhitektury obshchestvenno-torgovykh centrov na territoriyah, prilegayushchih k glavnyim transportnym magistralyam krupnejshih gorodov (na primere MKAD) (avto-ref. kand. dis.)* [Formation of the architecture of public and commercial centers in the territories adjacent to the main transport arteries of the largest cities (using the Moscow Ring Road as an example) (Cand. Dis. Thesis)]. Moscow, 2010, p. 32.
10. Larina N.A. Container clusters – an effective way for reorganization of right-on-way lanes. System technologies, 2021, no. 1(38), pp. 132-142.

ОБ АВТОРЕ

Ларина Наталия Андреевна

Преподаватель кафедры «Архитектура промышленных зданий», доцент Факультета повышения квалификации, Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия; член Союза Московских Архитекторов
artegogroup@yandex.ru

ABOUT THE AUTHOR

Larina Nataliya A.

Lecturer at the Department of Industrial Building Architecture, Associate Professor at the Faculty of Advanced Studies, Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia; Member of the Union of Moscow Architects
artegogroup@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 13.05.2024; одобрена после рецензирования 05.09.2024; принята к публикации 10.09.2024.