

Л. В. Маколова, Э. А. Мамаев

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ОСНОВЕ РЕИНЖИНИРИНГА ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация. Рост населения крупных городов России приводит к ухудшению экологической ситуации, вызванной увеличением загрязнения окружающей среды от использования общественного и индивидуального транспорта. Разрешение данной проблемы рассматривается по двум направлениям снижения негативного воздействия транспортной сферы на окружающую среду: переход на использование экологически чистого топлива и внедрение практики эксплуатации железнодорожного транспорта для внутригородских перевозок.

Проведен анализ типовой маршрутной сети общественного транспорта, проанализированы факторы, влияющие на возможность развития железнодорожных путей сообщения в городских условиях, изучен опыт других крупных городов России.

Представлена модель развития оптимизации маршрутной сети с позиций экологического развития, а также направления развития общественного транспорта г. Ростова-на-Дону.

Ключевые слова: экологизация, транспорт, перспективное планирование, автомобильный транспорт, загрязнение окружающей среды, городские транспортные системы, городской железнодорожный транспорт.

Для цитирования: Маколова, Л. В. Экологизация транспортной деятельности на урбанизированных территориях на основе реинжиниринга инфраструктуры / Л. В. Маколова, Э. А. Мамаев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 1. – С. 86–94. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_1_86.

Введение

Одной из проблем социально-экономического развития населенных пунктов и городов, требующих первоочередного решения, является загрязнение окружающей среды вследствие эксплуатации общественных и индивидуальных транспортных средств. Проблема обусловлена использованием транспорта, оснащенного бензиновыми или дизельными двигателями, при работе которых происходит загрязнение атмосферы выбросами загрязняющих токсичных веществ, а также попаданием нефтесодержащих веществ и реагентов, очищающих дороги, в почву и водные источники при техническом обслуживании транспортных средств. Рост населенных пунктов увеличивает потребность в транспортных услугах, вследствие чего соответственно растут интенсивность и площадь загрязнения. При этом эффективное функционирование транспортной системы обеспечивает непрерывность материальных потоков в структуре пространственной организации предпринимательской деятельности, а также перемещение населения.

Современные экономические условия функционирования предприятий характеризуются смелой парадигмы управления в направлении экологизации деятельности, ориентированной на защиту окружающей среды. Это требует пересмотра существующих подходов к сущности производственных процессов и потребляемых ресурсов при производстве продукции или осуществлении услуги. Развитие транспорта и производства привело к существенному загрязнению окружающей среды вследствие выбросов и возникновения отходов производственной деятельности [2]. «До 70 % всех вредных выбросов приходится на автомобильный транспорт, что составляет около 22 млн т загрязняющих веществ. Номенклатура загрязняющих веществ включает в себя вещества различного происхождения: оксид и диоксид углерода, оксиды азота, углеводороды, соединения свинца, серы, твердые частицы, альдегиды, канцерогенные вещества» [5]. Поэтому стратегия развития предприятий в современных условиях предполагает необходимость учета экологических принципов. Степень загрязнения окружающей среды от производственной деятельности является значительной, вследствие чего необходимо переориентирование бизнес процессов в эколого ориентированном направлении. В частности, исследование процесса эксплуатации транспортных средств при осуществлении поставок сырья, материалов и готовой продукции показывает, что при реализации этого процесса происходит загрязнение окружающей среды

выбросами от сгорания топлива и возникновения опасных отходов (отработанных автомобильных покрышек, аккумуляторов и т.д.).

Рассмотрение проблемы развития транспортных систем города в современных условиях функционирования предполагает проведение исследования с учетом двух проблем.

Первая проблема заключается в повышении эффективности функционирования транспортных систем без ущерба населенному пункту. Данное обстоятельство определяет необходимость развития транспортных систем с учетом требований по шумовой нагрузке, безопасности перемещения жителей населенного пункта, сокращения территорий, занятых под объекты транспортной инфраструктуры: парковки транспортных средств, дорожная инфраструктура и т. д.

Вторая проблема заключается в необходимости эколого ориентированного развития городских транспортных систем, предполагающей внедрение экологически чистых транспортных процессов, транспортных средств, работающих на топливе, характеризующемся минимальными объемами выбросов загрязняющих веществ в атмосферу или их полным отсутствием [12, 13].

Изучение мирового опыта снижения транспортного воздействия на окружающую среду показало применение широкого спектра методов. На основе теоретических исследований неравновесного спроса и предложения транспортных услуг городской агломерации формируются механизмы, позволяющие оценить изменение транспортной загруженности при изменении режимов работы общественного транспорта и уровня использования индивидуального транспорта. Например, для снижения транспортной загруженности в Греции применяется подход, определяющий право пользования автомобилем в определенные дни в зависимости от того, четным или нечетным числом является номерной знак автомобиля. В Сингапуре рост автомобильного парка регулируется на основе планирования. При этом нормативный рост автопарка равен 3 %. Достижение данного показателя происходит на основе ограничений на объемы продаж автомобилей и повышения цен на них [1, 4, 10, 14].

Одним из методов решения данных проблем является подход, основанный на реинжиниринге процессов. Реинжиниринг является одним из методов совершенствования бизнес-процессов, основывающихся на коренной перестройке существующего процесса. Цель применения данного подхода заключается в получении нового улучшенного бизнес-процесса на основе внедрения нового подхода к управлению. Реинжиниринг позволяет не только улучшить существующий процесс, но и получить новый эффект в сопряженной области деятельности. Так как, например, реинжиниринг транспортного процесса на основе использования транспортных средств, потребляющих экологически чистое топливо, позволяет помимо получения экономического эффекта получить экологический эффект при выполнении транспортных операций.

Материалы и методы

Каждый крупный населенный пункт, как правило, обладает схожими проблемами: загруженность центра города, высокое загрязнение воздуха на самых загруженных участках движения, дублирование маршрутов общественного транспорта, пробки в часы пик и др., которые приводят к снижению эффективности перевозочного процесса, ухудшению экологической обстановки и качества жизни населения. Эти факторы требуют разработки механизмов, позволяющих стимулировать предприятия к переходу на эколого ориентированное функционирование. Можно выделить следующие направления развития бизнес-процессов транспортных предприятий в рамках данного механизма:

- использование транспортных средств, работающих на газомоторном топливе;
- маршрутизация перевозок с учетом загруженности магистралей и использованием маршрутов-обходов населённых пунктов;
- создание логистической цепи поставок на основе использования варианта смешанных перевозок и консолидации грузов;
- переориентация железнодорожной инфраструктуры, расположенной внутри населённого пункта на обеспечение городских пассажирских перевозок.

В настоящее время наблюдается интенсивный рост загрязнения окружающей среды вследствие увеличения количества эксплуатируемых транспортных средств, работающих на бензине или дизельном топливе. Особую опасность составляют отработанные выхлопные газы, которые содержат вредные для человека и окружающей среды химические элементы. Помимо выхлопных газов опасность представляет мелкодисперсная пыль, скапливающаяся вдоль обочин транспортных магистралей. Исследование уровня загрязнения вдоль автомобильных магистралей показало наличие полосы загрязне-

ния, которая дифференцируется в зависимости от интенсивности движения и топографических особенностей местности. Особой актуальностью обладает необходимость снижения данных видов загрязнения в границах мегаполиса, так как вдоль транспортных магистралей располагаются жилые кварталы.

Целью представленного исследования является предложение вариантов снижения уровня загрязнения мегаполиса предоставлением транспортных услуг на основе использования экологически чистых видов транспорта: автомобильного транспорта, функционирующего на газомоторном топливе, и железнодорожного транспорта.

В рамках данного исследования было проведено рассмотрение изменения уровня загрязнения окружающей среды в г. Ростове-на-Дону при использовании различных видов общественного транспорта. На основе анализа модельного маршрута, по которому следуют транспортные средства, был рассмотрен процесс доставки пассажиров и загрязнение данной территории в рамках реализации маршрута (таблица). При проведении расчетов использовался коэффициент, взятый из списка Департамента окружающей среды Великобритании (Defra), который учитывает количество углекислого газа «CO₂», выделяемого при использовании транспортных средств и в соответствии с Распоряжением от 16 апреля 2015 г. № 15-р «Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации» [6].

Результаты

Анализ перевода каждого маршрута городского (общественного) транспорта на экологические виды транспорта должны предварять технические решения (таблица). «Один из главных источников загрязнения окружающей среды – это выхлопные газы автотранспорта. Они содержат опасные для экологии и здоровья человека химические соединения: оксиды углерода и азота, углеводороды, сажу, сернистый ангидрид, тетраэтилсвинец и другие» [6]. Несомненным вектором и тенденцией развития предприятий транспортной отрасли является минимизация вредного воздействия транспорта на экологию и здоровье человека.

Сравнение общественного транспорта по модельному маршруту в г. Ростове-на-Дону

Наименование критерия	Наименование транспортного средства			
	автобус на дизельном топливе	автобус на газомоторном топливе	троллейбус	трамвай
Протяженность маршрута, км	15,4	16	12,3	14,4
Число пассажиров, перевезенных в течение 1 часа наблюдения	194	168	96	55
Коэффициент выброса углекислого газа на 1 км следования транспортного средства, кг/1 чел/1 км	0,069	0,069	0,042	0,042
Количество выбросов углекислого газа в почву транспортным средством, кг/чел/км	206,14	185,47	49,59	33,26
Выбросы загрязняющих веществ при эксплуатации	+	-	-	-
Отработанные автомобильные покрышки (наличие)	+	+	+	-
Аккумуляторы (наличие)	+	+	+	-
Смазочные материалы (наличие)	+	+	+	+

В настоящее время наиболее экологически чистым и доступным по стоимости является газомоторное топливо. Немаловажным фактором выступают затраты, которые необходимы для организации перехода транспортного средства на использование газомоторного топлива. Стоимость развития обеспечивающей инфраструктуры газомоторного топлива при растущем объеме потребления газа, доработка и совершенствование двигателей, стоимость негативного воздействия на окружающую среду при сегодняшней конъюнктуре рынка и сложившемся соотношении цен оказываются экономически выгодными по сравнению с другими видами топлива [6, 11].

Механизм функционирования транспортной системы мегаполиса многими учеными рассматривается с позиции совокупности управляемых и неуправляемых транспортных потоков. С помощью теории графов осуществляется описание взаимодействия элементов транспортной системы в транспортных узлах [3, 8].

На основе проведенного исследования предлагается модель эколого ориентированной транспортной системы мегаполиса с позиции упорядочения различных видов используемого транспорта в зависимости степени воздействия его на окружающую среду в процессе эксплуатации.

Представим транспортную систему мегаполиса как совокупность n маршрутов ($i=1,2,\dots,n$) транспорта, по каждому маршруту происходит перемещение m ($j=1,2,\dots,m$) видов единиц транспортных средств. Пусть известны:

l_i – протяженность маршрута i ;

α_i^j – затраты, связанные с загрязнением окружающей среды за счет используемого топлива на маршруте i при использовании единицы вида транспортного средства j на км пути;

β_i^j – затраты, связанные с загрязнением окружающей среды за счет прочих загрязняющих средств на маршруте i при использовании единицы вида транспортного средства j на км пути;

p^j – пассажиропоток, обеспечиваемый единицей транспортного средства вида j ;

w^j – наличный парк транспортных средств вида j для обеспечения перевозок;

z^j – затраты, связанные с ликвидацией (реализация, утилизация) транспортного средства вида j для обеспечения перевозок;

r^j – затраты, связанные с приобретением транспортного средства вида j для обеспечения перевозок;

P_i – пассажиропоток на маршруте i ;

A – предельное допустимое загрязнение окружающей среды общественным транспортом за счет используемого топлива в стоимостном выражении;

B – предельное допустимое загрязнение окружающей среды общественным транспортом за счет прочих загрязняющих средств в стоимостном выражении;

R – общие (предельные) затраты на обновление транспортных средств для обеспечения перевозок.

Обозначим x_i^j – число транспортных средств j вида на маршруте i . Тогда модель задачи оптимизации эколого ориентированной транспортной системы мегаполиса с целью снижения ее воздействия на окружающую среду имеет вид:

$$U(x) = \min_x \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_i^j \beta_i^j l_i x_i^j, \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^m p^j x_i^j \geq P_i, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_i^j l_i x_i^j \leq A, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \beta_i^j l_i x_i^j \leq B, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n x_i^j - w^j \right) z^j \operatorname{sign} \left(\sum_{i=1}^n x_i^j - w^j \right) + \quad (5)$$

$$+ \left(w^j - \sum_{i=1}^n x_i^j \right) r^j \operatorname{sign} \left(w^j - \sum_{i=1}^n x_i^j \right) \leq R.$$

Ограничения (2)–(5) выражают удовлетворение общественным транспортом потребности в перевозках, выполнение требований по загрязнению окружающей среды выбросами от сжигания топлива, выполнение требований по загрязнению окружающей среды прочими отходами от работы общественного транспорта, удовлетворение требований на достаточность средств на перевод транспорта на экологически безопасные, соответственно.

В настоящее время можно отметить реализацию стратегии переориентирования общественного

транспорта на использование экологически чистых видов транспорта: трамваев, троллейбусов и автобусов, работающих на газомоторном топливе.

По состоянию на 01.01.2022 количество подвижного состава общественного транспорта в г. Ростове-на-Дону составляет 1466 единиц, из которых экологически чистый транспорт (трамваи и троллейбусы) составляет около 8 % от общего числа, автобусы стандарта Евро-5, работающие на газомоторном топливе, – 15 % от общего числа.

Обсуждение

Одним из направлений снижения уровня загрязнения при эксплуатации транспортных средств является перераспределение транспортной нагрузки на железнодорожный транспорт. В начале 2010-х идея реализации метрополитена уступила возможности строительства «легкого метро» – надземных железнодорожных линий, реализовавшихся впоследствии в проект «Городской электрички». Увеличение площади города совместно с возросшей необходимостью соединения жилых массивов города высокоскоростным внеуличным транспортом привело к идее создания кольцевой системы железнодорожного транспорта.

Одним из вариантов использования железнодорожного транспорта является вариант закольцованного движения электропоездов с учетом уже существующих путей (Ростов-Главный – ст. Сельмаш), а также движение по кольцевым маршрутам, проходящим через левобережные районы города.

Идея создания кольцевого железнодорожного сообщения не является революционной для реалий нашей страны. В крупнейшем городе России – Москве для решения транспортных проблем в 2016 году был реализован проект Московского центрального кольца (МЦК), а также сопутствующий ему проект Московских центральных диаметров (МЦД). Общая длина линий МЦК составила 54 километра, была построена и спроектирована 31 станция для создания транспортно-пересадочных узлов. С открытием МЦК стало доступно более 350 вариантов перемещения по территории города. Интеграция МЦК с городским общественным транспортом, а также с Московским метрополитеном позволила существенно разгрузить центральные транспортные артерии города, снизив не только напряженность на дорогах в утренние и вечерние часы, но и поспособствовав уменьшению уровня загрязнения окружающей среды. МЦК открыло для пассажиров новые и быстрые маршруты. Кольцо прошло по территории 26 районов Москвы, сделав их доступнее. МЦК стало либо альтернативой, либо удобным дополнением при планировании поездки. У части пассажиров пропала потребность ехать на пригородном поезде до вокзалов, чтобы пересесть на другой вид транспорта [1].

Данное решение транспортных проблем вполне применимо для крупных городов, имеющих схожие проблемы [7–9]:

- наличие нескольких крупных спальных районов;
- наличие крупных градообразующих предприятий, расположенных на большом удалении друг от друга;
- транспортная загруженность крупных улиц города в утренние и вечерние часы;
- высокая стоимость реализации масштабных инфраструктурных проектов (строительство метрополитена).

Для строительства железной дороги требуется уделять особое внимание географическим особенностям местности. Технические решения, предусматриваемые в проектах железной дороги, должны обеспечивать охрану литосферы, атмосферы, флоры и фауны, рациональное использование земельных ресурсов, увязку дороги с ландшафтом, сохранение исторических, этнографических и архитектурных памятников. Железные дороги со всеми сооружениями и устройствами занимают достаточно большие площади, поэтому актуальной является задача сокращения этих площадей, особенно в районах с развитым сельским хозяйством.

В настоящий момент суммарная протяженность железнодорожных путей в г. Ростове-на-Дону составляет 59,6 км. Модернизация путевой инфраструктуры позволит увеличить протяженность путей, используемых для внутригородских перевозок населения.

«Растущая загруженность автомобильной инфраструктуры и объективный рост транспортной активности населения требует принятия системных и долгосрочных решений, которые позволят повысить эффективность железнодорожной системы в целом. Одним из инструментов повышения эффективности железнодорожного транспорта является развитие скоростных и высокоскоростных межрегиональных сообщений, которые призваны сблизить субъекты Российской Федерации» [3, 14].

Развитие высокоскоростного движения послужит стимулом для экспорта прогрессивных зарубежных технологий, станет причиной массового создания новых рабочих мест. В рамках реализации Стратегии развития железнодорожного комплекса Российской Федерации до 2030 года, а также согласно планам строительства высокоскоростных магистралей (ВСМ) в России запланирована прокладка ВСМ Москва – Ростов-на-Дону – Адлер. Одним из вариантов прохождения магистрали может стать движение поездов в западной части города за микрорайоном Левенцовский. Степной ландшафт, удаленность от загруженного транспортом центра города позволяют создать новый перспективный транспортно-пересадочный узел. Подведение маршрутов общественного транспорта, а также быстрая пересадка на пригородные электропоезда позволят модернизировать существующую маршрутную сеть, снизить затраты пассажиров на перемещение до железнодорожного вокзала, а введение единой системы оплаты проезда позволит сэкономить от 3 до 10 рублей от стоимости каждой поездки.

Заключение

Интенсивное увеличение городских агломераций сопровождается увеличением количества автомобильного транспорта, эксплуатация которого приводит к необходимости формирования объектов транспортной инфраструктуры, что приводит к сокращению площадей, занятых растениями, вырабатывающими кислород. Эксплуатация транспортных средств приводит не только к выбросам загрязняющих веществ, но и шумовым воздействиям в населенных пунктах, накоплению отходов, возникающих при использовании транспорта. В связи с чем проблема сокращения воздействия транспортной сферы на окружающую среду должна решаться в следующих направлениях: сокращении выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; организации механизмов сбора и переработки отходов транспортной сферы (автомобильных покрышек, отработанных смазочных материалов и т.д.); оптимизации функционирования транспортной инфраструктуры с позиции сокращения загрязнения и шумовой нагрузки [3, 11, 14]. На основе проведенного исследования была разработана стратегия экологизации транспортной системы, представленная на рисунке.

Таким образом, можно заключить, что в настоящее время назрела необходимость пересмотра стратегии развития транспортных предприятий с позиции экологизации деятельности. На основе проведенных исследований можно заключить, что процесс экологизации является сложным и требует значительных капиталовложений. Первым шагом по эколого ориентированному развитию в рамках стратегии развития транспортного предприятия является реализация процесса обновления основных производственных фондов предприятия в направлении использования экологически чистых видов транспорта – автомобилей, работающих на газомоторном топливе или электромобилей. Одновременно с этим необходима существенная поддержка транспортной деятельности со стороны государственных структур и бизнеса, заключающаяся в формировании инфраструктуры необходимой для эксплуатации данных видов транспорта.



Направления перспективного развития транспортных предприятий на основе процессов экологизации деятельности

Список литературы

1 Efficient and secure logistics transportation system / M. V. Kolesnikov, N. N. Lyabakh, E. A. Mamaev, M. V. Bakalov // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 918. – DOI 10.1088/1757-899X/918/1/012031.

2 Integration of thermal power plant wastes into environmentally-oriented economic development / S. P. Kiseleva, Ya. D. Vishnyakov, S. A. Pukhov [et al.]. – 2020. – No. 11. – P. 64–66. – DOI 10.18796/0041-5790-2020-11-64-66.

3 **Guda, A. N.** Executable logic prototypes of systems engineering complexes and processes on railway transport / A. N. Guda, V. V. Ilicheva, O. N. Chislov // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 680. – P. 161–170. – DOI 10.1007/978-3-319-68324-9_18.

4 **Li, C.-B.** Supply and demand non-equilibrium model of city agglomeration transportation system / C.-B. Li // Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxin = Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology. – 2017. – 17(1). – P. 47–53. – URL: <https://doi.org/10.1155/2015/502739>.

5 **Маколова, Л. В.** К вопросу совершенствования механизмов управления рисками на предприятии на основе логистического подхода / Л. В. Маколова // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 64–2. – С. 59–62. – DOI 10.18411/lj-08-2020-47.

6 **Маколова, Л. В.** К вопросу снижения экологических рисков транспортного предприятия на основе рационального природопользования / Л. В. Маколова // Вестник университета. – 2019. – № 7. – С. 69–75. – DOI 10.26425/1816-4277-2019-7-69-75.

7 **Мамаев, Э. А.** К оценке потенциала развития международного транспортного коридора : теоретические аспекты / Э. А. Мамаев, Д. В. Сорокин, И. Д. Долгий // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 4. – С. 89–101. – DOI 10.46973/0201-727X_2020_4_89.

8 Imitation and analytical approaches to assessment of condition and modeling of city transport system nodes / E. A. Mamaev, N. A. Kovaleva, A. I. Khashev, O. V. Mulyenko // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 2020. – 786(1), 012086. – DOI 10.1088/1757-899X/786/1/012086.

9 **Mikhaylyk, M.** Empirical markers in the concept of digital logistics of multichannel supply chains / M. Mikhaylyk, V. Baginova, E. Mamaev // E3S Web

References

1 Efficient and secure logistics transportation system / M. V. Kolesnikov, N. N. Lyabakh, E. A. Mamaev, M. V. Bakalov // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 918. – DOI 10.1088/1757-899X/918/1/012031.

2 Integration of thermal power plant wastes into environmentally-oriented economic development / S. P. Kiseleva, Ya. D. Vishnyakov, S. A. Pukhov [et al.]. – 2020. – No. 11. – P. 64–66. – DOI 10.18796/0041-5790-2020-11-64-66.

3 **Guda, A. N.** Executable logic prototypes of systems engineering complexes and processes on railway transport / A. N. Guda, V. V. Ilicheva, O. N. Chislov // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 680. – P. 161–170. – DOI 10.1007/978-3-319-68324-9_18.

4 **Li, C.-B.** Supply and demand non-equilibrium model of city agglomeration transportation system / C.-B. Li // Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxin = Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology. – 2017. – 17(1). – P. 47–53. – URL: <https://doi.org/10.1155/2015/502739>.

5 **Makolova, L. V.** On the issue of improving risk management mechanisms at an enterprise based on a logistic approach / L. V. Makolova // Trends in the development of science and education. 2020. – No. 64–2. – P. 59–62. – DOI 10.18411/lj-08-2020-47.

6 **Makolova, L. V.** On the issue of reducing the ecological risks of a transport enterprise on the basis of rational environmental management / L. V. Makolova // Vestnik universiteta. 2019. – No. 7. – P. 69–75. – DOI 10.26425/1816-4277-2019-7-69-75.

7 **Mamaev, E. A.** For assessment of the potential international transport corridor development : theoretical aspects / E. A. Mamaev, D. V. Sorokin, I. D. Dolgiy // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2020. – No. 4. – P. 89–101. – DOI 10.46973/0201-727X_2020_4_89.

8 Imitation and analytical approaches to assessment of condition and modeling of city transport system nodes / E. A. Mamaev, N. A. Kovaleva, A. I. Khashev, O. V. Mulyenko // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 2020. – 786(1), 012086. – DOI 10.1088/1757-899X/786/1/012086.

9 **Mikhaylyk, M.** Empirical markers in the concept of digital logistics of multichannel supply chains / M. Mikhaylyk, V. Baginova, E. Mamaev // E3S

of Conferences. – 2019. – Vol. 229. – DOI 10.1051/e3sconf/20199108056.

10 **Montwill, A.** The role of Integrated Logistics Centers (ILCs) in modelling the flows of goods in urban areas based on the example of Italy / A. Montwill, O. Pietrzak, K. Pietrzak // Sustainable Cities and Society. – 2021. – DOI 10.1016/j.scs.2021.102851.

11 What influences the effectiveness of green logistics policies? A grounded theory analysis / Wei Zhang, Mingyang Zhang, Wen Yao Zhang [et al.] // Science of The Total Environment. – 2020. – Vol. 714. – DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.136731.

12 **Agyabeng-Mensah, Y.** Exploring financial performance and green logistics management practices : Examining the mediating influences of market, environmental and social performances / Y. Agyabeng-Mensah, E. Afum, E. Ahenkorah // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 258. – DOI 10.1016/j.jclepro.2020.120613.

13 **Yao, E.-J.** Research on supply and demand non-equilibrium depth of urban agglomeration transportation system / E.-J. Yao, T.-W. Lu // CICTP 2017 : Transportation Reform and Change – Equity, Inclusiveness, Sharing, and Innovation – Proceedings of the 17th COTA International Conference of Transportation Professionals, 2018. – URL: <https://DOI.org/10.1155/2018/2051606>.

14 Methodological bases of modeling and optimization of transport processes in the interaction of railways and maritime transport / O. Chislov, V. Zadorozhniy, D. Lomash [et al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 1083 AISC. – P. 79–89. – DOI 10.1007/978-3-030-34069-8_7.

Web of Conferences. – 2019. – Vol. 229. – DOI 10.1051/e3sconf/20199108056.

10 **Montwill, A.** The role of Integrated Logistics Centers (ILCs) in modelling the flows of goods in urban areas based on the example of Italy / A. Montwill, O. Pietrzak, K. Pietrzak // Sustainable Cities and Society. – 2021. – DOI 10.1016/j.scs.2021.102851.

11 What influences the effectiveness of green logistics policies? A grounded theory analysis / Wei Zhang, Mingyang Zhang, Wen Yao Zhang [et al.] // Science of The Total Environment. – 2020. – Vol. 714. – DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.136731.

12 **Agyabeng-Mensah, Y.** Exploring financial performance and green logistics management practices : Examining the mediating influences of market, environmental and social performances / Y. Agyabeng-Mensah, E. Afum, E. Ahenkorah // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 258. – DOI 10.1016/j.jclepro.2020.120613.

13 **Yao, E.-J.** Research on supply and demand non-equilibrium depth of urban agglomeration transportation system / E.-J. Yao, T.-W. Lu // CICTP 2017 : Transportation Reform and Change – Equity, Inclusiveness, Sharing, and Innovation – Proceedings of the 17th COTA International Conference of Transportation Professionals, 2018. – URL: <https://DOI.org/10.1155/2018/2051606>.

14 Methodological bases of modeling and optimization of transport processes in the interaction of railways and maritime transport / O. Chislov, V. Zadorozhniy, D. Lomash [et al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 1083 AISC. – P. 79–89. – DOI 10.1007/978-3-030-34069-8_7.

L. V. Makolova, E. A. Mamaev

ECOLOGIZATION OF THE TRANSPORT ACTIVITIES IN URBANIZED AREAS BASED ON INFRASTRUCTURE REENGINEERING

Abstract. The growth of the population of large cities in Russia leads to a deterioration in the environmental situation caused by an increase in environmental pollution from the use of public and individual transport. The resolution of this problem is considered in two directions to reduce the negative impact of the transport sector on the environment: the transition to the use of environmentally friendly fuel and the introduction of the practice of operating railway transport for intercity transportation.

The analysis of a typical route network of public transport has been carried out, the factors influencing the possibility of developing railway lines in urban conditions have been analyzed, and the experience of other large Russian cities has been studied.

A model for the development of optimization of the route network from the standpoint of environmental development, as well as the direction of development of public transport in the city of Rostov-on-Don, is presented.

Keywords: ecologization, transport, long-term planning, road transport, environmental pollution, urban transport systems, urban rail transport.

For citation: Makolova, L. V. Ecologization of the transport activities in urbanized areas based on infrastructure reengineering / L. V. Makolova, E. A. Mamaev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2023. – No. 1. – P. 86–94. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_1_86.

Сведения об авторах

Маколова Людмила Викторовна

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Логистика и управление
транспортными системами»,
доктор экономических наук, доцент,
профессор кафедры,
e-mail: makolova76@mail.ru

Мамаев Энвер Агапашаевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Логистика и управление
транспортными системами»,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой,
e-mail: mamaev_enver@mail.ru

Information about the authors

Makolova Lyudmila Viktorovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Logistics and Management of Transport
Systems»,
Doctor of Economic Sciences, Professor,
e-mail: makolova76@mail.ru

Mamaev Enver Agapashaevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Logistics and Management of transport
Systems»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Head of Chair,
e-mail: mamaev_enver@mail.ru