

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

УДК 656.345

Асп. И. О. ГОРЮНОВ, асп. А. Е. СЯЧИН**Городская электричка как новый транспортный продукт в транспортной системе Москвы**

В статье предложен и детально рассмотрен новый транспортный продукт – городская электричка. Актуальность выбора темы объясняется тем, что в настоящее время население Москвы и Московской области стремительно растет, обуславливая тем самым необходимость развития транспортной системы. Конкретно предлагается ввести трехуровневую транспортную систему рельсового транспорта, состоящую из метрополитена, городской электрички и линий электропоездов пригородного и дальнего сообщения. Целью работы является обоснование и описание предложенной трехуровневой системы, которая в результате поможет распределить пассажиропотоки, развивать городской общественный транспорт и оптимальнее взаимодействовать с другими видами транспорта. Это позволит разгрузить линии и обеспечить потенциальному пассажиру более широкий выбор вариантов маршрута следования.

Ключевые слова: транспорт, пассажирские перевозки, городская электричка, московский метрополитен, московский транспортный узел.

Введение

В настоящее время Москва проходит этап стремительного транспортного развития, это особенно заметно на основе данных статистики. Так в 2011–2016 гг. в Москве было построено 55 станций и 101 км линий метрополитена и МЦК и свыше 500 км дорог. Помимо этого были введены в эксплуатацию 156 инженерных сооружений: мостов, эстакад, тоннелей [1,2]. Необходимость транспортного строительства обусловили масштабные застройки прежних лет жилыми комплексами и строительство новых микрорайонов. Москва в настоящее время является типичной агломерацией с колоссальным притяжением населения из прилегающих территорий Московской области и из крупных городов, таких как Жуковский, Подольск, Пушкино, Клин, Серпухов, Тверь, Рязань и т. д. Притяжение населения в Москву вызывает маятниковую и сезонную миграции. Из-за постоянной миграции близлежащие к Москве населенные пункты стали развиваться, что привело к приросту населения. Такие населенные пункты зачастую вырастали в небольшие города, в новые микрорайоны, которые затем, естественным образом постепенно входили в состав города. Но если обратить внимание на карту Москвы с прилегающими к ней территориями,

то можно заметить, что наибольшее развитие получили те населенные пункты Московской области, которые, помимо автодорог, имели и железнодорожную связь с центром Москвы. Так, московские вокзалы расположены в непосредственной близости от исторического центра города: 3–5 км до Кремля. Общая площадь территории Москвы равняется 2511 км². Население города (на 01.01.2014) составляет 12 108 257 человек, плотность населения – 4822,09 чел/км² [3]. В связи с непрекращающимся ростом населения в городе реализуется строительная программа, рассчитанная до 2020 г., в ходе которой должны быть построены 153 км линий метрополитена и возведены 73 станции [4]. Строительство метрополитена в настоящее время можно разделить на два типа: строительство новой кольцевой линий (третьего пересадочного контура – ТПК) и удлинение существующих линий к периферийным районам Москвы [5]. Но т. к. каждая новая станция метро дает еще больший стимул для возведения новых жилых зданий и увеличения площади возводимой недвижимости в этих районах, складывается сложная ситуация, при которой строительство метрополитена не решает проблему в корне. При этом мы имеем железную дорогу, которую используем исключительно как транспорт пригородного и дальнего междугородного сообщения.

Московский железнодорожный узел

На сегодняшний день Московская железная дорога имеет в своем распоряжении 8 вокзалов: Белорусский, Казанский, Киевский, Курский, Павелецкий, Рижский, Савеловский и Ярославский. Протяженность главных путей магистральных линий железных дорог в старой части города внутри границы МКАД с учетом Октябрьской железной дороги (Ленинградский вокзал) составляет более 550 км. По полигону ежедневно курсирует 3 тысячи пригородных поездов и 300 пассажирских [6]. За последние годы сформированы маршруты обычных пригородных электропоездов, экспрессов («Спутник», «Рекс», «Ласточка»), пассажирских поездов дальнего сообщения («Стриж») и высокоскоростных электропоездов («Сапсан»). Создание такого большого и разнообразного транспортного продукта для пассажиров в виде различных типов поездов, безусловно, представляет собой ключевую задачу разделения пассажиропотоков под разные виды миграций населения. Для маятниковой миграции между городами Московской области и Москвой используются обычные электропоезда, поезда типа «Рекс», «Спутник», «Ласточка» [7]. Для перемещения на небольшие расстояния – используются пригородные поезда Центральной пригородной пассажирской компании (ОАО «ЦППК») и поезда Московско-Тверской пригородной пассажирской компании (ОАО «МТ ППК»).

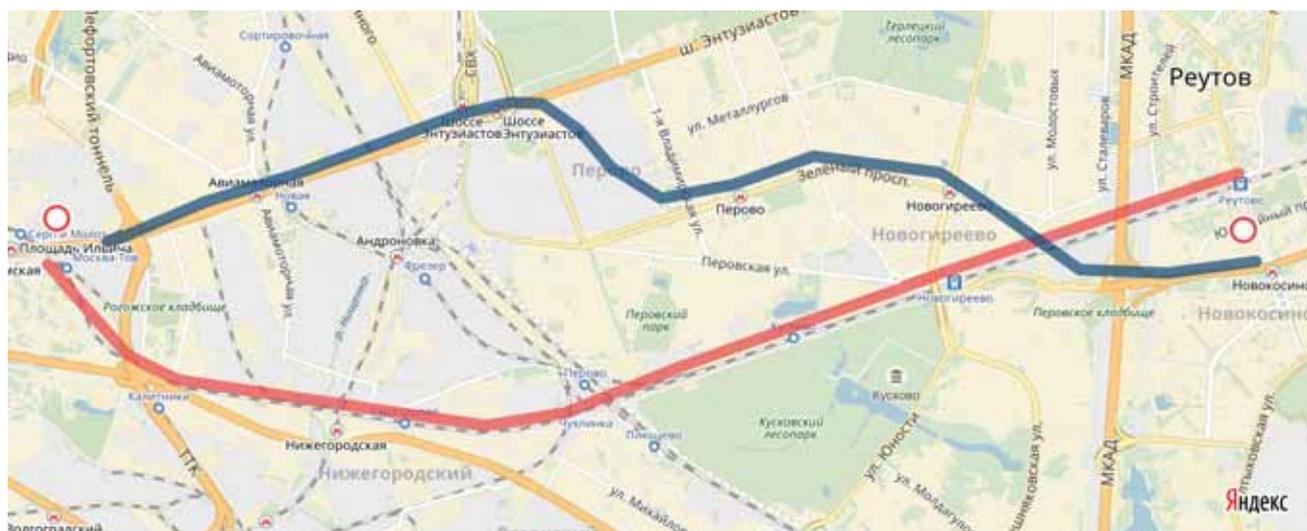
Безусловно, при таком разнообразии типов поездов нужно брать во внимание пропускную способность железных дорог Московского железнодорожного узла. Даже на фоне имеющегося запаса пропускной способности, транспортный узел согласно транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г. [8] активно реконструируется и модернизируется. В рамках стратегии на территории Москвы предусмотрены строительство 11 путепроводов и укладка новых главных путей. Например, на Ленинградском направлении ввели в эксплуатацию 4 главный путь до ст. Крюково (2015 г.), на Ярославском направлении возводится 5 главный путь (Москва-Пассажирская-Ярославская – Мытищи), на Горьковском направлении 4 главный путь (Москва-Пассажирская-Курская – Железнодорожная) и т. д. [9].

Сегодняшнее развитие общественного транспорта проходит в целом грамотно по вектору

оптимизации и увеличения эффективности. Сюда входит разделение пассажиропотоков с помощью различных маршрутов поездов, компоновок составов, классов, удобств, комфорта, скорости, времени в пути, тарифных планов и т. д. Однако на фоне такого большого тарифного и маршрутного разнообразия в некотором застое остаются обычные электропоезда, до сих пор выполняющие сразу несколько задач. Первая задача – это сезонная внутриобластная миграция населения, когда в летний период жители выезжают в Московскую область для проживания в загородных летних домах. Вторая – это маятниковая миграция населения. Наконец, электричками пользуются пассажиры как из близлежащих крупных городов, так и городов, лежащих на удалении от Москвы (70–100 км). Кроме этого электрички обслуживают пассажиров внутри города в пределах МКАД. Частично разделение этой функции на две подзадачи происходит с помощью ограничения конечных пунктов некоторых маршрутов. Так, нами предлагается выделить две зоны. К первой относятся поезда, следующие до городов-спутников Московской области, находящихся близко от Москвы (около 20 км). Ко второй следует отнести поезда, следующие до городов, расположенных за 30 км от Москвы и далее.

Ниже рассмотрено два примера эксплуатации пригородных электричек на данный момент в черте города.

Первый пример: Ярославское направление Московской железной дороги, участок Москва-Пассажирская-Ярославская – Мытищи (город Мытищи – первый крупный город к Москве в этом направлении), электропоезд Москва – Александров/Балакирево. Здесь из 27 маршрутов лишь 4 электропоезда экспресс следуют без промежуточных остановок, из остальных поездов 14 имеют промежуточные остановки на рассматриваемом участке, 9 не имеют. Иными словами, пассажиры, следующие до конечных станций (Александров или Балакирево), должны будут в половине случаев следовать до станции Мытищи со всеми остановками. Время движения увеличивается на 10 мин. (19–21 мин. без остановок против 29–31 мин. с остановками), при том, что общее время в пути составляет 2 ч. 25 мин. до Александрова и 2 ч. 50 мин. до Балакирево [10]. Таким образом, пассажиры, следующие до конечных остановочных пунктов, на наш взгляд, вынуждены неоправданно тратить больше времени на свои поездки.



Источник: Яндекс Карты

*Синяя линия – Калининская линия метрополитена

Красная линия – железнодорожные пути Горьковского направления железной дороги

Рис. 1. Линии железной дороги и метрополитена

Таблица 1

Сравнение железной дороги и метрополитена

Линия	Калининская линия метрополитена	Горьковское направление МЖД
Тип состава	81–760/81–761	ЭД4М
Количество мест для сидения	346	2402
Длина состава, м	160 (8 вагонов)	220 (10 вагонов)
Новокосино – Площадь Ильича/Реутово – Серп и Молот		
Количество остановок	6	6
Время в пути, мин	15	16
Расстояние, км	12	12
Стоимость поездки, руб.	32	41

Таблица 2

Сравнение показателей городского рельсового транспорта

Транспорт	Городская электричка	«Тяжелое» метро	«Легкое» метро	Трамвай
Пропускная способность, тыс. пасс./час	50	30–40	20–30	8–12
Длина перегонов, м	>1000	1000	800	500
Количество пассажиров (вагон/секция)	280	200	200	170
Эксплуатационная скорость, км/ч.	35–40	30–35	25–30	20–30

Второй пример: Горьковское направление Московской железной дороги и параллельно ей проходящая Калининская линия Московского Метрополитена (рис. 1). Платформа Реутово расположена примерно в 850 м от станции метро Новокошино. Оба остановочных пункта выполняют функцию транспортного обслуживания населения микрорайона Новокошино и г. Реутов. С другой стороны находятся станция метро Площадь Ильича и располагающаяся рядом с ней платформа Серп и Молот. Для сравнения данные сведены в таблицу 1 [13-14].

Согласно приведенным в таблице данным можно сделать несколько выводов. Первый – железная дорога может стать так называемым «тяжелым» видом общественного транспорта, что исходит из объективных показателей – пассажироместимость электроподвижного состава (ЭПС) ЭД4М выше, чем у 81–760/81–761, также больше длина и составность. Второй – стоимость проезда на метрополитене ниже, чем на железной дороге, а отсутствие интеграции железнодорожных платформ и единого стандарта билетов для проезда (Тройка, 90 минут и др.) в городе с другими видами общественного транспорта обособляет железную дорогу.

Московский метрополитен

Длина линий Московского метрополитена на сегодняшний день равна 333,3 км. Суточный пассажиропоток метро составляет 6–8 млн пассажиров в сутки (пиковые значения до 9–10 млн, 26.12.2014 – 9.7 млн) [11]. Линии метрополитена в настоящее время сильно нагружены. Возведение новых станций приводит к некоторой разгрузке существующих линий. Однако остается открытым вопрос о пересадочных контурах.

Стоит заметить, что пропускные мощности первого пересадочного контура исчерпаны. Второй пересадочный контур полностью выполняет свою функцию и снимает пассажиропоток с центральных станций. Также он используется в качестве удобной связи для пассажиров, пользующихся Московским транспортным узлом как транзитным пунктом (Кольцевая линия метрополитена связывает между собой 7 из 9 железнодорожных вокзалов).

Кольцевая линия Московской кольцевой железной дороги (МЦК) (длина 54 км, 31 станция) образует кольцевую связь между линиями железных дорог и линиями метрополитена, также разгружая Кольцевую линию метро. Активно

ведется строительство ТПК – новая кольцевая линия метрополитена [5], ее задачей будет разгрузка второго пересадочного контура.

На наш взгляд правильным решением был отказ от строительства новых диаметральных линий метрополитена, подходящих к первому и ко второму пересадочному контуру метро. В адресной инвестиционной программе города Москвы на 2015–2018 гг. [5] указано, что новые радиальные линии так или иначе будут доводиться лишь до третьего пересадочного контура и до МЦК. Строительство новых линий метрополитена параллельно существующим позволит распределять пассажиропотоки и таким образом разгрузить существующие линии. Станции метро, как правило, имеют очень удобные пересадки, не ограничены в пространстве и не зависят от городской застройки. У этого транспорта есть только один значительный недостаток – сроки и стоимость строительства.

Согласно таблице 2, [12, с. 183] Московский метрополитен относится к так называемому «тяжелому» классу метро. Наиболее загруженные станции ежедневно пропускают через себя 100–150 тыс. чел. В то же время в Москве отсутствует сеть так называемого «легкого» метро, помимо этого существует большая разница пропускной способности между метрополитеном и городским общественным наземным транспортом. Поэтому метрополитен взял на себя роль и городской электрички, и «легкого» метро и собственно метро, перевозя пассажиров на небольшие расстояния (расстояние между станциями Московского метрополитена в среднем составляют 1,67 км [11]), так и транспортируя пассажиров с окраин города, из спальных районов и из городов Московской области до пересадочных станций.

Мировой опыт

В мире существуют такие транспортные системы, где во внутригородских перевозках наряду с метрополитеном эксплуатируются железные дороги. В качестве примера можно привести два города: Токио и Берлин. В этих городах есть также и кольцевая железнодорожная линия со следующими параметрами:

1. Токио (Япония) – линия Яманотэ, длина 35 км, 29 станций.
2. Берлин (Германия) – кольцевая линия S41 – S42, длина 38 км, 27 станций.



Рис. 2. Схема линии S-Bahn и U-Bahn

Более предметно будет рассмотрен Берлин – город с подходящим по смыслу описанной идеи городским рельсовым транспортом. Сеть метрополитена (U-Bahn) Берлина имеет длину более 150 км и 173 станции (средняя длина перегона 0,9 км), сеть городских электричек (S-Bahn) имеет длину 331 км со 165 станциями (средняя длина перегона 2 км), плюс в городе проходят магистральные железнодорожные линии. Можно прийти к следующей трехуровневой системе перемещения пассажиров внутри города:

1. Метрополитен (U-Bahn).
2. Городская электричка (S-Bahn).
3. Электропоезда пригородного и дальнего сообщения (RE, RB).

Рассмотрим первый и второй уровни транспорта Берлина. Для удобства на рисунке 2 показана только часть линий S-Bahn и U-Bahn. Как видно, пассажиру из начального пункта, например, от станции Александерплатц (Alexanderplatz) можно доехать до станции Вулеталь (Wuhletal) на поезде метро по линии U5 или воспользоваться городской электричкой – линия S5. На метро пассажир совершит 12 промежуточных остановок, на городской электричке 8. Расстояние, пройденное в обоих вариантах, будет равным примерно 12 км. Но время в пути будет короче у S-Bahn: 21 мин. против 23 мин. Сравнительные характеристики двух линий и подвижного состава сведены в таблицу 3. При рассмотрении таблицы можно заметить

Таблица 3

Сравнение показателей линии метро и городской электрички

Маршрут Alexanderplatz – Wuhletal		
Линия	U5	S5
Тип подвижного состава	F	481/482
Пассажировместимость максимальная	1200	1176
Длина подвижного состава, м	98	147
Количество остановок	12	8
Время в пути, мин	23	21
Расстояние, км	12	12

за пределами МКАД и внутри третьего пересадочного контура (ТПК)/Московского центрального кольца (МЦК) нецелесообразно, все новые радиальные линии метро доводить вглубь города не далее ТПК/МЦК. *Второй уровень* – Московский железнодорожный узел. На основе хорошо развитой и развивающейся сети железных дорог организовать внутригородское тактовое движение городских электричек – комфортных электропоездов от центральных вокзалов Москвы до первых крупных населенных пунктов возле границ Москвы и городов-спутников. Московская железная дорога имеет полноценный второй контур – МЦК, но ведь она может и иметь хорошо продуманный и удобный первый пересадочный контур от Курского вокзала до Белорусского вокзала. Идеология движения городской электрички станет подобной МЦК. Это тактовое движение, остановки на всех платформах, максимально удобные пересадки на другие виды общественного транспорта, единая тарифная зона. При необходимости возможно возведение дополнительных остановочных пунктов в черте города. Все остальные электропоезда пригородного ближнего и дальнего сообщения, экспрессы, «Спутники» и т. д. напротив будут следовать внутри города, от вокзалов и до первых крупных городов без остановок для максимально быстрого перемещения пассажиров загород – это *третий уровень* транспорта Москвы. На рисунке 4 показана карта Москвы с маркерами-вариантами пересадок между городской электричкой и МЦК/Метрополитеном.

На основе анализа карты Москвы можно в первом приближении описать несколько вариантов линий городской электрички с удобными пересадками на городской общественный транспорт.

Первый вариант. Хордовая линия на основе Курского направления Московской железной дороги от Москва-Пассажирская-Курская до Щербинки. На этом маршруте городская электричка может иметь пересадки на Калининскую и Люблинско-Дмитровскую линии метрополитена (Серп и Молот – Площадь Ильича – Римская), линию МЦК (необходимо построить платформу для пересадки на платформу Новохохловская), Таганско-Краснопресненскую линию метрополитена (Текстильщики – Текстильщики), Люблинско-Дмитровскую линию (необходимо построить платформу для пересадки на станцию Печатники), Замоскворецкую линию метрополитена (Царицыно – Царицыно). Это

поможет обеспечить транспортное обслуживание микрорайонов города Москвы на всем протяжении линии вплоть до Щербинки. Электропоезда могут следовать по организованному первому пересадочному контуру до Москва-Пассажирская-Смоленская, имея пересадки на другие вокзалы Москвы.

Второй вариант. Радиальная линия на основе Смоленского направления Московской железной дороги от Москва-Пассажирская-Смоленская до станции Одинцово. На этом маршруте возможны следующие пересадки с городской электрички на линии метрополитена и МЦК: на Таганско-Краснопресненскую линию метрополитена (Беговая – Беговая), на линию МЦК и ТПК (Тестовская – Шелепиха/Деловой центр), на Филёвскую линию метрополитена (Фили – Фили), на Арбатско-Покровскую линию метрополитена (необходимо построить платформу для пересадки на станцию Славянский бульвар), на Арбатско-Покровскую и Филёвскую линию метрополитена (Кунцево – Кунцевская). Кроме этого электропоезда могут следовать по первому пересадочному контуру до станции Москва-Пассажирская-Курская.

Третий вариант. Организация выделенной линии городской электрички по первому пересадочному контуру со следующими остановками: Москва-Пассажирская-Курская – Москва-Каланчевская – Ржевская – Савеловская – Москва-Пассажирская-Смоленская. Здесь одной линией городской электрички охватывается сразу 7 центральных вокзалов Москвы.

Заключение

На основе рассмотренного зарубежного опыта и анализа существующей транспортной системы в Москве предлагается распределить пассажиропотоки. Для этого необходимо создать трехуровневую транспортную систему. В связи с этим нужно изменить существующую систему маршрутов электропоездов на железной дороге в черте города и ввести для пассажиров новый транспортный продукт – городскую электричку. Для полноценного интегрирования городской электрички в транспортную сеть Москвы с учетом мирового опыта и опыта эксплуатации МЦК, необходимо:

1. Организовать тактовое движение городской электрички с необходимым интервалом.

2. Возвести дополнительные остановочные платформы для улучшения транспортной доступности и удобства пересадок для пассажиров с линии городской электрички на другой городской общественный транспорт.
3. Организовать транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) с удобными пересадками на другой транспорт с единым удобным тарифным пространством и едиными проездными билетами.
4. По линиям городской электрички пустить поезда подходящей составности и компоновки салона, например, ЭПС ЭГ2Тв «Иволга» или ЭС2Г «Ласточка», которые хорошо себя зарекомендовали на МЦК.
5. Организовать движение всех электропоездов пригородного сообщения в черте города Москвы без остановок.
6. Информационный материал МЖД, Официальный сайт Московской железной дороги. URL: http://mzd.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=2 (дата обращения 01.12.2016).
7. Харченко Л. П. Демография: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Статистика» и др. экономическим специальностям. 4-е изд., перераб. – М.: Издательство «Омега-Л», 2011. – 372 с.
8. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 г., Минтранс РФ, М.: 2008.
9. Постановление Правительства Москвы от 18 ноября 2008 г. № 1070-ПП «О генеральной схеме развития Московского железнодорожного узла».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационный материал, Официальный сайт Мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru/news/item/17857073> (дата обращения 25.11.2016).
2. Информационный материал, Официальный сайт Мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/2299/3878050> (дата обращения 16.03.2017).
3. Годовой отчет Открытого акционерного общества «Центральная пригородная пассажирская компания» по результатам работы за 2014 г., Утвержден годовым общим собранием акционеров ОАО «Центральная ППК». Протокол № 1/15 от 03 июня 2015 г.
4. Постановление Правительства Москвы от 4 мая 2012 г. № 194-ПП «Об утверждении Перечня объектов перспективного строительства Московского метрополитена в 2012–2020 гг. (с изменениями на 8 апреля 2015 г.)».
5. Постановление Правительства Москвы от 30 сентября 2015 г. № 630-ПП «Об адресной инвестиционной программе города Москвы на 2015–2018 гг.».
10. Информационный материал, Официальный сайт Центральной Пригородной Пассажирской компании, расписание электричек. URL: <http://www.central-ppk.ru/passengers/timetable/> (дата обращения 04.12.2016).
11. Информационный материал, Официальный сайт Московского метрополитена, Метрополитен в цифрах. URL: <http://mosmetro.ru/press/metropoliten-v-tsifrakh/> (дата обращения 04.12.2016).
12. Elektrische Triebfahrzeuge und ihre Energieversorgung, Grundlagen und Praxis. 2. Auflage., Andreas Steimel, Oldenbourg Industrieverlag. München: 2006.
13. Информационный материал, Официальный сайт Метровагонмаш, Вагоны серии 81-760/81-761. URL: <http://www.metrowagonmash.ru/production/metro/81-760/> (дата обращения 04.12.2016).
14. Электрические схемы электропоезда ЭД4М, ЭД4МК. Памятка машинисту по работе электрических схем и особенности в конструкции. Эксплуатационное моторвагонное депо Свердловск, 2008.

КОординАТЫ АВТОРОВ

Горюнов Иван Олегович

аспирант кафедры «Электропоезда и локомотивы»
Московского государственного университета
путей сообщения Императора Николая II.
127994, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9.
E-mail: ivan.goryunov@yandex.ru

Сячин Антон Евгеньевич

аспирант кафедры «Международный бизнес»
Московского государственного университета
путей сообщения Императора Николая II.
127994, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9.
E-mail: tony_antony_s@mail.ru

ДЛЯ ЦИТАТЫ

Горюнов И. О., Сячин А. Е. Городская электричка как новый транспортный продукт в транспортной системе Москвы // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2017. № 1. С. 36 – 46.

CITY COMMUTER RAIL AS A NEW TRANSPORT PRODUCT IN THE TRANSPORT SYSTEM OF MOSCOW

Goryunov Ivan O.,

Postgraduate student of "Electric trains and locomotives" department
of Moscow State University of Railway Engineering.
Russia, 127994, Moscow, Obraztsova str., 9, bldg. 9.
E-mail: ivan.goryunov@yandex.ru

Syachin Anton E.,

Postgraduate student of "World business" department
of Moscow State University of Railway Engineering.
Russia, 127994, Moscow, Obraztsova str., 9, bldg. 9.
E-mail: tony_antony_s@mail.ru

The article proposes and considers in detail a new transport product – a city commuter rail. The relevance of the choice of the topic is explained by the fact that at present the population of Moscow and Moscow region is growing rapidly, thus necessitating the development of the transport system. Implementation of a three-level transport system of rail transport, consisting of a subway, a city train and lines of electric commuter and long-distance traffic is proposed. The aim of the work is to substantiate and describe the proposed three-level system, which will help to distribute passenger traffic, develop urban public transport and provide better interaction with other modes of transport. This will relieve the lines and provide the potential passenger with a wider choice of route options.

Keywords: *transport, passenger transportation, city electric train, Moscow metro, Moscow transport hub.*

REFERENCES

1. Reference source. Moscow Mayor official website. URL: <https://www.mos.ru/news/item/17857073> (accessed 25.11.2016).
2. Reference source. Moscow Mayor official website. URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/2299/3878050> (accessed 16.03.2017).
3. Annual report of Open Joint-Stock Company "Central Suburban Passenger Company" on the results of work for 2014. Approved by the annual general meeting of shareholders of JSC "Central PPK". Protocol #1/15, June 3, 2015.
4. Decree of the Moscow Government of May 4, 2012 #194-PP "On approval of the list of objects of perspective construction of the Moscow Metro in 2012–2020 (with changes as of April 8, 2015)".

5. Decree of the Moscow Government from September 30, 2015 #630-PP “On the targeted investment program of the city of Moscow for 2015–2018.”
6. Reference source. Moscow Railway official website. URL: http://mzd.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=2 (accessed 01.12.2016).
7. Kharchenko L. P. Demography: Textbook. A manual for university students studying in the specialty “Statistics” and other economic specialties. 4th ed., processed. Moscow, the publishing house “Omega-L”, 2011, 372 p.
8. Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030. Ministry of Transport of the Russian Federation, Moscow, 2008.
9. Decree of the Moscow Government dated November 18, 2008 #1070-PP “On the general scheme for the development of the Moscow railway junction”.
10. Reference source. Central Suburban Passenger Company official website, timetable of electric trains. URL: <http://www.central-ppk.ru/passengers/timetable/> (accessed 04.12.2016).
11. Reference source. Moscow Underground official website, Metropolitan in figures. URL: <http://mosmetro.ru/press/metropoliten-v-tsifrah/> (accessed 04.12.2016).
12. Elektrische Triebfahrzeuge und ihre Energieversorgung, Grundlagen und Praxis. 2. Auflage., Andreas Steimel, Oldenbourg Industrieverlag. München, 2006.
13. Reference source. Metrowagonmash official website, wagons series 81–760/81–761. URL: <http://www.metrowagonmash.ru/production/metro/81-760/> (accessed 04.12.2016).
14. Electrical diagrams of the electric train ED4M, ED4MK. Reminder to the machinist on the operation of electrical circuits and features in the design. Operational motorcar depot Sverdlovsk, 2008.