

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В КОНТЕКСТЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ГОРОДСКОЙ СРЕДОЙ

УДК 711.7
ББК 85.118:39.8

Д.С. Дудаков

Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

Статья посвящена обзору инновационных систем общественного транспорта в контексте их взаимодействия со структурой городской среды. Рассматриваются основные пространственные и технические особенности инновационных транспортных систем, включая их инфраструктуру. Вводится классификация инновационных систем общественного транспорта, включающая основные отличительные критерии и требования, предъявляемые к ним. Приводятся приблизительные временные интервалы до реализации конкретной транспортной системы будущего в условиях градостроительной ситуации России.¹

Ключевые слова: транспортная система, инновации, маршрутные транспортные системы, индивидуальные транспортные системы, транспорт будущего, городская среда

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF PUBLIC TRANSPORT SYSTEMS IN THE CONTEXT OF INTERACTION WITH THE URBAN ENVIRONMENT

D. Dudakov

Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Abstract

The article is devoted to the review of innovative public transport systems in the context of their interaction with the organization of the urban environment. The main spatial and technical features of innovative transport systems, including their infrastructure. Classification of innovative public transport systems is introduced, including the main distinctive criteria and requirements for them. Approximate time intervals before implementation of the specific transport system of the future in the conditions of the town-planning situation in the Russian Federation.²

Keywords: transport system, innovations, route transport systems, individual transport systems, transport of the future, urban environment

В настоящей статье предпринимается попытка предвосхитить потенциальные возможности развития сферы общественного транспорта и рассмотреть этот гипотетический процесс в фокусе как обозримого (5-10 лет), так и относительно далёкого

¹ **Для цитирования:** Дудаков Д.С. Инновационное развитие систем общественного транспорта в контексте взаимодействия с городской средой // Architecture and Modern Information Technologies. – 2018. – №1(42). – С. 287-304 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://marhi.ru/AMIT/2018/1kvart18/20_konchekov/index.php

² **For citation:** Dudakov D. Innovative Development of Public Transport Systems in the Context of Interaction with the Urban Environment. Architecture and Modern Information Technologies, 2018, no. 1(42), pp. 287-304. Available at: http://marhi.ru/eng/AMIT/2018/1kvart18/20_konchekov/index.php

будущего (более 10 лет). Также рассмотрено возможное влияние инновационных транспортных систем на специфику развития городской среды.

В настоящее время города являются средоточием точек роста экономики и качества жизни. Современные крупные города генерируют колоссальное количество событий в социоэкономической и культурной сферах жизни горожан. Подобная плотность событий обуславливает беспрецедентные темпы разрастания и расширения городской среды. На данный момент расселение в РФ крайне урбанизировано и сосредоточено в пределах относительно небольшой области влияния крупных городов. Крупные города поддерживают высокую плотность событий благодаря высокоэффективной и организованной системе общественного транспорта. По этой причине в Москве и Московской области ускоренными темпами развивается централизованная мощная система общественного транспорта, в которую недавно была интегрирована железнодорожная инфраструктура московского центрального кольца (МЦК). Более того, правительство Московской области разрабатывает полноценную систему легкорельсового наземного метро (ЛРТ), которая будет связывать Москву с её обширными периферийными территориями и городами-спутниками Московской агломерации [21].

Мощное развитие транспортного сектора Москвы является отражением современных процессов транспортной интеграции населения в жизнь агломерационного центра. Подобное развитие инфраструктуры общественного транспорта обусловлено двумя причинами. Первая причина объясняется повышением спроса на городскую мобильность. Вторая – усиливающимися естественными миграционными процессами в крупные города. Это обнажает следующую проблему. Для современной действительности РФ, очевидно, существует временной разрыв в развитии между крупнейшими столичными городами и средними и малыми городами и поселениями. По этой причине можно ожидать радикальных инноваций транспортного сектора исключительно в крупных городах. Поэтому развитие городской среды, в частности – совершенствование системы общественного транспорта, например, в Москве, Санкт-Петербурге или ином крупнейшем городе, может послужить «окном в будущее» для остальных городов. Таким образом, говоря о перспективных системах общественного транспорта РФ, можно применить следующий ёмкий тезис: будущее транспорта средних и малых городов, это – сегодняшний уровень развития транспортной сферы в столичных городах. В свою очередь, при сравнении развития транспортного сектора экономически развитых стран Европы с состоянием транспорта в РФ также обнаруживается существенный временной разрыв. По разным оценкам он составляет от 20 до 50 лет. Таким образом, будущее транспортного сектора, в частности – общественного транспорта, крайне относительно, где-то оно уже наступило, а где-то остаётся уделом мечтателей.

Актуальные подходы в проектировании систем общественного транспорта связаны с современной цифровой экономикой и таким направлением в урбанистике как проектирование «умного города» (smart city), которое позиционирует город как интерактивную информационную среду и рассматривает влияние общественного транспорта на системном уровне. Сети общественного транспорта обладают колоссальным потенциалом повышения качества городской среды. Они способны ощутимо повысить безопасность, экологичность, доступность и связность города, а также стимулировать развитие общественных пространств и способствовать экономии пространственных ресурсов города.

Конструктивное понимание их позитивного влияния на жизнь города является краеугольным камнем современных транспортных инноваций, которые можно разделить на две группы.

1. Инновации, повышающие работоспособность общественного транспорта (ОТ). Работоспособность ОТ выражается в совершенствовании технологических аспектов транспортных средств и специфике организации их работы с учётом специальной транспортной инфраструктуры.

2. Инновации, повышающие интерактивность общественного транспорта. Интерактивность ОТ характеризуется степенью удобства и разнообразия предоставления транспортных услуг через информационные ресурсы.

Основные критерии работоспособности систем ОТ

1. *Провозная мощность*. Универсальный показатель, который используется в качестве основного. Провозная мощность выражается в количестве перевозимых пассажиров за единицу времени. Повышение провозной мощности достигается сочетанием высокой вместимости и скорости транспортного средства.

2. *Вместимость* или максимальное количество пассажиров, одновременно пребывающих в транспортных средствах, составляющих систему. Причём, согласно современным требованиям, повышение вместимости не должно противоречить комфорту пассажиров.

3. *Средняя скорость*. Скорость передвижения – это основной параметр, определяющий провозную мощность и целесообразность инновационной системы общественного транспорта.

4. *Комфорт перевозок*. Комфорт при перевозке является фундаментальным критерием повышения престижности общественного транспорта.

5. *Безопасность*. Обеспечение безопасности перевозок – это базовый критерий качества и надёжности общественного транспорта. При тенденции повышения скорости инновационных транспортных систем усиливается проблема обеспечения безопасности.

6. *Качество транспортно-пересадочных узлов (ТПУ)*. Качество ТПУ исключительно принципиально с учетом природно-климатических условий РФ. Комфортные условия во время ожидания рейсового общественного транспорта и удобство доступа к ТПУ для различных групп населения являются основой для повышения престижности и востребованности общественного транспорта.

7. *Состояние транспортной инфраструктуры*. Этот критерий характеризуется комплексом мер по развитию материальной базы, необходимой для эффективного функционирования системы. Инновационные системы общественного транспорта неразрывно связаны со своей материальной и информационной инфраструктурой (например – метробус или каршеринг). Усиливается тенденция дифференциации транспортных средств по пространственным уровням в целях сокращения пересечений с иными видами транспорта.

8. *Методы организованной обработки информации*. Наличие централизованного аналитического центра является определяющим критерием инновационного развития общественного транспорта. Аналитический центр в реальном времени должен собирать и интерпретировать массу данных, включая: ситуацию с дорожными заторами; интенсивность пассажиропотоков; погодные условия; концентрацию транспортных средств на отрезке/участке действия и т.д.

9. *Соответствие принципам устойчивого развития*. Транспортный сектор является потребителем колоссального количества ресурсов и источником загрязняющих веществ. За последние несколько десятилетий в развитых странах вопросы экологической целесообразности вышли на первый план при проектировании транспортных систем. Городской транспорт на основе двигателей внутреннего сгорания почти целиком (на 95%) зависит от нефтепродуктов. Транспортный сектор потребляет около 22% всех энергоресурсов планеты. Основная доля приходится на пассажирские перевозки [6].

Основные критерии итерактивности систем ОТ

1. *Качество веб-дизайна* транспортных интернет-ресурсов. Удобство использования интерфейса при интернет-взаимодействии с системой общественного транспорта – это принципиальный момент, определяющий востребованность предлагаемых транспортных услуг.

2. *Узнаваемый дизайн* и рекламная компания. Дизайн и аутентичный бренд повышают востребованность и престижность общественного транспорта, практически в каждом крупном городе в развитых странах стилистика общественного транспорта легко

узнаваема и эстетична (например: Мельбурн, Вена, Лондон, Сеул, Гамбург, Куриitiba). Для поддержания благоприятного имиджа используется широкая информационная кампания [2]. Также огромную позитивную роль играет наглядность и визуальное качество графической навигации в пределах действия инфраструктуры общественного транспорта.

3. *Гибкая платёжная система.* Гибкая платёжная система позволяет сформировать наиболее удобный пакет платных услуг в зависимости от социального статуса пассажиров, будь то пенсионеры, студенты, школьники и т.д.

4. Сквозная тарификация. Наличие сквозной тарификации является чертой развитой интермодальной системы общественного транспорта [4], позволяющей совершать максимальное количество пересадок на другие типы общественного транспорта при использовании единого проездного документа.

5. *Прозрачность работы (графика работы)* транспортной сети. Предсказуемый и надежный график работы, пунктуальность и ответственность перед пассажирами, равно как и доступность информации, касающейся работы транспортной сети – это те основы, которые гарантируют доверие со стороны пассажиров.

6. *Удобство планирования маршрута.* Возможность гибкого и многовариантного планирования своего маршрута является признаком инновационного подхода. В настоящий момент наиболее удобный способ планирования маршрута поездки осуществляется через мобильные приложения или специализированные сайты – транспортные порталы.

7. *Расширенный набор предоставляемых услуг.* Современные транспортные системы интегрируют в себя различные вспомогательные услуги в дополнение к основной (например – доставка документов, еды, багажа). Также к расширению услуг относится диверсификация типов предоставляемых транспортных средств для пользователей/пассажиров (например – каршеринг, такси, uber).

8. *Обработка жалоб и предложений.* Оперативная реакция на конструктивные замечания со стороны пассажиров – условие инновационного курса развития транспортной системы. Пассажир/пользователь должен восприниматься как клиент – получатель услуги, а сфера транспорта позиционируется как сфера услуг. В данном контексте вполне целесообразна конкуренция за предоставление лучшего качества услуг, если она не противоречит целостности системы.

В случае гармоничного сочетания двух перечисленных выше групп критериев наблюдаются следующие позитивные эффекты, характерные для инновационных систем общественного транспорта.

1. *Повышение эффективности,* если работу высокомошной транспортной системы с развитой инфраструктурой активно поддерживать широкой информационной компанией и интерактивными интернет-приложениями используя достоинства современной цифровой экономики. В результате формируется мощная централизованная сеть общественного транспорта, предоставляющая широкую вариативность планирования и реализации поездок с высокой скоростью и комфортом. В настоящее время практически невозможно осуществить инновационную модернизацию систем общественного транспорта без повышения его интерактивности и грамотного PR-менеджмента.

2. *Повышение управляемости (гибкости).* Сочетание инноваций в работоспособности и интерактивности общественного транспорта позволяет создать гибкую централизованную систему, которая способна оперативно адаптироваться к изменяющимся условиям города (например – городские праздники, мега-события, крупные международные саммиты/соревнования, стихийные бедствия, антитеррористические мероприятия и т.д.).

3. *Престижность.* Исследователи урбанистики сходятся во мнении, что одна из фундаментальных проблем неэффективного общественного транспорта заключается в его низкой престижности [2]. Уровень престижа общественного транспорта обуславливает силу социального запроса. Высокий социальный запрос на транспортные услуги, в частности, на комфортный и качественный общественный транспорт, создаёт

благоприятный инвестиционный фон для интенсификации финансовых вложений в сферу общественного транспорта.

Инновационные транспортные системы общественного транспорта, которые могут быть применены в городах РФ, могут быть разделены на две большие группы:

- I. Общественный транспорт обозримого будущего (5–10 лет);
- II. Общественный транспорт далёкого будущего (более 10 лет).

К первой группе относятся уже реализованные или активно развивающиеся инновационные транспортные системы, которые могут быть успешно применены в градостроительной практике РФ. Ко второй группе относятся системы общественного транспорта на данный момент не имеющие реализованной модели в масштабе города. Как правило, это либо экспериментальные прототипы, либо теоретические концепции. Однако эта группа обладает наибольшим потенциалом эффективности и интерактивности, равно как и высокой технологичности.

Системы общественного транспорта как обозримого, так и относительно далёкого будущего можно разделить на две категории – маршрутные и индивидуальные транспортные системы (ТС).

Маршрутные ТС. Этот тип транспортных систем характеризует протяженная маршрутная сеть. Траектория движения транспорта, его скорость, положение остановок и т.д. определяются принадлежностью к определённому маршруту. Маршрутная сеть определяет специфику работы транспортного средства. Маршрутные ТС имеют наибольшую провозную мощность, скорость и вместительность, но они не предоставляют широкой вариативности и стимулируют повышение пешеходной активности в городе.

Индивидуальные ТС являются полной противоположностью маршрутных транспортных систем. Их характеризует отсутствие какой-либо маршрутной карты. Траекторию движения определяет сам пассажир или пользователь (временный водитель транспортного средства). Технологические особенности и индивидуальность транспортного средства обуславливают специфику и вариативность его передвижения. Индивидуальные ТС не могут конкурировать с маршрутными ТС в скорости, провозной мощности и объёмах пассажиропотоков, но они способны предоставить пользователям наиболее широкую вариативность достижения точек-целей поездок сокращая необходимость пешего передвижения.

Ниже приведены примеры систем общественного транспорта, которые возможно реализовать в городах РФ в обозримом будущем (5–10 лет). Необходимо отметить, что в ряде стран с развитым городским транспортом широкое распространение данных систем не является инновацией. Но в силу определённого временного технологического разрыва РФ с некоторыми странами, они могут считаться таковыми в отечественной практике.

Маршрутные транспортные системы:

- метробус (скоростное автобусное сообщение, BRT, Bus rapid transit);
- легкорельсовый транспорт (ЛРТ).

Индивидуальные транспортные системы:

- кршеринг;
- системы «добровольческих такси» типа Uber.

Маршрутные транспортные системы

Метробус (скоростное автобусное сообщение, BRT, Bus rapid transit) – это способ организации автобусного сообщения, характеризующийся более высокими эксплуатационными характеристиками по сравнению с традиционным автобусным

сообщением. В отличие от классического автобусного сообщения, в системе метробус автобусы передвигаются по изолированным от прочего транспорта линиям, таким образом, автобус в процессе движения практически не пересекается с другими транспортными средствами. Параметры вместимости и скорости системы скоростного автобусного транспорта приближаются к ЛРТ [1]. Реализация и эксплуатация системы метробус сопряжена с наименьшими затратами, поскольку необходимая транспортная инфраструктура не отличается технической сложностью. Современные системы автобусного метро (метробус) способны перевозить от 5 миллионов человек в час [1].

Внедрение сетей скоростного автобусного сообщения в структуру городской среды может оказать эффект децентрализации города с его последующим линейным развитием. Стимулируется сценарий «вытягивания» зоны максимальной активности – центра вдоль магистральных линий работы системы метробус. Подобные процессы происходили в городе Куритибе во время масштабного внедрения такой системы. Контролируемый процесс децентрализации города может иметь позитивные последствия, среди которых: снижение транспортной нагрузки; более равномерное распределение городских ресурсов; стимуляция комплексного развития городских территорий.

Легкорельсовый транспорт (ЛРТ) – городской железнодорожный общественный транспорт с меньшими, чем у метрополитена или железнодорожного транспорта габаритами, поэтому он оптимально вписывается в городскую среду. В настоящее время легкорельсовый транспорт чрезвычайно распространён в развитых странах Европы, таких как: Германия, Австрия, Франция, Швеция, Великобритания, Бельгия и др. В своей совокупности линии ЛРТ охватывают 53 страны на всех континентах и провозят около 45 млн. человек в 388 городах мира [7].

ЛРТ имеет хорошие характеристики операционной скорости, система неприхотлива к погодным условиям, отличается простотой обслуживания. ЛРТ экологически безопасен, не выделяет загрязняющих выхлопных газов и в среднем потребляет в семь раз меньше энергии по сравнению с автомобилями в расчете на одного пассажира. Эксплуатация ЛРТ в плотно застроенном городском ядре рациональнее с точки зрения экономии территориальных ресурсов. На транспортировку 18 тыс. пассажиров в час легким рельсовым транспортом требуется всего 1 полоса, автобусом или троллейбусом – 3-4 полосы, а личным автотранспортом – около 18 полос [5].

Высокая эффективность этого вида транспорта – основная причина его масштабного распространения в развитых странах. Легкорельсовый транспорт отличается высокой гибкостью, он способен работать как в городе, так и в пригороде, как на дорогах общего пользования, так и на обособленных полосах, на/над и под уровнем земли. Также ЛРТ удобен в пешеходных зонах. Оказываемые эффекты на развитие городской среды сходны с системой метробус, но в отличие от неё ЛРТ имеет большую среднюю скорость, вместительность и комфорт, однако и более высокую стоимость реализации и эксплуатации.

Индивидуальные транспортные системы

Каршеринг – это краткосрочная аренда автомобиля для внутригородских поездок на небольшие дистанции. После завершения аренды свободный автомобиль «ожидает» следующего арендатора. Каршеринг обладает как признаками личного транспорта, так и общественного, однако специфика работы системы смещает её в сторону общественного транспорта, поскольку одной транспортной единицей может пользоваться неограниченное количество людей.

В последнее время жители крупных мегаполисов в развитых странах меньше испытывают потребность в собственном автомобиле, поэтому каршеринг занимает выгодную позицию, предоставляя сбалансированное сочетание цены и возможности осуществления персональной мобильности. Согласно исследованиям московского автопарка,

автомобиль эксплуатируется его владельцем только 7% времени [20], то есть большую часть времени (более 80%) [4], автомобиль находится в состоянии бездействия, заполняя собой ценные городские пространства. Это крайне неэффективные показатели в условиях современного крупного города. С другой стороны, в Москве с каждым годом увеличивается парк такси, в 2017 году ожидается пополнение на 10 000 автомобилей. При этом московский рынок аренды автомобилей – один из самых динамично развивающихся в мире [20]. Это даёт основания для следующего вывода: высокая вероятность, что в обозримом будущем практика свободной аренды автомобиля в центре города будет постепенно вытеснять эксплуатацию личного автотранспорта. Таким образом персональная мобильность, которая на данный момент основана на пользовании личными автомобилями, будет постепенно смещаться в русло общественного транспорта. Персональная мобильность станет более доступной, а уменьшение востребованности личных автомобилей создаст предпосылки для сокращения парковочной инфраструктуры в пользу расширения развитых общественных пространств и инфраструктуры общественного транспорта.

Система Uber основана на концепции добровольческих такси, это инновационное решение в области пассажирских перевозок. Её смысл заключается в том, что любой человек с водительским удостоверением и определённым стажем вождения может профессионально развозить пассажиров за плату, не имея специальной лицензии таксиста. Система Uber (и её аналоги) особо примечательна тем, что в режиме реального времени собирает и анализирует информацию о наиболее нуждающихся в повышении мобильности частях города, тем самым происходит эффективное распределение провозных мощностей. В специальном водительском приложении на карте города выделяются особые зоны с переизбытком либо недостатком водителей. Таким образом, система играет роль оператора в таксопарке с ориентацией на обычных водителей без какой-либо специальной квалификации. Но это не мешает системе быть поразительно эффективной и востребованной. Система Uber охватила практически все континенты [22]. Однако прогрессивное развитие этой системы во многом противоречит интересам традиционного таксопарка, по этой причине деятельность Uber запретили в Италии, а в Нидерландах продолжаются судебные разбирательства в правомерности «добровольческих такси» [17].

Из сказанного следует вывод, что идея «добровольческих такси», пока не выдержала проверку временем, отсюда – множество юридических издержек в правомерности нового типа транспортировки пассажиров, но масштабы развёртывания, глобальный охват и единовременное количество участников системы дают чёткое представление об актуальности этой идеи. Uber является воплощением цифровой экономики, предоставляя пользователям гибкие возможности в самоорганизации, где каждый может выполнять свою роль. С другой стороны, «концепция добровольческих такси» также смещает персональную мобильность в поле общественного транспорта. Современные тенденции таковы, что в условиях крупных городов и мегаполисов общественные потребности постепенно вытесняют индивидуальные, таким образом сервисы типа Uber или каршеринга в обозримом будущем будут неуклонно развиваться. Это сигнализирует о скором высвобождении пространственных ресурсов городского ядра от массивной парковочной инфраструктуры за ненадобностью долгосрочного хранения автомобилей для совершения персональных поездок.

Вышеописанные транспортные системы, которые в обозримом будущем могут претендовать на масштабную реализацию в градостроительной практике РФ, закладывают прочный фундамент для понимания долгосрочных перспектив развития общественных транспортных систем. Сформировав представление об актуальных тенденциях настоящего времени можно приступить к анализу наиболее перспективных концепций будущего. Далее речь пойдёт о так называемом общественном транспорте будущего, прототипы которого также можно разделить на маршрутные и индивидуальные транспортные системы. Ниже приведены примеры систем общественного транспорта,

которые возможно реализовать в городах РФ в относительно далёком будущем (от 10 лет).

Маршрутные транспортные системы будущего

- Трубный транспорт (Hyperloop).
- Гирокар (gyroscopic transportation).
- Струнный транспорт (SkyWay), SkyTran.
- Беспилотное автобусное сообщение.

Индивидуальные транспортные системы будущего

- Беспилотное такси (PRT, Personal Rapid Transit).
- Летающие автомобили.
- Лифтовой транспорт (Multi Elevator system by ThyssenKrupp).

Трубный транспорт (Hyperloop) – это сверхзвуковой вакуумный поезд, разрабатываемый компаниями SpaceX и Hyperloop One. Этот вид транспорта можно классифицировать как трубный транспорт, поскольку для обеспечения необходимой скорости необходима существенная разница в давлении между внешней воздушной средой и трубопроводом, в котором передвигаются пассажирские и грузовые капсулы. По задумке скорость движения поезда, а точнее капсулы в условиях низкого давления и почти полного отсутствия сопротивления воздуха, будет составлять от 480 до 1220 км/ч, при максимальном разгоне капсула, в теории, способна преодолеть звуковой барьер [11]. Также по задумке разработчиков Hyperloop должен быть дешевым и доступным средством передвижения. На данный момент ведётся активная разработка и испытания опытных прототипов. У данной концепции есть множество критиков, сомневающихся в безопасности транспортировки (самые большие опасения связаны с риском разгерметизации). Однако сама идея и серьёзный подход к её реализации говорят о специфике современных потребностей в мобильности. Крупные города, выступающие в роли центров активности современной цивилизации, стремятся максимально сократить расстояния друг от друга посредством инновационных технологий в области транспорта.

В теории провозная способность Hyperloop намного выше, чем у его ближайшего аналога по скорости – самолёта. Массовое подключение к доступной сверхзвуковой системе общественного транспорта расширит горизонты человеческой активности, которая вырвется далеко за пределы отдельных городов. В этой связи транспорт будущего должен удовлетворять возрастающие человеческие амбиции в глобальной мобильности. Внедрение трубного пассажирского и грузового транспорта не возымеет прямого воздействия на развитие городской среды, поскольку он ориентирован на междугороднее сообщение. Но чрезвычайно сильны косвенные эффекты – более высокая доступность (цена, скорость, провозная мощность) междугороднего транспортного сообщения усиливает миграционные процессы в города, что может вызвать значительное расширение транспортно-пересадочных узлов, усиление урбанизационных процессов и ускорение социальных процессов в городах.

Гирокар (Gyroscopic transportation). Создатель первого в мире гирокара – инженер–изобретатель Пётр Петрович Шиловский. Он выпустил первый прототип этого транспортного средства на улицы Лондона в 1914 году. Это был двухколёсный автомобиль, имевший корпус обычного автомобиля, причём колесная база располагалась линейно и проходила по осевой линии под корпусом. Транспортное средство напоминало гибрид велосипеда и автомобиля. Подобная, на первый взгляд неуклюжая конструкция немедленно бы «упала на бок» без продуманного гироскопического маховика, который запускался в движение электромотором. Работа маховика обеспечивала поразительную устойчивость массивной конструкции, имевшей только две точки опирания на поверхность.

В 2017 году команда разработчиков «Designboom» взяла за основу принцип, заложенный Пётром Шиловским в концепте под названием «gyroscopic public transportation». В основе идеи – уникальные транспортные средства в форме блюдца на двух тонких опорах, поднимающих корпус на несколько метров от уровня проезжей части. Ходовая часть расположена линейно и имеет только 2 точки опирания на поверхность в виде монорельса. Несколько гирокаров способны объединиться в подвижные составы из нескольких сцепленных звеньев. За счёт работы мощного гироскопического маховика массивная сплюснутая круглая конструкция сохраняет равновесие, что позволяет значительно увеличить площадь корпуса в целях повышения вместимости.

Основное преимущество гиромобилей заключается в возможности транспортировки пассажиров над проезжей частью без пересечения с обычными автомобилями. Таким образом достигается дифференциация по пространственным уровням для беспрепятственного передвижения. Интеграция гирокаров в городскую среду будущего позволит значительно увеличить пропускную способность городских дорог благодаря возможности многоуровневого использования пространства. Повышение мощности городских магистралей стимулирует более экономичное использование пространственных ресурсов города.

Струнный транспорт (SkyWay). Идея струнного транспорта принадлежит Анатолию Юницкому и представляет собой транспортный коммуникатор эстакадного типа. В основе идеи – передвижение электромобилей по специальным предварительно напряженным рельсам, струнам. По словам разработчиков: «Основные конструктивные отличия данной системы от других видов дорог в эстакадном исполнении – предварительное напряжение конструкции на растяжение, отсутствие сплошного дорожного полотна, низкая материалоемкость строительства и визуальная лёгкость. Главные плюсы – экономичность, экологичность, долговечность, надёжность, безопасность и, как следствие, высокая конкурентоспособность на рынке» [23]. Помимо достижений целей максимальной эффективности транспортировки Анатолий Юницкий также вкладывает в неё идеологические основы о гармоничном сосуществовании с природой: «...нам необходимо уже сегодня выносить мёртвую индустриальную техносферу за пределы сферы природной, живой. В противном случае наш общий дом – биосфера планеты – неизбежно и неотвратимо будет уничтожен находящейся в этой же нише индустрией. Служению ей пока всецело посвящает себя наша бурно растущая технократическая цивилизация» [23].

Специфика инфраструктуры струнного транспорта предполагает минимальное соприкосновение с какой-либо поверхностью, поскольку она основана на системе из опор, соединённых тонкими предварительно напряжёнными конструкциями-струнами. В связи с этим она имеет колоссальный потенциал в рамках концепции устойчивого развития городов и транспорта. В 2016 году представители Австралии выразили заинтересованность в струнном транспорте. На данный момент ведётся процедура сертификации системы под брендом «SkyWay». С точки зрения сосуществования струнного транспорта с городской средой, учитывая специфику инфраструктуры «минимального соприкосновения с поверхностью», данный тип транспортировки должен максимально лаконично вписаться в структуру города. Более того, работа системы подразумевает дифференциацию между пространственными уровнями, таким образом удастся избежать конфликтных пересечений с прочими транспортными системами.

SkyTran – проект, предусматривающий предусматривает прокладку специального монорельса в нескольких метрах над землей, по которому передвигаются компактные автоматизированные капсулы, используя принцип магнитной левитации. На первый взгляд SkyTran похож на струнный транспорт. Однако после детального рассмотрения выявляются существенные отличия в принципе работы. Рельсы, по которым передвигаются капсулы, не являются предварительно напряжёнными конструкциями. Сами капсулы используют не электродвигатели, а электромагнитную тягу. При сравнении с особенностями инфраструктуры технологии Юницкого, технология SkyTran

представляется более материалоемкой, поскольку не использует предварительно напряженных стержней, сокращающих размер сечения металлических конструкций.

Беспилотное автобусное сообщение. В 2017 году в Китайском городе Чжучжоу транспортной компанией CRRC был запущен первый в мире «железнодорожный автобус» на автопилоте. Но в отличие от железнодорожного транспорта, движение данного транспортного средства происходит на дорожном полотне и ограничено специальной белой разметкой, на которую ориентируется автопилот [8]. В том же году немецкая железнодорожная компания Deutsche Bahn запустила первый в Германии беспилотный автобус, а в США с 2017 года работает беспилотная капсула-автобус «OLLI» [12]. Беспилотные колёсные транспортные средства не являются новостью для Европы или США. Новые запуски экспериментальных прототипов лишь подтверждают настоящее переосмысление общественного транспорта в развитых странах мира.

В странах с инновационным курсом развития внедрение сложных технических систем в городах нарастает с каждым годом. Транспортный сектор не исключение, современные тенденции дают основание ожидать скорейшего появления первой полностью автоматизированной системы общественного транспорта в масштабе города. С другой стороны, приближающаяся тотальная автоматизация сигнализирует о постепенном отстранении человека от прямого управления городскими процессами, в данном контексте распространение транспортных систем на автоматическом управлении может явиться причиной исчезновения целого ряда профессий, среди которых «водитель». Подтверждению этой тенденции служи то, что ряд горнодобывающих компаний серьёзно рассматривают вариант полной автоматизации работы карьерных самосвалов без услуг специалистов-водителей [16].

Беспилотное такси (PRT, Personal Rapid Transit). Разработка и реализация систем беспилотного автомобильного сообщения остается приоритетной задачей и активно развивается с 2010 года, в частности, после успешной реализации автоматизированной транспортной сети ULTra, которая работает в лондонском аэропорту Хитроу. Система ULTra основана на работе небольших электрических автомобилей, движущихся по сети выделенных путей. Наиболее надёжные системы PRT полагаются на инфраструктурные компоненты (встроенные в дорогу сенсоры или сеть выделенных путей), однако самые продвинутые технологии имитируют действия человека за рулём в обычных условиях городской среды, используя работу камер, радаров, сенсоров и спутниковую навигацию. Такие крупные компании, как Google, Uber, General Motors, Nissan и BMW в настоящее время разрабатывают автоматически управляемые автомобили.

О настоящей революции в секторе личного автотранспорта в течение следующих 15-ти лет говорят современные футурологи, такие как Ян Пирсон и Жан-Кристоф Бони, помогающие техническим гигантам выбрать актуальный курс развития и объекты венчурного инвестирования [18,24]. Ян Пирсон говорит о постепенном исчезновении личного автомобиля и развитии автоматизированных транспортных капсул вместо него. Он сравнивает современные автомобильные корпорации с компанией Kodak, массово производившей плёнку для фотоаппаратов 15 лет назад: «Они (Kodak) думали, что контролируют ситуацию, но это не так. Большая часть их прибыли исчезла» [18]. Известно, что за небольшой срок плёночные фотоаппараты заменили более продуктивные цифровые аналоги. По мнению футуролога, подобный сценарий ожидает производителей автомобилей в будущем. Ян Пирсон считает, что транспортные капсулы будущего будут лишены собственного источника питания, электричество будет поступать из дорожного полотна через токоприёмники [18].

Французский футуролог Жан-Кристоф Бони считает, что через 15 лет производство личных автомобилей будет снижено на 85%, их заменят полностью автономные автомобили, управляемые компьютером. Футуролог отмечает, что в будущем владение личным автомобилем будет противоречить здравому смыслу, поскольку человек в среднем использует их потенциал всего на 7% [24].

На данный момент автомобильные корпорации, такие как General Motors, Volvo, Ford, Toyota, Renault-Nissan, осознавая возможные риски технически «устареть», разрабатывают технологии роботизированных такси [10,15]. General Motors планирует создать сервис роботизированных такси к 2019 году, претендуя на первенство в этой области. Представители корпорации ссылаются на то, что стоимость перевозки через современные сервисы такси Uder или Lyft составляет 2-3 доллара за милю, из которых 75% суммы приходится на оплату услуг водителя. Как только водитель будет исключён из этого процесса, стоимость поездки значительно упадёт [10]. В свою очередь, автоконцерн Volvo станет первым поставщиком для роботизированных такси сервиса Uber в период с 2019 по 2021 годы.

Компания Boeing, принадлежащая Илону Маску, разрабатывает систему подземного автомобильного метро или сеть автоматизированных капсул для «неавтоматизированных» автомобилей. Принцип её работы основан на движении индивидуальных «тележек» для транспортировки личных автомобилей. Иными словами, посредством системы общественного транспорта осуществляется транспортировка личного транспорта. Подобный компромисс может выглядеть одновременно и ироничным и вызывающим. Эта система реализуется в США с самым высоким в мире уровнем автомобилизации на душу населения. Поэтому развитие данной концепции можно считать подтверждением традиционного для США исключительно трепетного отношения к личному автомобилю с одной стороны, и глубоким пониманием потенциала системы общественного транспорта, с другой стороны [9].

Причины прогрессивного развития беспилотного индивидуального транспорта заключаются в следующем:

- минимизация ДТП, снижение стоимости транспортировки пассажиров и грузов;
- повышение эффективности использования дорог за счёт централизованного управления;
- повышение пропускной способности дорог;
- снижение стоимости транспортировки за счёт исключения оплаты труда водителей;
- снижение потребности в личных автомобилях и экономия пространственных ресурсов города за счёт отсутствия необходимости в длительной парковке.

В связи с перспективой массового внедрения беспилотных автомобилей в городскую среду ожидается тенденция смещения личных потребностей в мобильности в пользу общественных, данная концепция подтверждает идею того, что со временем централизованные системы общественного транспорта будут вытеснять персональное автомобильное сообщение в крупных городах.

Летающий автомобиль. Концепция персональных летательных аппаратов развивается с 1930-х годов и долгое время оставалась уделом фантастов и мечтателей. Однако начиная с XXI века «классическая» идея персонального воздушного сообщения постепенно стала претворяться в жизнь. Разработаны десятки различных проектов летающих автомобилей, из них некоторые уже успешно реализованы. Например – последние проекты: aeromobile, lilium jet, PAL-V Liberty.

Авиакорпорацией Airbus совместно с компанией Italdesign разработана гибридная система воздушного общественного транспорта Pop.Up. Автономные транспортные капсулы способны передвигаться как по дорогам, так и по воздуху в зависимости от различных условий: транспортных заторов, погодных факторов, точки назначения и т.д. Оригинальность концепции заключается в гибком техническом решении автономных капсул, к которым подсоединяется один из двух двигательных модулей. Первый – в формате электрической колёсной базы, второй, технически наиболее сложный, представляет собой мощный квадрокоптер, несущий капсулу с пассажирами. По ходу движения капсула способна «переключаться» между наземным и воздушным режимами

передвижения посредством оперативного соединения и отсоединения с двигательными модулями [13].

Феномен беспрецедентного распространения личных управляемых летательных аппаратов – квадрокоптеров послужил основанием для рассмотрения их в качестве универсальных городских транспортных средств. На сегодняшний день крупными техническими и торговыми организациями, такими как Amazon и Яндекс, развиваются технологии доставки грузов беспилотными летательными аппаратами [24]. Стоит отметить, что одновременно с этим актуализируется проблема транспортировок нелегальных грузов беспилотниками. Укоренение летательных аппаратов-дронов как в городской среде, так и в общественном сознании, создаёт предпосылки к скорейшему появлению подобных летательных аппаратов, рассчитанных на транспортировку людей и крупных грузов. Технология Pop.Up, о которой речь шла выше, является тому подтверждением.

Массовое внедрение персональных летательных аппаратов продолжает вызывать ряд вопросов о безопасности и экономической целесообразности. Однако остаётся несомненным тот факт, что на данный момент создание городских воздушных систем сообщения уже технически возможно. Высока вероятность того, что примерно через 10 лет появятся первые реализованные системы общественного транспорта на основе персональных летательных аппаратов, которые будут пилотироваться развитым искусственным интеллектом ввиду колоссальных сложностей ручного управления. В случае широкого внедрения подобных летательных аппаратов в городскую среду стимулируются мощные преобразующие процессы, заключающиеся в необходимости строительства совершенно иной типологии транспортно-пересадочных узлов, развивающихся в вертикальном направлении.

Лифтовой транспорт. В рассуждениях о проблематике современных городских транспортных систем чрезвычайно редко упоминается вертикальный транспорт: лифты, эскалаторы, траволаторы. Однако по своим функциям они являются полноценным общественным транспортом, и к тому же бесплатным. Технологический гигант Thyssenkrupp разрабатывает систему скоростного лифтового транспорта «Multy». Разработчиками идея позиционируется не иначе, как настоящая революция в отрасли. Инженерам из Thyssenkrupp удалось найти оптимальное техническое решение, позволяющее объединить двигатель с кабиной лифта, фактически «освободив» его от принадлежности к конкретной шахте. Таким образом удалось открыть горизонтальную плоскость для лифтового сообщения [25]. Лифты системы «Multy» передвигаются по специальным направляющим, которые прокладываются не только в вертикальной, но и в горизонтальной плоскости. Лифт по ходу движения способен перестраиваться на специальные направляющие–рельсы, которые могут находиться в разных плоскостях.

Таким образом концепция «Multy» – не что иное, как интегрированная в структуру зданий и сооружений транспортная система, позволяющая передвигаться между зданиями не только в вертикальной, но и горизонтальной плоскости. Разработка горизонтального лифтового транспорта сегодня весьма актуальна, поскольку в крупных городах застройка центральных частей сильно уплотняется, возникают «мегаструктуры» из зданий и сооружений. Увеличиваются площади торговых зданий, офисных зданий, транспортных терминалов. Общественные пространства, даже городские улицы постепенно воспроизводятся и «врастают» в структуру массивных зданий–комплексов. Современный среднестатистический работник большую часть жизни проводит в зданиях делового назначения, большую часть досуга – в зданиях общественного и торгового назначения, и большую часть личного времени – в зданиях жилого назначения. Есть основания полагать, что в будущем эта тенденция продолжит усиливаться. В связи с этим возникнет жизненно важная необходимость соединять транспортными коридорами конгломерации зданий и сооружений не только уличным транспортом, но и внутренним: лифтами, эскалаторами и траволаторами. Уличная транспортная инфраструктура в будущем может укорениться во внутренней структуре зданий. В таком случае внутренняя транспортная

сеть будет являться проекцией внешней транспортной сети, и человеческая повседневная жизнь окончательно замкнётся в искусственной среде. Более того, при условии массового внедрения летательных аппаратов в сферу городской транспортировки, наиболее вероятно, что крупные транспортные терминалы воздушных сетей сообщения будут располагаться на крышах зданий и сооружений ввиду экономии топлива и времени на транспортировку летательными аппаратами. В этой связи скоростная лифтовая коммуникация, преимущественно в вертикальном направлении будет играть роль незаменимого посредника между наземными, подземными и воздушными системами сообщения. Таким образом, транспортная система окончательно интегрируется в «тело» здания.

Города меняются, а вместе с ними меняются и все жизненно важные компоненты их функционирования. В будущем города продолжат концентрировать основное мировое население, тем самым будут усиливаться процессы их агломерационного разрастания и расширения. В этих условиях, чтобы оставаться жизнеспособными, города будут вынуждены направлять огромные ресурсы на развитие транспортного сектора. Как показывает практика, эксплуатация личного автотранспорта в современных условиях технологического развития и размеров крупнейших городов теряет свою актуальность. Со временем нишу обеспечения персональной мобильности будет занимать высокоорганизованная система общественного транспорта (роботизированное такси/автобусы, каршерринг, индивидуальные автоматические капсулы). Личный автотранспорт будет вытесняться в периферийные области городской среды и выполнять функцию транспортного коммуникатора городского ядра с окружающими территориями, включая междугородние поездки, поездки «на природу» и т.д. Возрастет роль и масштабы перехватывающих парковок, равно как и возможность быстрого комбинирования транспортных систем (интермодальные транспортные системы). Повышение приоритетности общественного транспорта будет стимулировать пешеходное передвижение в городском ядре. Высвобождение территориальных ресурсов от парковочной инфраструктуры в связи с заменой личного транспорта на роботизированные аналоги приведет к усилению развития общественных пространств городов, а с ними – улучшению качества, безопасности, экологичности и гуманности городской среды.

Наиболее вероятно, что внедрение инновационных систем общественного транспорта в градостроительную практику РФ в будущем будет происходить с учётом плотного взаимодействия между маршрутными и индивидуальными ТС. Маршрутные ТС возьмут на себя основную транспортную нагрузку обеспечения суточных маятниковых миграций. Индивидуальные ТС, имея меньшую провозную способность, будут дополнять маршрутные ТС, обеспечивая доступную персональную мобильность и занимая нишу, некогда доминировавшего личного транспорта. Вероятно, в северных городах РФ, ввиду более агрессивной климатической обстановки, индивидуальные ТС будут выполнять основную транспортную нагрузку, поскольку их использование сокращает необходимость пешего передвижения на открытом пространстве.

Большой потенциал для транспортного сектора РФ имеет развитие персональных летательных аппаратов и малой авиации в целом. Технологии доступной малой авиации способны связать огромные территории нашей страны, логистически объединить многочисленные разрозненные поселения в Сибири и на Крайнем Севере, наладить сети дальней коммуникации. Развитие беспилотных летательных дронов для доставки грузов может благоприятно отразиться на развитии дальних поселений и моногородов. В целом, ввиду большой сложности и высокой цены эксплуатации дорожной инфраструктуры РФ, в первую очередь связанной с её протяженностью и прохождением через зоны со сложными, неблагоприятными климатическими условиями, развитие доступных летательных аппаратов может быть наиболее целесообразным решением в обеспечении транспортной доступности и связности обширной территории РФ.

Развитие пассажирского и грузового трубного транспорта типа Hyperloop также имеет большой потенциал. Множество крупных городов РФ, являющихся столицами обширных субъектов федерации, находятся на значительном удалении друг от друга. Применение технологий пассажирского трубного транспорта способно сократить это расстояние для пассажиров, компенсировав его высокой скоростью и доступностью. Более того, необходимо отметить, что развитый трубный транспорт является спецификой РФ, однако с ориентацией на транспортировку энергоресурсов (нефтепроводы, газопроводы), а не пассажиров.

Основные выводы исследования сводятся к тому, что инновационное развитие систем общественного транспорта разделяется на маршрутные и индивидуальные транспортные системы. Это деление обуславливается спецификой задач, которые поставлены перед системами исходя из особенностей городской ситуации. Маршрутные ТС незаменимы в целях транспортировки колоссальных пассажиропотоков в условиях крупных городов, а также для междугороднего транспортного сообщения. Индивидуальные ТС занимают нишу обеспечения большего комфорта и разнообразия в выборе маршрута и процесса достижения цели поездки. Индивидуальные транспортные системы реализуют потребности пассажиров в большем контроле над собственной мобильностью и расширении вариативности городской мобильности. Индивидуальные системы не смогут соперничать с маршрутными системами в провозной мощности и скорости, но они будут являться незаменимым дополнением, расширяющим возможности общественного транспорта, делая его использование в городской черте целесообразнее и экономичнее в сравнении с личным автотранспортом, который постепенно будет терять доминирующую позицию.

Раскрытые в настоящей статье критерии инновационных транспортных систем дают общее представление о тех требованиях, которые предъявляются к современным высокоэффективным сетям общественного транспорта исходя из специфики современной цифровой экономики. Выполнение этих требований подразумевает тотальную централизацию управления системами городского транспорта на основе сложнейших вычислительных мощностей. Речь идёт о необходимости неизбежного использования искусственного интеллекта для поддержания эффективности и конкурентоспособности стремительно усложняющихся сетей интермодального общественного транспорта.

Активно развивающийся искусственный интеллект создаёт предпосылки к общей, либо частичной автоматизации городского общественного транспорта. Сегодня разрабатывается новое поколение квантовых процессоров, по своей производительности многократно превышающих скорость вычисления традиционных кремниевых процессоров, поэтому, скорее всего, квантовая архитектура компьютеров станет базой для искусственного интеллекта, массово управляющего транспортными средствами. В таких условиях совершенно очевидно, что общественные потребности в мобильности будут преобладать над личными потребностями в мобильности, даже несмотря на позитивное развитие индивидуальных общественных транспортных систем. Взаимосвязанная автоматическая работа централизованной системы максимально сокращает риск возникновения ДТП. Таким образом, преобладание автоматизированных систем в сфере общественного транспорта значительно повысит транспортную безопасность, равно как и общую безопасность городской среды.

Стремление к отказу от прямого человеческого вмешательства в управление транспортными средствами может привести к двум следствиям. С одной стороны, это значительно сократит стоимость проезда, но с другой стороны, создаст предпосылки к росту социальной напряженности ввиду сокращения рабочих мест. Есть основания предполагать, что рост подобной напряженности коснётся далеко не только сферы транспорта, но и сфер промышленного производства и услуг. Сегодняшняя тотальная компьютеризация – лишь первый шаг к массивному внедрению искусственного разума в различные сферы жизни города. Поэтому вторая половина XXI века, скорее

всего, войдёт в историю будущего как время отстранения от рутинного человеческого труда и роста социальной напряженности на почве противопоставления человеческого труда роботизированному.

Условное разделение на общественный транспорт обозримого и далёкого будущего также формирует представление об общем векторе развития городской мобильности. Транспортные сети далёкого будущего будут в большей степени зависеть от собственной инфраструктуры, тем самым сильнее интегрируясь в ткань и каркас городов, поощряя интенсивное уплотнение городского ядра и одновременно экстенсивное освоение прилегающих территорий с активным подключением городов-спутников к единой централизованной транспортной сети. Высока вероятность того, что специфика инфраструктуры общественного транспорта будет видоизменять и предопределять морфологические особенности городской ткани посредством утверждения логики линейного развития городских структур по горизонтали и по вертикали в случае активного освоения воздушного и подземного пространств.

Литература

1. Дудаков Д.С. Проблемы транспортного планирования в условиях развития современного градостроительства / Д.С. Дудаков // Architecture and Modern Information Technologies. – 2016. – №4(37). – С. 205-217 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marhi.ru/AMIT/2016/4kvart16/Dudakov/untitled.php>
2. Нордаль Д. Без машины? С удовольствием! Как сделать общественный транспорт привлекательным? / Д. Нордаль. – М.: Фонд содействия развитию городов "Городские Проекты Ильи Варламова и Максима Каца, 2016. – 188 с.
3. Холлис Л. Города вам на пользу: гений мегаполиса / Л. Холлис – М.: Strelka Press, 2015. – 432 с.
4. Вучик В. Транспорт в городах, удобных для жизни / В. Вучик. – М. : Территория будущего, 2011. – 425 с.
5. Берлин П.А. Городской общественный транспорт: как создать условия развития / П.А. Берлин // Транспорт российской федерации. –2012. – №3-4(40-41).
6. Cervero R. Planning and design for sustainable urban mobility: policy directions global report on human settlements / R. Cervero, H. Dalkmann, H. King R; United Nations Human.
7. Advancing public transport. Light rail: a tool to serve customers and cities/ Advancing public transport // knowledge brief of UITP. – 2016.
8. China's autonomous "rail bus" uses sensors to move along a road // Curbed [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.curbed.com/2017/11/6/16614986/zhuzhou-china-art-rail-bus>
9. Elon Musk's futuristic tunnel system looks both amazing and impossible // The Verge [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.theverge.com/2017/4/28/15476268/elon-musk-the-boring-company-car-tunnel-concept-video>
10. General Motors создаст сервис роботакси к 2019 году // Hi-tech mail.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.mail.ru/article/67117-general-motors-sozdast-servis-robotaksi-k-2019-godu/>

11. Introducing Virgin Hyperloop One // Hyperloop one: сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hyperloop-one.com/blog/introducing-virgin-hyperloop-one>
12. Local motors: сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://localmotors.com/meet-olli/>
13. Pop.Up: Urban transport reimagined // Airbus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://airbus-xo.com/pop-up-urban-transport-reimagined/>
14. Settlements Programme. 2013. – New York: Routledge, 2013. – 68 с.
15. Volvo станет первым поставщиком для роботакси Uber // Ведомости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/auto/articles/2017/11/20/742432-volvo-stanet-postavschikom-uber>
16. Автономный гигант: представлен автоматический карьерный самосвал Komatsu // Авто ревью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/avtonomnyy-gigant>
17. В Италии запретили Uber и другие подобные сервисы // VC.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/8377-no-uber-italy>
18. Гибель автопрома и экзоскелет. Какими будут Россия и мир в 2050 году // Hi-tech mail.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hi-tech.mail.ru/review/ian-pearson/?from=note>
19. Добыча сырья превратилась в высокотехнологичную индустрию // Хайтек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hightech.fm/2017/06/09/natural-resources>
20. Ликсутов: личный автомобиль в Москве является худшей инвестицией // Новости mail.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.mail.ru/society/30991305/?frommail=1>
21. ЛРТ: как легкий трамвай облегчит жизнь в Подмосковье // Риамо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://riamo.ru/article/128116/lrt-kak-legkij-tramvaj-oblegchit-zhizn-v-podmoskove.xl>
22. Найти город // UBER: сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.uber.com/ru/cities/>
23. Струнные технологии Юницкого: сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yunitskiy.com>
24. Футуролог Жан-Кристоф Бони - о том, как изменится мир за 30 лет // Hi-tech mail.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hi-tech.mail.ru/review/interview-jean-christophe-bonis/?frommail=1>
25. Multy//Thyssenkrupp: сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://multi.thyssenkrupp-elevator.com/en/>

References

1. Dudakov D.S. Problems of transport planning in the conditions of development modern urban planning. Architecture and Modern Information Technologies. 2016, no. 4(37), pp. 205-217. Available at: <http://marhi.ru/eng/AMIT/2016/4kvart16/Dudakov/untitled.php>

2. Nordahl D. *Problemy transportnogo planirovaniya v usloviyah razvitija sovremennogo gradostroitel'stva* [Without a car? With pleasure! How to make public transport attractive?] Moscow, 2016, 188 p.
3. Hollis L. *Goroda vam na pol'zu: genij megapolisa* [Cites are good for you, the genius of the metropolis]. Moscow, 2015, 432 p.
4. Vuchic V. *Transport v gorodakh, udobnykn dlya zhizni* [Transport in the liveable cities]. Moscow, 2011, 425 p.
5. Berlin P.A. *Gorodskoj obshhestvennyj transport: kak sozdat' usloviya razvitija* [City public transport: how to create conditions for development. Magazine Transport of the Russian Federation]. 2012, no. 3-4(40-41).
6. Cervero R., Dalkmann H., King H. Planning and design for sustainable urban mobility: policy directions global report on human settlements. United Nations Human.
7. Advancing public transport. Light rail: a tool to serve customers and cities. Advancing Public Transport. Knowledge Brief of UITP, 2016.
8. China's autonomous "rail bus" uses sensors to move along a road. Curbed. Available at: <https://www.curbed.com/2017/11/6/16614986/zhuzhou-china-art-rail-bus>
9. Elon Musk's futuristic tunnel system looks both amazing and impossible. The verge. Available at: <https://www.theverge.com/2017/4/28/15476268/elon-musk-the-boring-company-car-tunnel-concept-video>
10. General Motors will create a robotaxi service by 2019 .Hi-tech mail.ru. Available at: https://auto.mail.ru/article/67117-general_motors_sozdast_servis_robotaksi_k_2019_godu/
11. Introducing Virgin Hyperloop One. Hyperloop one. Available at: <https://hyperloop-one.com/blog/introducing-virgin-hyperloop-one>
12. Local motors. Available at: <https://localmotors.com/meet-olli/>
13. Pop.Up: Urban transport reimagined. Airbus. Available at: <http://airbus-xo.com/pop-up-urban-transport-reimagined/>
14. Settlements Programme. 2013. New York, Routledge, 2013, 68 p.
15. Volvo will be the first supplier for robotaxi Uber. Ведомости. Available at: <https://www.vedomosti.ru/auto/articles/2017/11/20/742432-volvo-stanet-postavschikom-uber>
16. Autonomous giant an automatic mining dump Komatsu. Auto revue. Available at: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/avtonomnyy-gigant>
17. In Italy banned Uber and other similar services.VC.RU. Available at: <https://vc.ru/8377-no-uber-italy>
18. The death of the car industry. What will be Russia and the world in 2050.Hi-tech mail.ru. Available at: <https://hi-tech.mail.ru/review/ian-pearson/?from=note>
19. Extraction of materials. High-tech. Available at: <https://hightech.fm/2017/06/09/natural-resources>

20. Liksutov: a personal car in Moscow is the worst investment. News mail.ru. Available at: <https://news.mail.ru/society/30991305/?frommail=1>
21. Light rail: how can it will ease the live near Moscow. Puamo. Available at: <https://riamo.ru/article/128116/lrt-kak-legkij-tramvaj-oblegchit-zhizn-v-podmoskove.xl>
22. Search the city. UBER. Available at: <https://www.uber.com/ru/cities/>
23. The string technologies of Unitsky. Available at: <http://www.yunitskiy.com>
24. Futurologist Lean-Christophe Boni about how the world will change in 30 years. Hi-tech mail.ru. Available at: <https://hi-tech.mail.ru/review/interview-jean-christophe-bonis/?frommail=1>
25. Multy. Thyssenkrupp. Available at: <https://multi.thyssenkrupp-elevator.com/en/>

ОБ АВТОРЕ

Дудаков Дмитрий Сергеевич

Аспирант, кафедра «Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: dim_dudakov@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR

Dudakov Dmitriy

Postgraduate Student, Chair «Town Planning», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: dim_dudakov@mail.ru