

С. А. НИКИШИН
Е. А. СУХИНИНА
С. Ф. ДЯДЧЕНКО

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА В РОССИИ

PROBLEMS OF ORGANIZATION AND DEVELOPMENT OF INFRASTRUCTURE FOR
ECO-FRIENDLY MODES OF TRANSPORT IN RUSSIA

Актуальность исследования обусловлена возрастающим интересом большинства крупных государств к сохранению окружающей среды и тенденцией к переходу на углеродно-нейтральные транспортные средства. Рассмотрены проблемы развития инфраструктуры для экологических видов транспорта. Оцениваются темпы роста количества электромобилей в зарубежных странах и уровень развития инфраструктуры для зарядных станций. Приводится их классификация и особенности архитектурных решений. Обосновывается необходимость изучения пользовательских сценариев при проектировании инфраструктуры зарядных станций с целью их наиболее эффективного размещения.

Ключевые слова: зарядные станции, экологичные виды транспорта, инфраструктура, электромобиль, архитектурно-планировочные решения, городская среда

Проблема сохранения природных ресурсов и повышения экологичности окружающей среды предопределяет необходимость применения экологических видов транспорта и формирования соответствующей инженерно-транспортной инфраструктуры в городской среде. Угроза последствий изменения климата вынуждает принимать радикальные решения по уменьшению выбросов углекислого газа в атмосферу. Так, к 2035 г. Евросоюз собирается запретить продажи новых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, на которые приходится значительная доля вредных выбросов. Ведущие страны мира активно вводят экологические льготы и регламентирующие нормы, инвестируют большие средства в развитие электротранспортной инфраструктуры. Катализатором к увеличению использования различных видов электротранспорта стали протоколы многочисленных экологических конференций (Киотский, Парижский протоколы), посвящённых улучшению качества окружающей

The article discusses the features of infrastructure development for eco-friendly modes of transport caused by the increasing interest of most large states in environmental conservation, and the associated accelerated transition to carbon-neutral modes of transport. The number of electric vehicles in a number of countries is estimated, and the level of infrastructure development of charging stations. Their classification and features of architectural solutions are considered. The necessity of applying a new approach in the design of infrastructure for charging stations, with an increase in their environmental friendliness and rationality of planning solutions, is substantiated.

Keywords: charging stations, eco-friendly modes of transport, infrastructure, electric vehicle, architectural and planning solutions, urban environment

среды и снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Подтверждением развития этого процесса в России является недавно принятая концепция развития и поддержки электротранспорта [1].

Тенденция экологически устойчивого развития в долгосрочной перспективе ведёт к отказу от автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. В связи с этим остро встаёт вопрос о необходимости организации и развития инфраструктуры для экологических видов транспорта в городском пространстве.

К экологичному «зелёному» транспорту можно отнести электромобили, «гибридные» автомобили, автомобили на водородном и ином «чистом» топливе, электрические средства индивидуальной мобильности (электровелосипеды, электросамокаты, моноколеса и др.).

Объект исследования – зарядные станции за рубежом и в России.

Предмет исследования – особенности архитектурно-планировочных решений и инфраструктуры для зарядных станций.

Цель исследования – анализ современных тенденций формирования транспортной инфраструктуры для электротранспорта с предложениями по её применению в российских городах.

Задачи исследования:

- изучить историю формирования и эволюции экологического транспорта;
- провести анализ мирового и отечественного опыта и современных тенденций развития инфраструктуры для экологически чистого транспорта;
- систематизировать современные подходы и определить концепцию формирования инфраструктуры зарядных станций в российских городах.

Говорить об удобстве городского пространства невозможно в отрыве от его транспортной системы, её организации и инфраструктуры. Согласно данным статистических исследований, большинство жителей крупных городов России проводят в транспорте от одного до двух и более часов в день, что совпадает со статистикой большинства других городов мира, Европы и США [2]. Однако транспортная инфраструктура выполняет не только роль объединения самых отдалённых районов и частей агломераций, но и образует городской каркас, где транспорт является, в том числе, и средовым элементом, а инфраструктура – формообразующим. Это помимо того, что транспортная система несёт в себе совокупность социокультурных, экономических и экологических факторов, формируя важнейшие для города коммуникационные направления, являющиеся одним из ключевых факторов развития его архитектуры. Поэтому на первый план выходят такие направления совершенствования транспортной системы мегаполиса, как удобство, доступность и устойчивость.

Изучение истории возникновения и эволюции транспортных средств показывает, что на определенных временных этапах приоритетными были именно чистые, «зелёные» транспортные средства – конные экипажи, трамваи и электромобили.

Можно выделить три ветви использования транспорта в городской среде, которые успешно продолжают существовать, дополняя друг друга, и по настоящее время. Первой появилась идея совместного использования городского транспорта – она появилась ещё до возникновения сложных технических транспортных средств на базе конных экипажей. Её родоначальником принято считать Блеза Паскаля. Именно он в XVII в. придумал систему перемещения по определённым городским маршрутам, доступную всем желающим пере-

двигаться из одной части города в другую, не прибегая к частному извозу. Благодаря этому изобретению городской транспорт впервые стал доступным [3, 4].

Далее следует выделить идею появления персонального транспорта, связанную с научно-технической революцией XIX в. Отнести к персональному транспорту стоит велосипедный транспорт. Принципы применения и направления развития инфраструктуры для велосипедистов также являются приоритетными направлениями урбанизации в сфере экологического развития мегаполисов. Сегодня наиболее развитая система велосипедного транспорта имеется в Дании и Нидерландах [5]. Развитием этих двух идей является современная система общественного моторного транспорта с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) на электротяге, включающая трамвайные и троллейбусные линии, метрополитен, автобусы, маршрутные такси, электробусы и прочие современные направления совместного использования транспорта.

На сегодняшний день, говоря об экологически чистом персональном транспорте, необходимо выделить электромобили. Электромобиль появился и широко распространился раньше машин с ДВС. Поэтому, если не учитывать крайне неэффективные конструкции паровых машин, то первые автомобили были именно экологичными. Позднее появились более привычные бензиновые автомобили. Однако после 1915 г. уровень продаж электромобилей резко сократился по причине удешевления производства и технического совершенствования конструкции ДВС. А к 1930 г. производство электромобилей практически прекратилось [6].

Начиная с 2010 г., политика ведущих стран мира постепенно стала меняться в сторону поддержки и развития экологичного транспорта. Наиболее приоритетным здесь вновь является электромобиль. Это обусловлено тем, что объем мировых выбросов углекислого газа (CO₂) с 2000 по 2007 г. возрос в четыре раза быстрее, чем в течение предыдущего десятилетия. Способность окружающей среды абсорбировать выбросы, при этом, прямо пропорционально уменьшается. На долю автомобильного транспорта приходится около 30 % выбросов углекислого газа [7], задача сделать его экологичнее является крайне значимой. По статистическим данным, объем мировых выбросов CO₂ достиг эквивалента 10 млрд т углерода, из которых 8,5 млрд т производится за счет сжигания топлива. В 2007 г. выбросы в Китае достигли 1,8 млрд т CO₂ против 1,59 млрд т в США, 432 млн т в России и 430 млн т в Индии (рис. 1).

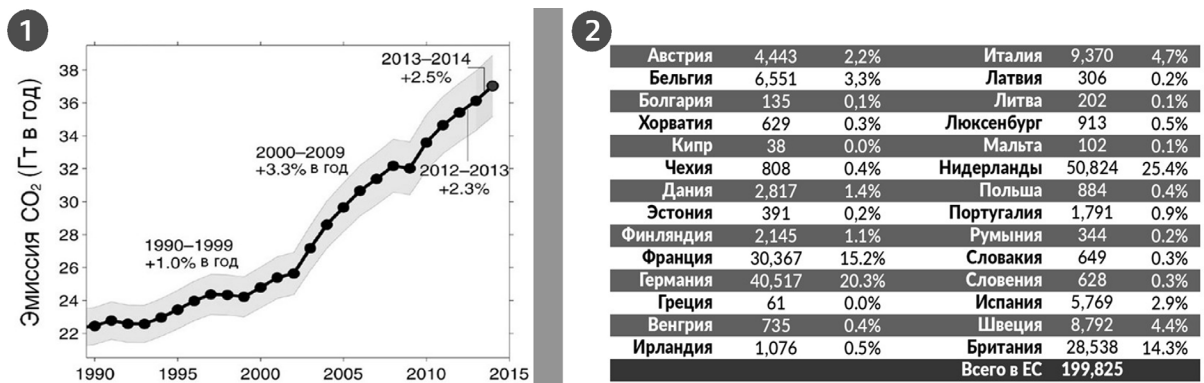


Рис. 1. Объем мировых выбросов углекислого газа:

- 1 – рост количества общемирового объема эмиссии CO₂ [7];
2 – количество зарядных пунктов в странах ЕС на 2019 год [8]

Развитие экологического движения было закреплено Киотским протоколом (позднее Парижским, основной целью которого стала договоренность о снижении выбросов парниковых (в том числе углекислого) газов в атмосферу). Разработанный в 1992 г. и вступивший в силу в 1999-м, по мере развития и встреч в 2003, 2005, и 2007 гг., к 2009 г. его подписали 192 государства. В современных условиях крупным мировым производителям транспортных средств приходится ориентироваться на планы и политику ведущих держав (ЕС, США, КНР), следовать трендам и перестраивать производство в соответствии с запросом общества. Так, подавляющее большинство автопроизводителей (ВЕС – BMW Group, Volvo, Volkswagen, бренды MercedesBenz, Citroën, Opel, Peugeot, Fiat. В Китае – FAW, BAIC и SAIC) заявляет о планах к 2025 г. увеличить объемы продаж электромобилей и «гибридов» до показателей с 30 до 70 % [9–12]. Интерес к электромобилям стимулируется требованиями Евросоюза к уменьшению количества выбросов углекислого газа для новых машин, вступившими в силу с 2020 г. На бензиновых двигателях таких результатов добиться труднее, и поэтому производителям выгоднее переходить на электромобили, чему также способствуют субсидии на покупку новых электромобилей, выплачиваемые во многих странах Европы. Так, в Германии компенсации доходят до 9000 евро [13]. Для успешной борьбы с глобальным потеплением к 2030 г. число электромашин, по прогнозам Международного энергетического агентства, должно достичь 230 млн.

Больше всего электромобилей сейчас в КНР – свыше 4,5 млн машин: за 2020 г. продано более 1,2 млн электромобилей, а за первое полугодие 2021 г. – 1,15 млн. Пекин планирует добиться нулевого выброса CO₂ от транспорта к 2060 г.

За 2020 г. в странах Евросоюза продано 1,4 млн электромобилей, стратегия развития предполагает выйти на «чистый ноль» к 2050 г. Лидерами по количеству стали Германия (около 400 тыс.), Франция (185 тыс.) и Великобритания (176 тыс.). За первое полугодие 2021 г. продано более 1 млн электромобилей. В 2020 г. каждый десятый проданный автомобиль имел электродвигатель. В ряде стран доля продаж электрокаров весьма велика: в Нидерландах – 25 %, в Швеции – 30%, в Исландии – 50%, в Норвегии – 75 % [14].

Немногим скромнее результаты в США: 295 тыс. проданных электромобилей в 2020 г. с долей в продажах чуть более 2 %. Но за первые шесть месяцев 2021 г. в Штатах продано больше электрокаров, чем за весь прошлый год (почти 300 тыс.). В 2020 г. в мире было куплено около 3 млн электромобилей. Прогнозы продаж на 2021–2022 гг. предсказывают двукратный рост. Всего на сегодняшний день в мире насчитывается около 16 млн электромобилей. Россия, по мнению Президента страны В.В. Путина, должна быть еще активнее в вопросах экологии. «Следующие 30 лет накопленный объем чистой эмиссии парниковых газов должен быть ниже, чем в Европе», – сказал глава государства в июне этого года, выступая на Петербургском экономическом форуме (ПМЭФ) [15].

Типы зарядных станций

Одним из основных факторов, препятствовавших распространению электротранспорта в начале XX столетия являлось отсутствие инфраструктуры, необходимой для его обслуживания. Длительное и технически сложное восполнение заряда аккумуляторов и отсутствие необходимой сети зарядных станций сделало электромобили неконкурентоспособными [6]. Сегодня говорить о планах перехода на электромобили неконкурентоспособными [6]. Сегодня говорить о планах перехода на электромобили неконкурентоспособными [6].

тромобили бессмысленно в отрыве от перспектив развития *инфраструктуры*, им требуется заряжаться в среднем каждые 200 км.

Инфраструктура зарядных станций является частью городской среды, созданной для обслуживания экологичного транспорта. Первые стандарты инфраструктуры зарядных станций были разработаны в США, где они подразделены на три уровня и обозначаются словом Level (табл. 1).

Необходимо уточнить разницу в типологии зарядных станций в США, ЕС, КНР и других странах. Всё дело в разделении мировых стандартов электросетей на 110 и 220 В.

В Европе разделение производят не по «уровням», а по «режимам». Их всего четыре и они обозначаются словом Mode (табл. 2).

Зарядные станции при проектировании можно разделить на станции «медленного» и «быстрого» типа, а также устройства зарядки от бытовых электросетей. Зарядные станции «медленного» типа обычно представляют собой терминал (техническое устройство, которое используется для взаимодействия пользователя с системой, предоставляющий электроэнергию для зарядки аккумуляторного электротранспорта), расположенный у парковочного места или в другом удобном для

Таблица 1

Стандарты для зарядных станций в США

Уровень	Основные характеристики	Пояснения
Level 1	Зарядные устройства от бытовой электросети, работающие от переменного тока силой 16 А и напряжением 120 В	Представляют собой переходник на обычную бытовую розетку, от которой автомобиль может заряжаться в гараже или отапливаемом паркинге. Поскольку их мощность не более 3 кВт, для полной зарядки требуется 8-12 ч
Level 2	Зарядные устройства «медленного типа», которые также подключаются к стандартной электросети, но рассчитаны на напряжение в 240 В Мощность – до 7–8 кВт·ч Переменный ток – до 30 А	При доступе к сети с данным напряжением, могут быть установлены также и у частных лиц. Время зарядки аккумуляторной батареи 4-6 ч
Level 3	Быстрые зарядные станции» прямого тока с параметрами: 480 В и до 135 кВт	Предусматривают различные виды разъёмов для разных моделей электромобилей (такие как американский стандарт SAE J1772 и европейские стандарты CHAdeMO, Mennekes). Среднее время заряда до 80 % происходит за 30-40 мин

Таблица 2

Типология зарядных станций по скорости зарядки

Тип	Основные характеристики
Mode 1 Станции от бытовой электросети	В данном режиме электротранспорт будет заряжаться 10-12 ч. Mode 1 аналогичен Level 1, исключая разницу в напряжении 220 В (по европейскому стандарту)
Mode 2 Станции «медленного типа»	Учитывается разница в напряжении трёхфазных сетей, используемых в ЕС, – 380 В. Переменный ток силой до 32 А. Применяется как в быту, так и в зарядочных комплексах
Mode 3 Станции «быстрого типа»	С переменным током силой до 63 А. Предусматривает совместимость с американским стандартом SAE J1772 при наличии такого типа разъёма. Мощность – до 43 кВт·ч. Продолжительность полной зарядки около 1 часа. Напряжение – 230 /380 В для трёхфазных сетей
Mode 4 Станции «быстрого типа», использующие прямой ток	Ёмкость накопителя среднестатистического электромобиля восстанавливается на 80 % за 30 мин и менее. Постоянный ток – до 400 А. Напряжение – до 600 В. Мощность – до 250 кВт·ч

зарядки месте. Зарядные станции «быстрого» типа могут представлять собой архитектурные сооружения или их комплекс, рассчитанный на зарядку нескольких транспортных средств одновременно, и включать, как правило, в себя сферу обслуживания автовладельцев или находиться в их непосредственной близости.

Аналогичное условное деление общепринято и применяется в российской концепции развития экологичного транспорта и инфраструктуры [1]. Относительно требований к электроустановкам на данный момент в РФ используется ГОСТ Р 50571.7.722-2017/МЭК 60364-7-722:2015, идентичный европейскому IEC 60364-7-722:2015, в котором приводятся следующие технические показатели:

- медленные электроразрядные станции – за 1 час получаемая энергия равна дистанции от 6 до 90 км (44 кВт·ч);

- быстрые электроразрядные станции – получение 90 % заряда батареи за 20 мин (150 кВт·ч) [1].

Помимо перечисленных выше типов, продолжаются разработки более быстрых зарядных станций для электромобилей. Однако, несмотря на преимущество в скорости заряда, станции «быстрого» типа пропорционально создают большую нагрузку на городские электросети, несут повышенную тепловую нагрузку на окружающую среду, сокращают срок службы аккумуляторов электромобилей и, соответственно, наносят больше ущерба экологии, а также являются менее рациональными при определённых сценариях применения.

Сегодня концепция «ускоренного развития» инфраструктуры для экологичного транспорта, реализуемая Западом и Китаем, предполагает «проактивную поддержку инфраструктуры, стимулирование спроса и ограничение на использование автомобильного транспорта с двигателем внутреннего сгорания».

Число зарядных станций общего доступа в мире достигло 1,3 млн единиц. Около 70 % – медленные зарядки, причем более половины приходится на Китай, где в 2020 г. их было около полумиллиона (в 2019 г. – 300 тыс.). Быстрых зарядок в Китае в прошлом году эксплуатировалось около 310 тыс. [16].

В США медленных зарядок 82 тыс., быстрых – 17 тыс. На развитие парка электромобилей Соединенные Штаты за 10 лет потратят, по данным Объединенного комитета по налогообложению Конгресса США, – около 15,6 млрд долл. 50 % этой суммы будет направлено на развитие инфраструктуры.

В Европе медленных станций около 250 тыс., 63 тыс. из которых приходится на лидера – Нидерланды. Быстрых зарядок в регионе – более

38 тыс. Ключевой для сектора документ – европейская директива «О развертывании инфраструктуры для альтернативных видов топлива», предполагает, что на 10 электромобилей должна приходиться одна зарядная станция. Но пока успехи разных стран Евросоюза неравномерны (рис. 1) [8].

Рассмотрим несколько примеров проектных решений зарядных станций.

Ключевой особенностью проекта архитектурного бюро COBE для трассы E20 (рис. 2) является его модульность и возможность создавать различные конфигурации зарядных станций на основе базовых элементов, тем самым создавая возможность адаптировать инфраструктуру зарядных станций под требования конкретной территории.

Также стоит отметить следующие примеры решений инфраструктуры зарядных станций (рис. 3).

Проект зарядной станции EIGHT Point One S для музея BMW AG в Мюнхене архитектурной студии LAVA характеризуется сложной скульптурной композицией, в которую встроен терминал зарядной станции для электромобилей, с внешней стороны которой смонтированы солнечные панели для генерации «чистой» энергии (рис. 3 (1)).

Проект зарядных станций студии MDT-Tech выполнен в комбинации материалов экологичного технического текстиля и металлоконструкции (рис. 3 (2)).

Проекты студии дизайна компании Hyundai Motor Company в Сеуле – пример решения зарядной инфраструктуры, включающий в себя зону ожидания, ресторан и небольшой магазин (рис. 3 (3)).

Зарядные комплексы норвежской компании MER выделяются специфичным национальным стилевым решением (рис. 3 (4)).

Одним из самых распространённых решений инфраструктуры в ЕС являются комплексы зарядных станций компании Fastned с определённым стилевым решением (рис. 3 (5)).

Примеры первых зарядных станций в России (рис. 3 (6,7)) пока не имеют ярко выраженного архитектурного облика и функционального наполнения в отличие от зарубежных аналогов.

Авторами в процессе анализа зарубежного и отечественного опыта выделено пять типов электроразрядных станций (рис. 4).

Концепция развития экологически чистого транспорта в России

Современные планы государственной поддержки электротранспорта (в частности распоряжение Правительства Российской Федерации

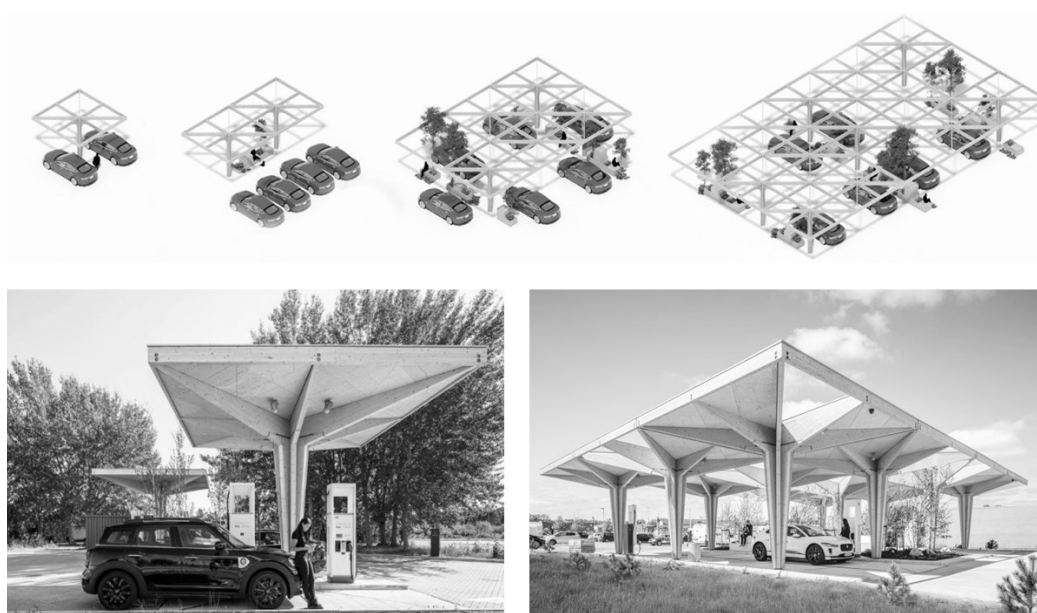


Рис. 2. Зарядные станции на трассе E20, ведущей в Санкт-Петербург, Дания



Рис. 3. Примеры решений инфраструктуры зарядных станций:

1 – зарядная станция EIGHT Point One S для музея BMW AG в Мюнхене, студия LAVA; 2 – зарядная станция, студия MDT-Tech; 3 – зарядная станция, Сеул, дизайн-студия от Hyundai Motor Company; 4 – зарядный комплекс норвежской компании MER; 5 – зарядный комплекс европейской компании Fastned; 6 – зарядная станция на базе возобновляемых источников (ГЭС) «РусГидро» во Владивостоке; 7 – зарядная станция компании ТюменьЭнерго в Югре

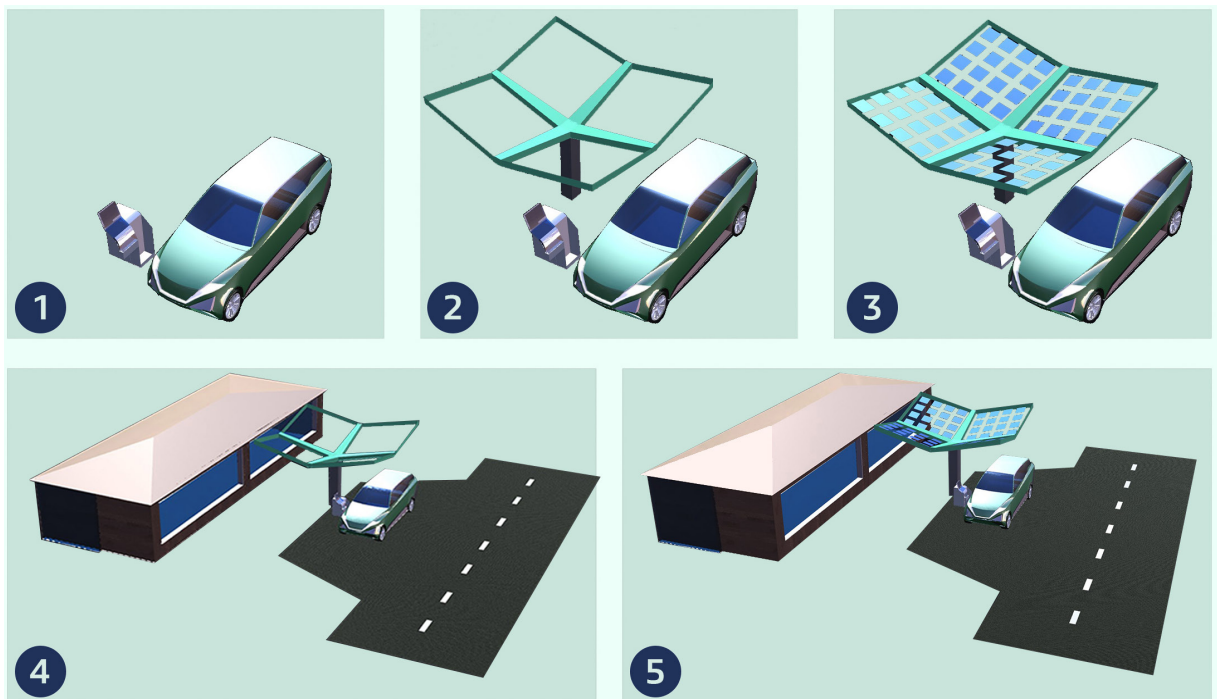


Рис. 4. Возможные типы электростанций:

1 – обычный терминал без дополнительных функций; 2 – терминал с модульным защитным навесом; 3 – терминал с модульным навесом из солнечных батарей; 4 – терминал с наличием зоны обслуживания автомобилистов (зона ожидания, кафетерий, магазин, ремонтная зона для автомобилей); 5 – терминал с наличием зоны обслуживания автомобилистов и применением углеродно-нейтральных альтернативных источников энергии

от 23 августа 2021 г. № 2290-р) предполагают необходимость развития инфраструктуры для нового типа транспортных средств. Практически полное отсутствие такого рода инфраструктуры, необходимой для реализации государственной политики, ставит ряд задач, требующих комплексного градостроительного, инженерного и архитектурно-средового осмысления.

Следует отметить интерес отечественных энергетических компаний, проявленный к развитию инфраструктуры зарядочных станций для экологичного транспорта. Необходимо выделить среди них энергетические компании, использующие возобновляемые природные источники энергии, например компанию РусГидро (см. рис. 3 (6, 7)). По мнению аналитика «ВТБ Капитал» В. Беспалова и председателя Ассоциации развития электромобильного, беспилотного и подключенного транспорта и инфраструктуры (АЭТИ) И. Гордеевой, важнейшим фактором, сдерживающим распространение экологичного транспорта в России, является практически полное отсутствие инфраструктуры [15].

«Концепцией по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на

период до 2030 года» предусмотрена постройка 144 тыс. зарядок – из расчета 10 электромобилей на одну станцию при ориентировочном показателе в 1,4 млн машин [1].

Из целевых показателей по развитию инфраструктуры следует, что к 2030 г. быстрых зарядных станций в стране должно быть не менее 29 тыс., а медленных – не менее 44 тыс. Общее количество станций – около 73 тыс. В Минэкономразвития в качестве базовых рассматриваются электростанции с двумя портами; таким образом, планируется ввод в эксплуатацию 146 тыс. зарядок. Размещать станции планируется в радиусе не более 7 км в городе и не более 100 км на трассах.

Сейчас в стране примерно 1,5 тыс. зарядок. На начало 2020 г. было 380. В 2022 г. их должно быть 1706. При этом в общественном доступе к началу года в России было только до 400 зарядных станций. В соотношении со странами ЕС количество зарядочной инфраструктуры к числу электромобилей в РФ показывает необходимость ускоренного развития этой сферы [8, 17–20].

Одной из проблем, требующих решения в рамках государственной политики по развитию экологичного транспорта, является

отсутствие норм технического регулирования и проектирования зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств [1]. При этом наиболее актуальными вопросами являются: установление порядка проектирования помещений парковочных пространств для электротранспортных средств, включая определение минимальной доли мест для электромобилей на парковках и автостоянках; внесение в существующие нормы требований по обязательному оснащению автозаправочных станциями для электротранспорта (дополнение технических требований к новым или реконструируемым автозаправочным комплексам в части их оборудования зарядными станциями); утверждение региональных нормативов градостроительного проектирования, предусматривающих нормы по выделению парковочных мест для электромобилей на парковках общего пользования [1].

Предложения по размещению инфраструктуры в российских городах

В первую очередь, решение о выборе места установки зарядного устройства быстрого или медленного типа при проектировании должно зависеть от анализа пользовательских сценариев эксплуатации электромобиля в городской среде, относительно предполагаемого места возведения инфраструктуры. Необходимо ориентироваться на состояние и нагрузку линий электрооборудования конкретно взятого места. Так, например, в сценарии использования «работа-дом» в большинстве случаев можно ограничиться зарядкой на парковке возле офиса. Или торгового центра при сценарии «поездки в торговый центр», где пользователь проводит время, достаточное для подзарядки батареи ТС. При этом такой способ не требует усиления мощности электросетей и значительных затрат на постройку крупных зарядных станций, можно ограничиться небольшим терминалом около парковки. В данном случае необходимые для пользователя задачи реализуются за счёт окружающей парковочное место городской среды. Тем не менее минимально востребованный для водителя набор функционала, в этом случае, не всегда и не в полной мере реализуется в сравнении с привычными для большинства пользователей углеводородными заправочными станциями.

Во-вторых, стоит учитывать, что наиболее востребованным случаем использования зарядной станции может являться необходимость быстрого и полного восполнения заряда аккумуляторов. Особенно это будет проявляться на междугородних направлениях и пригородных «кольцевых» магистралях. В таком случае, учитывая длительность восполнения заряда в 20–40 мин, пользователю необходимо иметь полно-

ценное архитектурное пространство, наделённое определённым набором функциональных зон для восполнения потребностей водителя – зона ожидания, кафетерий, магазин, гостиная, зона обслуживания для автомобилей и др. Большинство изученных и приведённых в данной статье зарубежных примеров спроектировано с учётом данных факторов, учитывая и опираясь на пользовательские сценарии использования электромобилей.

Таким образом, размещение зарядных станций для электромобилей требует серьёзной аналитики сценариев использования пользователем городской среды и особенностей эксплуатации транспортного средства. Сценарий должен исходить из возможностей размещения зарядных станций в городском (загородном) пространстве с учетом наличия необходимой энергетической инфраструктуры и пространственных возможностей.

Всесторонний анализ этих факторов и их органичное сочетание позволит обеспечить наиболее рациональное и оптимальное, с точки зрения экологического аспекта, проектирование, органичное размещение объектов инфраструктуры в городской среде, транспорта будущего.

Заключение. Учитывая, что ведущие страны Европы, США, Китай активно способствуют развитию электромобильного транспорта и объектов его инфраструктуры, в ближайшие годы возможен «взрывной» рост числа электромобилей в мире и достаточно быстрое вытеснение ими машин с двигателями внутреннего сгорания. Программа государственной поддержки электротранспорта в России также предполагает развитие «зелёного» транспорта и, в первую очередь, создание инфраструктуры для нового типа транспортных средств. В любом случае стабильное и постоянное увеличение парка электромобилей в стране уже в ближайшее время актуализирует потребность в проектировании и строительстве современной инфраструктуры для экологических видов транспорта.

Учитывая приведённые факторы, в данной статье проанализирована динамика роста количества электромобилей, изучены и сопоставлены показатели развития инфраструктуры для их эксплуатации в России и за рубежом. Проведена первичная систематизация типов зарядных станций, предложен подход к разработке архитектурных решений заправочных комплексов исходя из сценариев использования электромобилей их владельцами, современных экологических требований и наличия надежных источников энергоснабжения на месте планируемого строительства объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 года [Электронный ресурс] URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJjt.pdf>.
2. The Boston Consulting Group [Электронный ресурс] URL: <http://www.bcg.fr/documents/file220830.pdf>.
3. Randy Alfred, March 18, 1662: The Bus Starts Here ... in Paris [Электронный ресурс] URL: <https://www.wired.com/2008/03/march-18-1662-the-bus-starts-here-in-paris/>.
4. General Transport Histories. The Horse Bus 1662-1932 [Электронный ресурс] URL: <https://petergould.co.uk/generalhistory/horsebus/>.
5. Olufolajimi Oke, Kavi Bhall, David C. Love, Sauleh Siddiqui Tracking global bicycle ownership patterns Journal of Transport & Health, 2015; 2 (4): 490 DOI: 10. 1016/j.jth.2015.08.006 [Электронный ресурс] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214140515006787>.
6. Dan Albert //Are We There Yet?: The American Automobile Past, Present, and Driverless / W. W. Norton & Co./ 2019 – P. 386.
7. Gilfillan D; Maryland G; Bowden T; Andres R, Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions: 1751-2017. CDIAC-FF, Research Institute for Environment, Energy, and Economics, Appalachian State University. doi:10.15485/1712447 [Электронный ресурс] URL: <https://data.ess-dive.lbl.gov/view/doi:10.15485/1712447>.
8. The European Automobile Manufacturers' Association, or ACEA, Making the transition to zero-emission mobility – 2019 progress report [Электронный ресурс] URL: <https://www.acea.auto/publication/making-the-transition-to-zero-emission-mobility-2019-progress-report/>.
9. Константин Болотов. Volvo станет чисто электрическим брендом к 2030 году [Электронный ресурс] URL: <https://www.drive.ru/business/volvo/5fc88468ec05c4a16f000029.html>.
10. Леонид Попов. Компания Mercedes-Benz детализовала электрический план [Электронный ресурс] URL: <https://www.drive.ru/news/mercedes/60fa5761942f87108080ee4c.html>.
11. Леонид Попов. Группа Volkswagen увеличит число заводов по выпуску электрокаров [Электронный ресурс] URL: <https://www.drive.ru/news/volkswagen/5aa8c1f9ec05c48f4b000043.html>.
12. Keith Bradsher. As Cars Go Electric, China Builds a Big Lead in Factories [Электронный ресурс] URL: <https://www.nytimes.com/2021/05/04/business/china-electric-cars.html>.
13. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle //Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge//Leitungsstab Presse- und Öffentlichkeitsarbeit - Eschborn 2021 - S. 48.
14. Global EV Sales for 2021 H1. [Электронный ресурс] URL: <https://www.ev-volumes.com/>.
15. Анна Панфилова. Не въезжаем. В России разработали план перехода на электромобили. Что с ним не так? [Электронный ресурс] URL: <https://lenta.ru/articles/2021/09/28/ev/?from=RCM-0B25>.
16. International Energy Agency, Global EV Outlook 2021 г. [Электронный ресурс] URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/prospects-for-electric-vehicle-deployment>.
17. Экологичность и безопасность: как транспорт формирует гуманную городскую среду [Электронный ресурс] URL: <https://daily.afisha.ru/cities/16478-ekologichnost-i-bezopasnost-kak-transport-formiruet-gumannuyu-gorodskuyu-sredu/>.
18. The official website of the White House, FACT SHEET: President Biden Announces Support for the Bipartisan Infrastructure Framework [Электронный ресурс] URL: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/06/24/fact-sheet-president-biden-announces-support-for-the-bipartisan-infrastructure-framework/>.
19. Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure Text with EEA relevance [Электронный ресурс] URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=en>.
20. The official U.S. government source for fuel economy information, Where the Energy Goes: Electric Cars [Электронный ресурс] URL: <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv-ev.shtml>.

REFERENCES

1. *Rasporiyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 23 avgusta 2021 goda № 2290-r* [Decree of the Government of the Russian Federation of August 23, 2021 № 2290-r]. Available at: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJjt.pdf>. (in Russian) (accessed 17 October 2021).
2. The Boston Consulting Group. Available at: <http://www.bcg.fr/documents/file220830.pdf>. (accessed 17 October 2021).
3. *Ekologichnost' i bezopasnost': kak transport formiruet gumannuyu gorodskuyu sredu* (Environmental friendliness and safety: how transport creates a humane urban environment) Available at: <https://daily.afisha.ru/cities/16478-ekologichnost-i-bezopasnost-kak-transport-formiruet-gumannuyu-gorodskuyu-sredu/>. (accessed October 17, 2021)
4. Randy A. March 18, 1662: The Bus Starts Here ... in Paris. Available at: <https://www.wired.com/2008/03/march-18-1662-the-bus-starts-here-in-paris/>. (accessed 17 October 2021).
5. General Transport Histories. The Horse Bus 1662-1932. Available at: <https://petergould.co.uk/generalhistory/horsebus/>. (accessed 17 October 2021).
6. Oke O., Bhall K., David C., Siddiqui S. Tracking global bicycle ownership patterns Journal of Transport

& Health. 2015. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214140515006787>. (accessed 17 October 2021). DOI: 10.1016/j.jth.2015.08.006

7. Albert D. Are We There Yet?: The American Automobile Past, Present, and Driverless. W.W. Norton & Co., 2019. 386 p.

8. The official U.S. government source for fuel economy information, Where the Energy Goes: Electric Cars Available at: <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv-ev.shtml>. (accessed 17 October 2021).

9. Gilfillan D., Maryland G., Bowden T., Andres R. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions: 1751-2017. CDIAC-FF, Research Institute for Environment, Energy, and Economics, Appalachian State University. Available at: <https://data.ess-dive.lbl.gov/view/doi:10.15485/1712447>. DOI: 10.15485/1712447 (accessed 17 October 2021).

10. Bolotov K. *Volvo stanet chisto elektricheskim brendom k 2030 godu* [Volvo will become a purely electric brand by 2030]. Available at: <https://www.drive.ru/business/volvo/5fc88468ec05c4a16f000029.html>. (accessed 17 October 2021).

11. Popov L. *Kompaniya Mercedes-Benz detalizovala elektricheskii plan* [Mercedes-Benz has detailed the electrical plan]. Available at: <https://www.drive.ru/news/mercedes/60fa5761942f87108080ee4c.html>. (accessed 17 October 2021).

12. Popov L. *Gruppa Volkswagen uvelichit chislo zavodov po vypusku elektrokarov* [The Volkswagen Group will increase the number of factories for the production of electric cars]. Available at: <https://www.drive.ru/news/volkswagen/5aa8c1f9ec05c48f4b000043.html>. (accessed 17 October 2021).

13. Bradsher K. As Cars Go Electric, China Builds a Big Lead in Factories. Available at: <https://www.nytimes.com/2021/05/04/business/china-electric-cars.html>. (accessed 17 October 2021).

14. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. *Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge. Leitungsstab Presse- und Öffentlichkeitsarbeit*. Eschborn, 2021. 48 p.

15. Global EV Sales for 2021 H1. Available at: URL: <https://www.ev-volumes.com/>. (accessed 17 October 2021).

16. The official website of the White House, FACT SHEET: President Biden Announces Support for the Bipartisan Infrastructure Framework. Available at: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/06/24/fact-sheet-president-biden-announces-support-for-the-bipartisan-infrastructure-framework/>. (accessed 17 October 2021).

17. Panfilova A. *Ne v'ezzhaem. V Rossii razrabotali plan perekhoda na elektromobili. Chto s nim ne tak?* [We are not entering. Russia has developed a plan for the transition to electric vehicles. What's wrong with it?]. Available at: <https://lenta.ru/articles/2021/09/28/ev/?from=RCM-0B25>. (accessed 17 October 2021).

18. International Energy Agency, Global EV Outlook 2021. Available at: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/prospects-for-electric-vehicle-deployment>. (accessed 17 October 2021).

19. The European Automobile Manufacturers' Association, or ACEA, Making the transition to zero-emission mobility – 2019 progress report Available at: <https://www.acea.auto/publication/making-the-transition-to-zero-emission-mobility-2019-progress-report/>. (accessed 17 October 2021).

20. Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure Text with EEA relevance Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=en>. (accessed 17 October 2021).

Об авторах:

НИКИШИН Сергей Алексеевич

аспирант кафедры архитектуры
Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.
410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Email: Sergei.7090@mail.ru

NIKISHIN Sergey A.

Postgraduate Student of the Architecture Chair
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov
410054, Saratov, Politechnicheskaya str., 77
Email: Sergei.7090@mail.ru

СУХИНИНА Елена Александровна

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры
архитектуры
Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.
410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77
E-mail: arx-art-lena@yandex.ru

SUKHININA Elena A.

PhD in Architecture, Associate Professor of the
Architecture Chair
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov
410054, Saratov, Politechnicheskaya str., 77
E-mail: arx-art-lena@yandex.ru

ДЯДЧЕНКО Сергей Федорович

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры
архитектуры
Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.
410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77
E-mail: dsf1953@yandex.ru

DYADCHENKO Sergey F.

PhD in Architecture, Associate Professor of the
Architecture Chair
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov
410054, Saratov, Politechnicheskaya str., 77
E-mail: dsf1953@yandex.ru

Для цитирования: Никишина С.А., Сухинина Е.А., Дядченко С.Ф. Проблемы организации и развития инфраструктуры для экологических видов транспорта в России // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2. С. 175–185. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.22.

For citation: Nikishina S.A., Sukhinina E.A., Dyadchenko S.F. Problems of Organization and Development of Infrastructure for Eco-Friendly Modes of Transport in Russia. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 175–185. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.22.