

УДК 629.341.02-83

**Коган Дмитрий Борисович**

кандидат экономических наук, доцент,  
кафедра техносферной безопасности,  
Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет (МАДИ)  
dikbor12@bk.ru

**Dmitry V. Kogan**

Candidate of Science, Economics, Associate Professor,  
Chair of Technosphere safety, The Moscow Automobile  
and Road Construction University  
dikbor12@bk.ru

## **ФОРМИРОВАНИЕ ГИБКОЙ СИСТЕМЫ УСТОЙЧИВОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОБУСОВ**

**Formation of a flexible system of sustainable transport on the basis of electrobus**

***Аннотация.** В статье рассматриваются принципы формирования гибкой системы устойчивого транспорта на основе электробусов для осуществления массовых пассажирских перевозок в городах. Автор отмечает, что экологически чистые («зеленые») транспортные средства составляют основу, получившей в последние годы развитие концепции устойчивого транспорта, призванной обеспечить решение проблемы мобильности (передвижения) человека. Устойчивый транспорт – это система транспортного обслуживания населения, обеспечивающая безопасное, своевременное, комфортабельное и экономически целесообразное перемещение человека с целью удовлетворения его жизненных потребностей.*

***Ключевые слова:** мобильность, система, устойчивый транспорт, электробус, государственно-частное партнерство.*

***Annotation:** The article considers principles of formation of flexible system of sustainable transport on the basis of electro for realization of mass passenger transportations in cities. The author notes that eco-friendly (green) vehicles form the basis in recent years, the concept of sustainable transport development, designed to provide a solution to the problem of mobility (movement). Sustainable transport is a system of transport services to the public, providing a safe, timely, comfortable and cost-effective movement of persons for the purpose of satisfying its necessities*

***Keywords:** mobility, system, sustainable transport, electrobus, public-private partnership.*

**Введение**

Постоянный объективный рост мобильности городского населения с целью удовлетворения различных жизненных потребностей людей связан с процессом предоставления транспортных услуг. В современных условиях для решения данной проблемы используется массовый городской пассажирский транспорт (городской транспорт общего пользования), основу которого составляют автомобильные транспортные средства различной пассажироместимости – автобусы. Эксплуатация автобусов, оснащенных двигателями внутреннего сгорания, сопровождается различными видами загрязнения окружающей среды (прежде всего отработавшими газами), что привело к необходимости разработки и внедрения экологически чистых транспортных средств, на которых применяются электрические источники энергии – электробусов.

Необходимо отметить, что экологически чистые («зеленые») транспортные средства составляют основу, получившей в последние годы развитие концепции устойчивого транспорта, призванной обеспечить решение проблемы мобильности (передвижения) человека. Устойчивый транспорт – это система транспортного обслуживания населения, обеспечивающая безопасное, своевременное, комфортабельное и экономически целесообразное перемещение человека с целью удовлетворения его жизненных потребностей.

Для создания систем устойчивого транспорта используются различные виды и типы подвижного состава, предназначенные как для индивидуального, так и для коллективного (общего) пользования. При этом, массовые пассажиропотоки способен освоить только транспорт общего пользования с применением транспортных средств, обеспечивающих перевозку достаточно большого количества пассажиров.

Приоритет экологической составляющей в концепции устойчивого транспорта задает тренд на использование в качестве подвижного состава для городских пассажирских перевозок машин с минимальным отрицательным воздействием на окружающую среду. При этом, оценка экологической безопасности должна включать не только потенциальную опасность для здоровья водительского состава [1], а рассматриваться как комплексная безопасность транспортной системы в целом.

На сегодняшний день такими транспортными средствами являются электробусы. Электробус (электрический автобус) – автономное безрельсовое транспортное средство, предназначенное для перевозки 7 и более пассажиров, приводимое в движение с помощью тягового электропривода, электрическая энергия для которого находится на борту в накопителе с возможностью подзарядки. Автономность электробуса обеспечивает по сравнению с другими видами транспорта общего пользования эффективную реализацию принципа перемещения человека «от двери до двери», т.е. с минимальными затратами времени для доступа к объекту транспортной инфраструктуры (остановочному пункту). Однако данное преимущество в значительной степени нивелируется относительно небольшим по сравнению с автобусами, оснащенными

двигателями внутреннего сгорания, запасом хода на одной зарядке топливных элементов (аккумуляторных батарей), что требует их регулярной и продолжительной подзарядки.

Технико-экономические показатели современных аккумуляторных батарей для электромобилей и доступные на сегодняшний день технологии их зарядки не позволяют осуществлять данную процедуру в сжатые сроки. По сравнению с автомобилями, у которых время заправки топливного бака бензином или дизельным топливом составляет несколько минут, по данным ресурса [2] зарядка аккумуляторных батарей электробуса от стандартной сети переменного тока составляет 4 – 10 ч. При использовании продвинутых форматов зарядки аккумуляторных батарей электробусов, таких как ультрабыстрая зарядка на маршруте (OC) или динамическая зарядка при движении по участку контактной сети (ICM), требуется значительно меньше времени на зарядку, но и запас хода на одной зарядке в этих случаях снижается в несколько раз (см. Таблицу). Кроме того, применение данных типов зарядки требует создания соответствующей стационарной транспортной инфраструктуры в виде станций ультрабыстрой зарядки на маршрутах, или контактной сети с подстанциями аналогичных троллейбусным. Кроме того, при соответствующем конструктивном подходе на электробусах возможно реализовать концепцию экспресс-замены блоков батарей (Battery Swap), но для этого потребуются создание и определенной инфраструктуры (сервисных станций), и обменного фонда аккумуляторных батарей.

Характеристики форматов зарядки электробусов

Условное обозначение	Расшифровка (перевод)	Время готовности к эксплуатации*, ч	Пробег, км
ONC	Overnight Charging (ночная медленная зарядка)	4 - 10	до 200
OC	Opportunity Charging (ультрабыстрая зарядка на маршруте)	0,1 – 0,5	20 - 70
IMC	In Motion Charging (динамическая зарядка при движении по участку контактной сети)	во время движения по маршруту	по участку контактной сети
BS	Battery Swap (заменяемая батарея)	0,15 – 0,25	до 200

\* время необходимое для размещения в транспортном средстве количества энергии, обеспечивающего максимальные функциональные возможности машины

Получившая наибольшее распространение медленная зарядка (ONC) обеспечивает пробег электробуса около 200 км. Для сравнения стандартный городской автобус с дизельным двигателем на одной заправке способен преодолеть свыше 1200 км. Однако, учитывая данные о среднесуточных пробегах парка автобусов и троллейбусов в крупных городах Российской Федерации (для автобусов 165 – 232 км, для троллейбусов около 175 км), запаса

хода при использовании зарядки ОНС вполне достаточно для обычных условий повседневной эксплуатации электробусов на городских маршрутах.

В связи с вышеизложенным следует отметить, что в настоящее время используется два подхода к созданию электробусов. Первый состоит в трансформации (переделке) уже выпускаемых автомобильной промышленностью автобусов в электробусы путем установки соответствующего оборудования. Второй подход заключается в разработке оригинальных машин с целью оптимизации характеристик подвижного состава с электроприводом.

Между тем, концепция устойчивого транспорта не ограничивается только требованием экологической безопасности подвижного состава, а в качестве обязательной составляющей содержит требование надежности соответствующих транспортных услуг, обеспечивающих высокий уровень мобильности населения. В основе надежности транспортного обслуживания лежит доступность специфического товара – транспортной услуги, что подразумевает, как реальную возможность использовать для организации поездки конкретный вид транспорта (физическая доступность), так и соразмерную стоимость поездки на этом виде транспорта (экономическая доступность). Определяющими количественно-качественными показателями физической доступности являются:

- интервал движения подвижного состава на маршруте (непосредственно влияющий на время ожидания транспортного средства пассажиром на остановочном пункте);

- наполнение подвижного состава (количество пассажиров на 1м<sup>2</sup> пола салона транспортного средства).

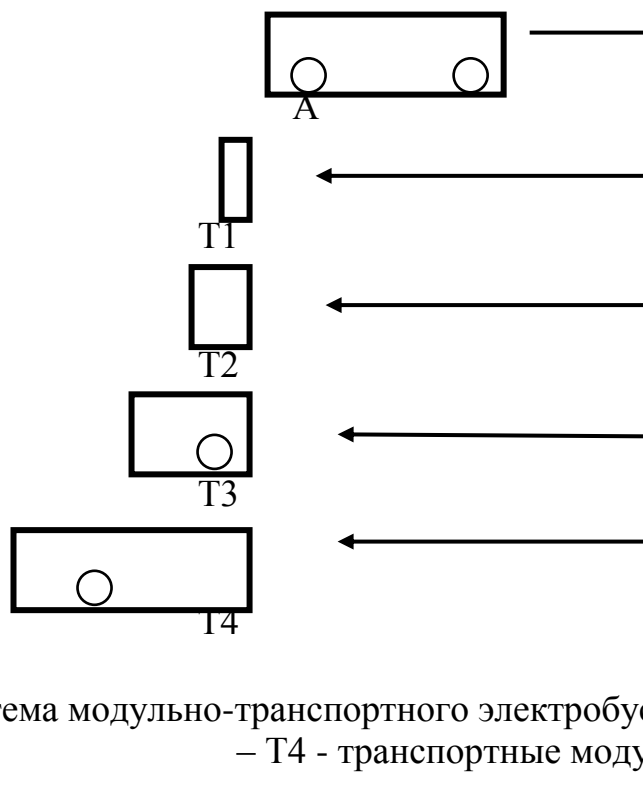
Применяемые в настоящее время электробусы (как и все виды городского транспорта общего пользования) не в состоянии обеспечить полноценную физическую доступность на протяжении суток вследствие неравномерности пассажиропотоков. Неравномерность пассажиропотоков по времени суток вызвана социально-экономическим устройством жизнедеятельности человека, связанным с необходимостью осуществления различных процессов группами людей в определенных пространственно временных рамках (работа коллективов различных предприятий, организация массового отдыха и т.д.).

Объективное наличие неравномерности потока пассажиров по времени суток ведет к неравномерности спроса на транспортное обслуживание, характеризующегося значительным разбросом количества перевозимых пассажиров в течение работы того или иного маршрута соответствующего вида транспорта. Необходимость удовлетворения столь неравномерного спроса на городские пассажирские перевозки заставляет транспортные предприятия формировать такое экономически обоснованное предложение по транспортному обслуживанию, при котором большая часть времени функционирования маршрутов осуществляется либо с переполнением салонов транспортных средств (перевозки в «часы пик»), либо с неприемлемо

увеличенными интервалами движения подвижного состава (перевозки в межпиковое время).

Следовательно, достижение надежности устойчивого транспорта состоит в гармонизации показателей интервала движения и наполнения подвижного состава в пределах соответствующих нормативов на протяжении всего времени функционирования маршрутов. Другими словами, речь идет о создании гибкой системы городского общественного транспорта, способной адекватно реагировать (приспосабливаться) к изменению пассажиропотоков на протяжении суток посредством предоставления в определенные периоды времени провозных возможностей (предложения транспортных услуг), соответствующих фактическому количеству пассажиров (спросу на транспортные услуги).

Применительно к электробусам для создания подобной гибкой системы целесообразно использовать предложенную автором концепцию модульно-транспортного городского автобуса [3, 4]. Основываясь на модульном принципе в эксплуатации автомобильных транспортных средств, исходная система модульно-транспортного электробуса должна состоять из «активного» модуля – непосредственно самого электробуса, оснащенного двигательной установкой и рабочим местом водителя, а также четырех «транспортных» модулей, обеспечивающих оперативную (в соответствии с изменением пассажиропотока на маршруте) трансформацию общей вместимости каждой единицы подвижного состава от 68 до 205 человек (см. Рис).



Система модульно-транспортного электробуса: А – активный модуль; Т1 – Т4 - транспортные модули

В результате становится возможным стабилизировать как интервал движения, так и наполнение подвижного состава, в соответствии с установленными нормативами на протяжении всего времени работы городских автобусных маршрутов.

### **Заключение**

Использование модульного принципа в эксплуатации для разработки и производства электробусов обеспечит реальную возможность создания в городах гибких систем устойчивого транспорта, обеспечивающих высокую индивидуальную мобильность населения на основе городского транспорта общего пользования.

Для практической реализации данного проекта целесообразно использовать схему государственно-частного партнерства, при которой проектирование и производство модульно-транспортных электробусов осуществляется государственными предприятиями, а последующая эксплуатация гибкой системы устойчивого транспорта частными перевозчиками на основе аренды подвижного состава.

### **Литература:**

1. Экологическая безопасность автобусных маршрутов. Трофименко Ю.В., Григорьева Т.Ю. Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). 2005. № 5, С. 84 - 90.

2. [www.evopro.hu/hu](http://www.evopro.hu/hu) – сайт группы компаний evopro.

3. Коган Д.Б. Исследование социально-экономической эффективности использования модульного принципа в эксплуатации городских автобусов. Автореферат дисс. ... канд. экон. наук. – М., 1991. – 19 с.

4. Коган Д. Homo mobilis – человек мобильный. Автомобильный транспорт. 2016. №1, С. 32 - 37.

### **literature**

1. Ecological safety of bus routes. Trofimenko Y.V., Grigoreva T.Y. «VESTNIK MOSKOVSKOGO AVTOMOBILNO-DOROZHNOGO GOSUDARSTVENNOGO TEHNICHESKOGO UNIVERSITETA (MADI)». 2005, NUMBER 5, P. 84 - 90.

2. [www.evopro.hu/hu](http://www.evopro.hu/hu) – Group of companies website evopro.

3. Kogan D.B. A study on the socio-economic efficiency of the modular principle in the operation of urban buses. Abstract Diss. ... Cand. Econ. Sciences. - M., 1991. - 19 p.

4. Kogan D. Homo mobilis - people mobile. Car transport. 2016. NUMBER 1, P. 32 - 37.