

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕВРОПЕЙСКИХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ****Э. В. Савёлова, А. Ф. Винаков, И. В. Меркулов, В. С. Талпа***Одесский национальный политехнический университет*

**Аннотация.** В обзорной статье приводится сравнение современных европейских электромобилей фирм Opel Ampera, BMW, Renault с электромобилями Tesla Motors и Nissan Leaf. Приведены тактико-технические данные этих электромобилей. Показано, что магнаты автомобилестроения повернулись лицом к электромобилю. Он надёжный, экономичный и главное экологически безопасный, что безусловно приведёт к вытеснению им автомобилей с двигателями внутреннего сгорания.

**Ключевые слова:** электромобиль, Opel Ampera, BMW, Renault, экологическая безопасность, тяговый электромотор, максимальный запас хода, время разгона.

**Введение**

Так как долгое время дизельное топливо считалось экологически чистым, мировые автопроизводители в борьбе за чистоту окружающей среды вкладывали средства в развитие авто с дизельными двигателями.

Действительно, дизельные двигатели более экологичные с точки зрения выбросов газов, вызывающих парниковый эффект, но исследования показали, что выделяемые при работе такого двигателя диоксид азота и твердые частицы сажи смертельно опасны для астматиков и аллергиков, приводят к росту инфарктов, инсультов, развитию сахарного диабета. Вдыхание воздуха, содержащего пары дизельного топлива сопоставимо с пассивным курением (т.е. способно вызвать образование раковых клеток в лёгких)[1].

Опираясь на эти факты и скандал с концерном Volkswagen, намеренно занижавшим показатели выбросов вредных веществ во время тестов, Еврокомиссия с 2020 года вводит в действие нормы, сокращающие уровень выбросов на треть, что превышает возможности дизельного двигателя, грозит запретить выпуск таких авто и установить обязательные квоты на выпуск минимальных партий электромобилей.

Компании одна за другой начинают отказываться от разработки новых дизельных агрегатов, на смену которым приходят электрокары. Практически все крупные европейские концерны уже представили свои электрические концепты: Opel Ampera-e с запасом хода более 400 км, линейка BMW i-мобилей, Volkswagen e-up, Renault Zoe, Citroen C-Zero, Audi Q6 E-Tron Quattro...

© Савёлова Э. В., Винаков А. Ф.,  
Меркулов И. В., Талпа В. С., 2018

**Цель работы**

Показать возможности современных электромобилей, выпускаемых крупными европейскими концернами, на примере серийных моделей фирм: Opel Ampera, BMW, Renault.

**Материалы исследований**

Илон Маск, создавая электромобиль Tesla Model, преследовал следующие цели. Во-первых, создать машину, не уступающую по основным параметрам автомобилям, работающим на бензине и дизельном топливе. Дело в том, что противники электромобилей (компании по добыче и переработке нефти), убеждали покупателей электромобилей, что электромобиль не сможет ездить по городу, так как его низкая скорость и, главное, большое время разгона, будут создавать аварийные ситуации на дорогах. Поэтому, главной целью было обеспечить время разгона не хуже, а лучше чем у автомобилей на дизельном топливе[2, 3]. И действительно, время разгона до 100 км/ч за 3,8 с, это лучше, чем у автомобилей ведущих фирм в начале двадцать первого века. Второй пункт в концепции Илона Маска - никаких гибридов, только электромобили. Европейские гиганты автомобилестроения долгое время разрабатывали и выпускали автомобили гибриды [4], но ужесточение в Европе требований к экологии в городах заставило пересмотреть свои концепты и начать выпуск электрокаров.

В электромобилях, как и в автомобилях, остаётся логическое противоречие между техническими характеристиками и стоимостью. Чем больше возможности электромобиля, тем он дороже [2, 3]. Тем более что львиная доля стоимости электромобиля приходится на аккумуляторную батарею, а от ёмкости батареи зависит максимальный запас хода и время разгона и т.д.

## Технические характеристики электромобилей Европы

Автомобиль	Opel Ampera	BMW	Renault
Название модификации	Ampera-e	i3s / i3	Zoe
Тип кузова	Хэтчбек	Хэтчбек	Хэтчбек
Число мест	5	5	5
Длина, мм	4164	4011	4084
Ширина, мм	1854	1775	1730
Высота, мм	1594	1578	1562
Колесная база, мм	2600	2570	2588
Снаряженная масса, кг	1616/ 2056	1320	1480
Тяговый электромотор передний	синхронный трехфазный электродвигатель с постоянными магнитами	синхронный переменного тока	синхронный индуктивный электродвигатель с постоянными магнитами
Расположение	поперечно во фронтальной части	поперечно	спереди, поперечно
Макс. мощность, л. с. (кВт)	204 (150)	184 / 170(125)	92 (68)
Макс. крутящий момент, Нм(кг·м)	360	250	225
Тип привода	передний	задний	передний
Тяговая батарея (АКБ)	литий-ионная, ёмкостью 60кВт·ч (288 плоских ячеек в 10 модулях, напряжение 240 В)	литий-ионная (94А-ч) 33 кВт·ч (96 ячеек в 8 модулях, напряжение 360 В)	плоская литий-ионная 41 кВт·ч (напряжение 288 В)
Трансмиссия	одноступенчатый редуктор	одноступенчатый редуктор	одноступенчатый редуктор
Шины	215/50 R17	155/70 R19	195/55 R16
Передняя подвеска	независимая, типа McPherson, со стабилизатором поперечной устойчивости	независимая, типа McPherson	независимая, типа McPherson, со стабилизатором поперечной устойчивости
Задняя подвеска	Полузависимая («по кругу» с винтовыми пружинами и поперечными стабилизаторами)	независимая, многорычажная	Полузависимая, пружинная
Макс. скорость, км/ч	150	160 / 149	135
Время разгона 0-100 км/ч, с	7,3	6,8 / 7,2	13,2
Средний расход топлива кВт/100 км	14,5	12,6(13,1) /	14,6
Макс. запас хода, км (цикл NEDC)	520	до 300	300

Поэтому проблема создания дешевых быстро заряжающихся батарей остается актуальной[5]. Основные технические характеристики электромобилей Opel Ampera, BMW, Renault представлены ниже в виде таблицы (см. таблицу 1) [6, 7, 8].

Как видно из таблицы 1, любой из приведенных электромобилей уступает по многим параметрам Tesla Model S (меньше мощность двигателя, меньше крутящий момент и, соответственно, меньше максимальная скорость и больше время разгона) [2, 3]. Европейские электромобили, производимые сегодня, по характеристикам скорее похожи на Nissan Leaf, наиболее популярный в Украине. Есть показатели, по которым Европейские электромобили превосходят и Tesla Model S, и Nissan Leaf - это средний расход электричества на 100 км. Все производители стараются обеспечить максимальный запас хода, и здесь «европейцы» не уступают «американцам» и «японцам».

За счёт большей ёмкости батареи Opel Ampera превосходит BMW и Renault по максимальному запасу хода, а другие основные показатели почти одинаковые. Внешний вид модели Ampera-e показан на рис. 1.



Рис. 1 - Внешний вид модели и приборной панели Opel Ampera-e

Несмотря на меньшую мощность двигателя, BMW не уступает Opel Ampera-e ни по максимальной скорости, ни по времени разгона, а показатель среднего расхода электричества лучше. Внешний вид модели BMW i3s показан на рис. 2.



Рис. 2 - Внешний вид модели и приборной панели BMW i3s / i3

В электромобиле Renault Zoe двигатель относительно малой мощности, и поэтому маленькая максимальная скорость и большое время разгона. По основным показателям этот электромобиль похож на Nissan Leaf, но по времени разгона уступает ему. Внешний вид модели Renault Zoe показан на рис. 3.



Рис. 3 - Внешний вид модели и приборной панели Renault Zoe

В таблице 1 показаны технические характеристики только тех электромобилей, которые уже производят и которые можно встретить на дорогах Европы. При этом, европейские (как японские и китайские) фирмы не останавливаются на достигнутом. Главный исполнительный директор Volkswagen Маттиас Мюллер заявил, что уже к концу 2022 года будут иметь в своем распоряжении 16 сборочных линий по производству электромобилей, расположенных по всему земному шару[9]. Для сравнения, на сегодняшний день их всего три. К концу 2018 года Volkswagen собирается освоить выпуск трёх новых электромобилей и 6 гибридов. На Женевском автосалоне в марте 2018 г. представлены новые электромобили европейских компаний[10]. Основные тенденции: увеличение максимального запаса хода, уменьшение времени разгона и увеличение уровня автономности.

В Украине наблюдается значительный рост количества ввозимых электромобилей[11]. Общее количество зарегистрированных на территории страны автомобилей на электрической тяге составляет 6558. Этому способствовала отмена НДС и акциза на ввоз электромобилей.

### Выводы

Количество электромобилей на дорогах развитых стран растёт с каждым годом и эта тенденция будет продолжаться. Заинтересованность электромобилями зависит от количества зарядных терминалов для них. Энергетический холдинг ДТЭК анонсировал пилотный проект по развитию сети зарядных станций для электромобилей и на первом этапе в этом году планирует установку 10 быстрых зарядных станций (fast charger) в Киеве.

Напомним, на сегодня в крупных городах появляется все больше зарядной инфраструктуры для «зеленых» авто. Сейчас в Украине – около 2000 зарядных станций, 90 % из них «медленные», которые заряжают электромобиль за 3-4 часа. Экспресс станции смогут заряжать автомобили за 20-40 минут.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что беспилотный электромобиль – светлое будущее человечества.

**Список использованной литературы**

1. Керн, Д. Дизель опаснее бензина [Электронный ресурс] / Д. Керн // FacePla.net [веб-сайт]. – 18.02.2013. – url: <http://facepla.net/the-news/3277-diesel-engine-fumes-worse-petrol.html>. – (дата доступа 29.12.2017).
2. Vynakov, O. F. Modern electric cars of Tesla Motors company [Text] / O. F. Vynakov, E. V. Savolova, A. I. Skrynnyk // Automation of technological and business-processes. – 2016. – Volume 8, Issue 2. – P. 9–18. – ISSN print 0453 – 8307. – DOI: 10.15673/atbp.v8i2.162.
3. Винаков, А. Ф. Технические характеристики современных электромобилей [Текст] / А.Ф. Винаков, Э. В. Савёлова, А. И. Скринник // Электротехнические и компьютерные системы. – 2016. – № 22(98). – С. 371 – 377. – ISSN print 2221 –3937. – DOI: 10.15276/eltecs.22.98.2016.62.
4. История гибридных автомобилей. Преимущества их эксплуатации. [Электронный ресурс] // Электра – [веб-сайт]. – url: <http://www.electra.com.ua/istoricheskie-fakty/497-istoriya-gibridnykh-avtomobilej-preimushchestva-ikh-ekspluatatsii.html> - Заголовок с экрана (дата доступа 10.03.2018).
5. Ученые изобрели аккумуляторы, которые заряжаются в 100 раз быстрее обычных. [Электронный ресурс] // internetua [веб-сайт]. – 08.04.2016. – url: <http://internetua.com/> (дата доступа 10.03.2018).
6. Народный электромобиль: обзор Opel Ampera-E. [Электронный ресурс] // CHIP [веб-сайт]. – 01.02.2017. – url: <https://ichip.ru/narodnyj-ehlektromobil-obzor-opel-ampera-e.html>. (дата доступа 14.03.2018).
7. BMW i3. [Электронный ресурс] // Зеленые Автомобили Украины [веб-сайт]. – url: <https://www.greencarsukr.com/electromobili-pod-zakaz/bmw-i3/> (дата доступа 14.03.2018).
8. Renault Zoe 2017-2018 – современный французский электромобиль. [Электронный ресурс] // AutoWestnik [веб-сайт]. – url: <http://autowestnik.ru/renault-zoe-2017-2018/> (дата доступа 14.03.2018).
9. Кулеш, С. К 2022 году Volkswagen будет собирать электромобили на 16 фабриках по всему миру, анонсируя по одной новой электрической модели каждый месяц. [Электронный ресурс] / С. Кулеш // ИТСua [веб-сайт]. – 14.03.2018. – url: <https://itc.ua/news/k-2022-godu-volkswagen-budet-sobirat-elektromobili-na-16-fabrikah-po-vsemu-miru-anonsiruya-po-odnoy-novoy-elektricheskoy-modeli-kazhdyiy-mesyats/> (дата доступа 14.03.2018).
10. Добровольський, В. Новинки Женеви: які концепт-кари з'явилися на найбільшому в світі автосалоні. [Электронный ресурс] / В. Добровольський // mind [веб-сайт]. – 07.03.2018. – url: <https://mind.ua/style/20182474-novinki-zhenevi-yaki-koncept-kari-zyavilisya-na-najbilshomu-v-sviti-avtosaloni/> (дата доступа 14.03.2018).
11. В Украине зафиксирован рекордный рост продаж электромобилей. [Электронный ресурс] // InfoCar [веб-сайт]. – 13.03.2018. – url: [http://news.infocar.ua/v\\_ukraine\\_zafiksirovan\\_rekordnyy\\_rost\\_proday\\_elektromobiley\\_120223.html](http://news.infocar.ua/v_ukraine_zafiksirovan_rekordnyy_rost_proday_elektromobiley_120223.html) (дата доступа 14.03.2018).

**References**

1. Kern, D. (18.02.2013) Diesel is more dangerous than gasoline [Dizel opasnee benzina], *FacePla.net*. Available at: <http://facepla.net/the-news/3277-diesel-engine-fumes-worse-petrol.html> (accessed 19.03.2017).
2. Vynakov, O. F., Savolova, E. V., Skrynnyk, A. I. (2016), Modern electric cars of Tesla Motors company, *Automation of technological and business-processes*, Volume 8, Issue 2. – pp. 9–18. – ISSN print 0453 – 8307. – DOI: 10.15673/atbp.v8i2.162 (In English).
3. Vynakov, O. F., Savolova, E. V., Skrynnyk, A. I. (2016), Technical characteristics of modern electric cars [Tekhnicheskiye kharakteristiki sovremennykh elektromobiley], *Electrotechnic and computer systems*, № 22(98). – pp. 371–377. – ISSN print 2221 –3937. – DOI: 10.15276/eltecs.22.98.2016.62 (In Russian).
4. History of hybrid cars. Advantages of their exploitation [Istoriya gibridnykh avtomobilej. Preimushchestva ikh ekspluatatsii], *internetua*. Available at: <http://www.electra.com.ua/istoricheskie-fakty/497-istoriya-gibridnykh-avtomobilej-preimushchestva-ikh-ekspluatatsii.html> (accessed 10.03.2018).
5. Scientists invented a battery that is charged up to 100 times faster than normal [Uchenye izobrevli akkumulyatory, kotorye zaryazhayutsya v 100 raz bustree obuchnykh], *internetua*. Available at: <http://internetua.com/> (accessed 10.03.2018).
6. Popular electric vehicle: Opel Ampera-E [Narodnyy electromobil: obzor Opel Ampera-E], *CHIP*. Available at: <https://ichip.ru/narodnyj-ehlektromobil-obzor-opel-ampera-e.html> (accessed 14.03.2018).
7. BMW i3 [BMW i3], *Green cars of Ukraine*. Available at: <https://www.greencarsukr.com/electromobili-pod-zakaz/bmw-i3/> (accessed 14.03.2018).
8. Renault Zoe 2017-2018 – modern France electric vehicle [Renault Zoe 2017-2018 – sovremenny francuzsky electromobil], *AutoWestnik*. Available at: <http://autowestnik.ru/renault-zoe-2017-2018/> (accessed 14.03.2018).

9. Kulesh, S. (14.03.2018) To 2022 Volkswagen will collect electric car on 16 factories all over the world, announcing on one new electric model each month [ К 2022 году Volkswagen будет собирать электромобили на 16 фабриках по всему миру, анонсируя по одной новой электрической модели каждый месяц], *ITCua*. Available at: <https://itc.ua/news/k-2022-godu-volkswagen-budet-sobirat-elektromobili-na-16-fabrikah-po-vsemu-miru-anonsiruya-po-odnoy-novoy-elektricheskoy-modeli-kazhdyiy-mesyats/> (accessed 14.03.2018).

10. Dobrovolsky, V. Novelties of Geneva: what concept cars appeared at the largest motor show in

the world [Novynky Zhenevy: yaki kontsept-kary z'yavylsya na naybil'shomu v sviti avtosaloni]. Available at: <url:https://mind.ua/style/20182474-novinki-zhenevi-yaki-koncept-kari-zyavilisya-na-naybilshomu-v-sviti-avtosaloni/> (accessed 14.03.2018).

11. The record height of sales of electric car is fixed in Ukraine [V Ukraine zafiksirovan rekordnyy rost prodazh elektromobiley], *InfoCar*. Available at: [http://news.infocar.ua/v\\_ukraine\\_zafiksirovan\\_rekordnyy\\_rost\\_prodaj\\_elektromobiley\\_120223.html/](http://news.infocar.ua/v_ukraine_zafiksirovan_rekordnyy_rost_prodaj_elektromobiley_120223.html/) (accessed 14.03.2018)

## TECHNICAL CHARACTERISTICS EUROPEAN ELECTRIC CARS

E. V. Savolova, O. F. Vynakov, I. V. Merkulov, V. S. Talpa

*Odessa National Polytechnic University*

**Abstract.** In overview article comparison of modern European electric car of firms of Opel Ampera, BMW, Renault, with electric car of Tesla Motors and Nissan Leaf, is driven. Diesel fuel was considered environmentally friendly, but studies have shown that nitrogen dioxide and particulate matter released by the engine are deadly for asthmatics and allergy sufferers, lead to an increase in heart attacks, strokes, and the development of diabetes mellitus. It is shown that the magnates of the automotive industry turned their faces to an electric vehicle. Tactic-technical characteristics of these electric vehicles are brought, which already produce and they can be found on the roads of Europe. The article compares the power of the engine, its torque, the capacity of the battery, the duration of run on one charge, the time of acceleration of the car to 100 km and the average consumption of electricity per 100 km of the car's run. European electric cars yield to American on many parameters, but Tesla Model excel on an index "middle expense of electricity on 100 km". The number of electric vehicles on the roads of developed countries is growing every year and this trend will continue. At the Geneva Motor Show in March 2018, the concept of new electric vehicles is presented, which will compete with the Tesla Model for maximum power reserve, reduce acceleration time and increase the level of autonomy. In Ukraine, as well as in European countries, there is a tendency to develop the infrastructure of "green cars". He is reliable, economical and main ecologically safe, that undoubtedly will result in expulsiing by him cars with combustion engines. At the first stage this year it is planned to install 10 fast charging stations in Kiev.

**Keywords:** electric car, Opel Ampera, BMW, Renault, ecological safety, hauling electromotor, maximal supply of motion, time of acceleration.

## ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Е. В. Савьолова, О. Ф. Винаков, І. В. Меркулов, В. С. Талпа

*Одеський національний політехнічний університет*

**Анотація.** В оглядовій статті наводиться порівняння сучасних європейських електромобілів фірм Opel Ampera, BMW, Renault з електромобілями Tesla Motors і Nissan Leaf. Дизельне паливо вважалось екологічно чистим, але дослідження показали: діоксид азоту і тверді частинки сажі, які виділяються при роботі такого двигуна є смертельно небезпечними для астматиків та алергіків, призводять до зростання інфарктів, інсультів, розвитку цукрового діабету. Тому магнати автомобілебудування повернулися обличчям до електромобіля. Приведені тактико-технічні дані тільки цих електромобілів, які вже виробляють і їх можна зустріти на дорогах Європи. У статті проводиться порівняння: потужності двигуна, його крутного моменту, ємності акумуляторної батареї, тривалості пробігу на одній зарядці, часу розгону автомобіля до 100 км і середньої витрати електроенергії на 100 км пробігу автомобіля. Європейські електромобілі поступаються американським за бага-

тьма параметрами, але перевіряють Tesla Model за показником «середня витрата електроенергії на 100 км». Кількість електромобілів на дорогах розвинених країн росте з кожним роком і ця тенденція буде продовжуватися. На Женевському автосалоні в березні 2018 року представлені концепти нових електромобілів, які зможуть позмагатися з Tesla Model по максимальному запасу ходу, зменшення часу розгону і збільшення рівня автономності. В Україні, так само як в країнах Європи, намічається тенденція щодо розвитку інфраструктури для «зелених» авто. На першому етапі в цьому році планується установка 10 швидких зарядних станцій (fast charger) в Києві.

Електромобіль надійний, економічний і головне екологічно безпечний, що безумовно приведе к витісненню їм автомобілів з двигунами внутрішнього згорання.

**Ключові слова:** електромобіль, Opel Ampera, BMW, Renault, екологічна безпека, тяговий електромотор, максимальний запас руху, час розгону.

Получено 26.03.2018



**Савєлова Эльвира Викторовна**, старший преподаватель кафедры теоретических основ и общей электротехники Одесского национального политехнического университета. Просп. Шевченко, 1, Одесса, Украина, 65044, E-mail: savolova.ev@opu.ua, тел. +38- 048-705-81-83

**Savolova Elvira**, senior lecturer of the Department of theoretical foundations and general electrical engineering, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, E-mail: savolova.ev@opu.ua, tel. +38- 048-705-81-83

**ORCID ID:** 0000-0001-9266-9323



**Винаков Александр Федорович**, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретических основ и общей электротехники Одесского национального политехнического университета. Просп. Шевченко, 1, Одесса, Украина, 65044, E-mail: afvinakov@gmail.com, тел. +38- 048-705-86-70

**Vynakov Oleksandr**, Ph.D. in technical sciences, associate professor of the Department of theoretical foundations and general electrical engineering, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, E-mail: afvinakov@gmail.com, tel. +38- 048-705-86-70

**ORCID ID:** 0000-0002-6630-8986



**Меркулов Игорь Викторович**, старший преподаватель кафедры теоретических основ и общей электротехники Одесского национального политехнического университета. Просп. Шевченко, 1, Одесса, Украина, 65044, E-mail: Igor.Merkulov@opu.ua, тел. +38- 048-705-86-70

**Merkulov Igor**, senior lecturer of the Department of theoretical foundations and general electrical engineering, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, E-mail: Igor.Merkulov@opu.ua, tel. +38- 048-705-86-70

**ORCID ID:** 0000-0003-1200-5725



**Талпа Вадим Сергеевич**, студент Одесского национального политехнического университета. Просп. Шевченко, 1, Одесса, Украина, 65044, E-mail: talpavadim26@gmail.com, тел. +38- 048-705-85-12

**Talpa Vadim**, student, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, E-mail: talpavadim26@gmail.com, tel. +38- 048-705-85-12

**ORCID ID:** 0000-0003-1340-4146