

# Tesla Motors **MODEL S**

## 60

**60 kWh Battery**

208 miles range (EPA)

302 hp

5.9 seconds 0-60 mph

120 mph top speed

8 year, 125,000 mile battery warranty

Supercharging and 19" tire upgrade optional

**\$62,400**

Delivery in 2-3 months

## 85

**85 kWh Battery**

265 miles range (EPA)

362 hp

5.4 seconds 0-60 mph

125 mph top speed

8 year, unlimited mile battery warranty

Supercharging and 19" tire upgrade included

**\$72,400**

Delivery in 2-3 months

## P85

**85 kWh PERFORMANCE**

265 miles range (EPA)

416 hp

4.2 seconds 0-60 mph

130 mph top speed

High performance drive inverter

Optional carbon fiber spoiler

8 year, unlimited mile battery warranty

Supercharging and 19" tire upgrade included

**\$85,900**

One month priority delivery

Электромобиль Tesla Roadster

Модель: Tesla Roadster

Класс: Родстер

Количество мест: 2

Кузов: Алюминиевый монокок

Электродвигатель переменного тока

Рабочее напряжение, V: 375

Максимальная мощность, л. с.(кВт): 288 (215)

Крутящий момент, Н.м.: 370

Скорость вращения, об/мин: До 14000

Максимальная скорость, км/ч: 200 (ограничено электроникой)

Ускорение 0-100 км/ч, с: Менее 4

Запас хода без подзарядки : 350 км комбинированного цикла город/шоссе

Охлаждение: воздушное

Аккумуляторные батареи: литий-ионная батарея с микропроцессорным управлением (6831 элементов, вес - 450 кг)

Время зарядки АКБ: Около 3,5 часов (при использовании Tesla Motors High Power Connector)

Срок службы: 5 лет или 160 000 км (100 000 миль)

Трансмиссия: Односкоростная (без коробки передач), с электроприводом механизма парковочной блокировки

Привод: Задний

Подвеска: Независимая многорычажная подвеска всех колес

Тормозная система: Гидравлическая, с электро-вакуумным усилителем и ABS

характеристики

Максимальная скорость (км/ч) 200

Дальность передвижения (км) 350





Электродвигатель

Тип: DC

Расположение двигателя: Спереди поперечно

Масса эл. двигателя 85 кг.

Регулятор напряжения двигателя: на полевых транзисторах, широтно-импульсная модуляция, 15кГц, макс. ток 350А, 120В

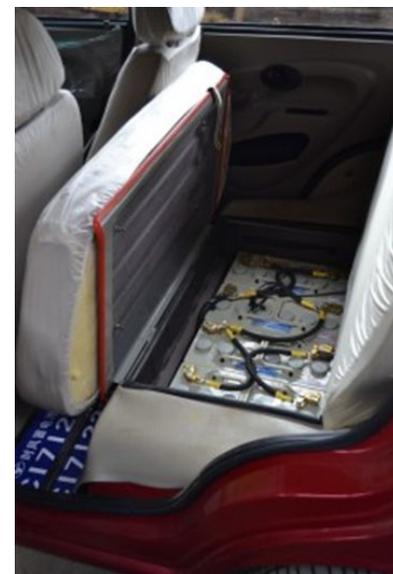
Номинальная мощность: 20 кВт

Максимальный пробег на одной зарядке: 60 км

Время зарядки: 8 часов

- Аккумуляторы: 32 шт литиевых аккумуляторов TS-LFP90АНА на 3000 циклов полного разряда.
- Полная масса аккумуляторов 90 кг.

Напряжение зарядки: 220 В



Электромобиль пятидверный на базе Daewoo Matiz. Идеально подходит для городских поездок, а так же поездок загород. Кузов изготовлен из металла. Электродвигатель 20 кВт. Запас хода на полном заряде: 60км.

123000 грн. 15000 \$



Электромобиль для городского использования.  
Установлен электродвигатель мощностью 30 кВт.  
Пробег на полном заряде аккумуляторов 60 км.  
Время полного заряда аккумуляторов - 6-8 часов.  
139400 грн. 17000 \$



Электроскутер.

Номинальная мощность электродвигателя 350W. Супер легкий, весом всего 36кг, он может проехать на одном заряде до 70км. Отличная оптика позволит вам передвигаться в темное время суток. На мопеде установлен мощный, регулируемый моноамортизатор который позволяет комфортно перевозить пассажира.

6298 грн. 768 \$

- нормальная зарядка аккумуляторной батареи (осуществляется от бытовой электрической сети мощностью 3-3,5 кВт, предполагает установку на автомобиле специального зарядного устройства, продолжительность до полной зарядки батареи составляет 8 часов);
- ускоренная зарядка аккумуляторной батареи (производится на специальных станциях мощностью до 50 кВт, продолжительность зарядки до 80% емкости батареи составляет 30 минут);
- замена разряженной аккумуляторной батареи на заряженную батарею (выполняется автоматически на специальных обменных станциях).

Но при быстрой зарядке аккумуляторов их срок циклов заряд-разряд сокращается вдвое. По подсчетам, представленным на сайте поставщика, в ускоренном режиме работы аккумуляторы прослужат 3 года при ежедневном режиме заряда. В стандартном режиме заряда, батареи прослужат 6-7 лет. Прогноз весьма оптимистичный как для гелевых батарей. Стоимость комплекта батарей названа в диапазоне 3000-3300 USD.



Приборная доска показывает интенсивность разряда батареи, скорость автомобиля и остаток заряда аккумулятора. Электромобиль даже снабжен системой рекуперации, то есть возвращает кинетическую энергию в батарею при торможении. Это не так часто можно встретить на дешевых китайских электрокарах.

Выпускаемые электромобили в зависимости от предназначения можно разделить на три группы:

- городские электромобили (максимальная скорость до 100 км/ч);
- шоссейные электромобили (максимальная скорость свыше 100 км/ч);
- спортивные электромобили (максимальная скорость свыше 200 км/ч).

Основными конструктивными элементами электрического автомобиля являются:

- аккумуляторная батарея;
- электродвигатель;
- трансмиссия;
- бортовое зарядное устройство;
- инвертор;
- преобразователь постоянного тока;
- электронная система управления

Основными преимуществами электродвигателя являются:

- реализация максимального крутящего момента во всем диапазоне скоростей;
- возможность работы в двух направлениях без дополнительных устройств;
- простота конструкции, воздушное охлаждение;
- возможность работы в режиме генератора.

Электродвигатель может быть помещен непосредственно в колесо автомобиля, сокращая до минимума трансмиссию. Но такая схема электромобиля увеличивает неподрессоренные массы и ухудшает управляемость.

Трансмиссия электромобиля достаточно проста и на большинстве моделей представлена одноступенчатым зубчатым редуктором.

## XIX век

Электромобиль появился раньше, чем двигатель внутреннего сгорания. Первый электромобиль в виде тележки с электромотором был создан в 1841 году.

В 1899 году в Санкт-Петербурге русский дворянин и инженер-изобретатель Ипполит Романов создал первый русский электромобиль. Его общая компоновка была заимствована у английских кэбов, где извозчик располагался на высоких кóзлах позади пассажиров. Экипаж был двухместным и четырёхколёсным, передние колёса по диаметру были больше задних. На первом электромобиле использовался свинцовый аккумулятор системы Бари, имевший 36 банок (вольтовых столбов). Он требовал подзарядки каждые 60 вёрст (~64 километра). Суммарная мощность автомобиля составляла 4 лошадиные силы. Разработка экипажа была заимствована у моделей американской фирмы «Моррис-Салом», которая выпускала автомобили с 1898 года. Электромобиль изменял скорость движения в девяти градациях от 1,6 до 37,4 км/час.

Электромобиль La Jamais Contente в мае 1899 года установил рекорд скорости на суше. Он первым в мире преодолел скорость 100 км/ч и достиг скорости 105,882 км/ч. Известный американский конструктор электромобилей Уолтер Бейкер получил скорость 130 км/ч. А электромобиль фирмы «Борланд Электрик» проехал от Чикаго до Милуоки (167 км) на одной зарядке. На следующий день (после перезарядки) электромобиль вернулся в Чикаго своим ходом. Средняя скорость составила 55 км/ч.

## XIX век



La Jamais Contente La Jamais  
Contente, 1899 г

## Первая половина XX века

Изначально запас хода и скорость у электрических и бензиновых экипажей были примерно одинаковыми. Главным минусом электромобилей была сложная система подзарядки. Поскольку тогда ещё не существовало усовершенствованных преобразователей переменного тока в постоянный, зарядка осуществлялась крайне сложным способом. Для подзарядки использовался электромотор, работавший от переменного тока. Он вращал вал генератора, к которому были подсоединены батареи электромобиля. В 1906 году был изобретён сравнительно простой в эксплуатации выпрямитель тока, но это существенно проблему подзарядки не решило.

В первой четверти XX века широкое распространение получили электромобили и автомобили с паровой машиной. В 1900 году примерно половина автомобилей в США была на паровом ходу, в 1910-х в Нью-Йорке в такси работало до 70 тысяч электромобилей. Значительное распространение в начале века получили и грузовые электромобили, а также электрические омнибусы (электробусы).

## Вторая половина XX века

Возрождение интереса к электромобилям произошло в 1960-е годы из-за экологических проблем автотранспорта, а в 1970-е годы и из-за резкого роста стоимости топлива в результате энергетических кризисов.

Однако после 1982 года интерес к электромобилям снова спал. Это было вызвано резким изменением конъюнктуры на нефтяном рынке и слабыми эксплуатационными показателями опытных партий из-за недостатков химических источников энергии.

В начале 90-х годов штат Калифорния был одним из самых загазованных регионов США. Поэтому Калифорнийским Комитетом Воздушных Ресурсов было принято решение — в 1998 году 2 % продаваемых в Калифорнии автомобилей не должны производить выхлопов, а к 2003 году — 10 %. Компания General Motors отреагировала одной из первых и с 1996 года начала серийный выпуск модели EV1 с электрическим приводом. Некоторые автопроизводители также начали продажи электромобилей в Калифорнии. Основной массой пользователей EV1 стала голливудская богемная публика. Всего с 1997 года в Калифорнии было продано около 5500 электромобилей разных производителей.

Затем требование нулевой эмиссии было заменено на требование низкой эмиссии. Почти все произведённые электромобили в 2002 году были изъяты у пользователей и уничтожены (только Toyota оставила некоторым владельцам электрические RAV-4).

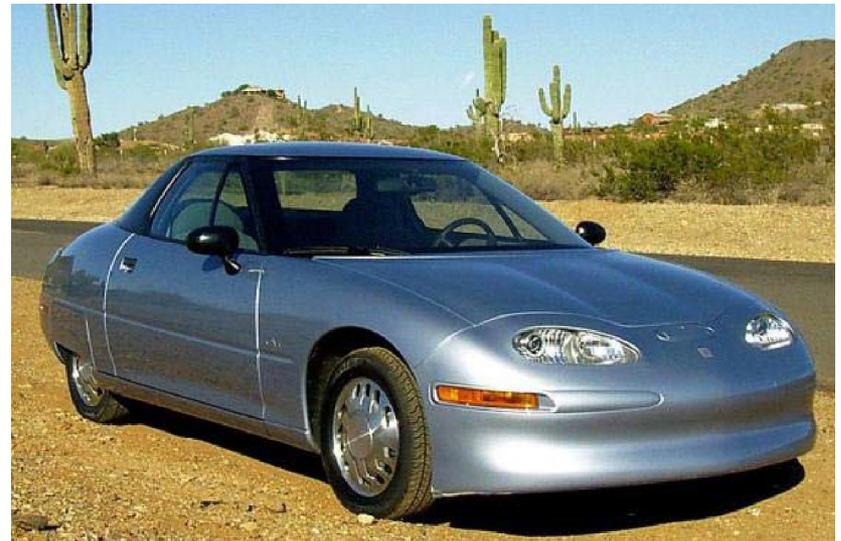
# GM EV-1

Первый «современный» EV  
– 1996-1999

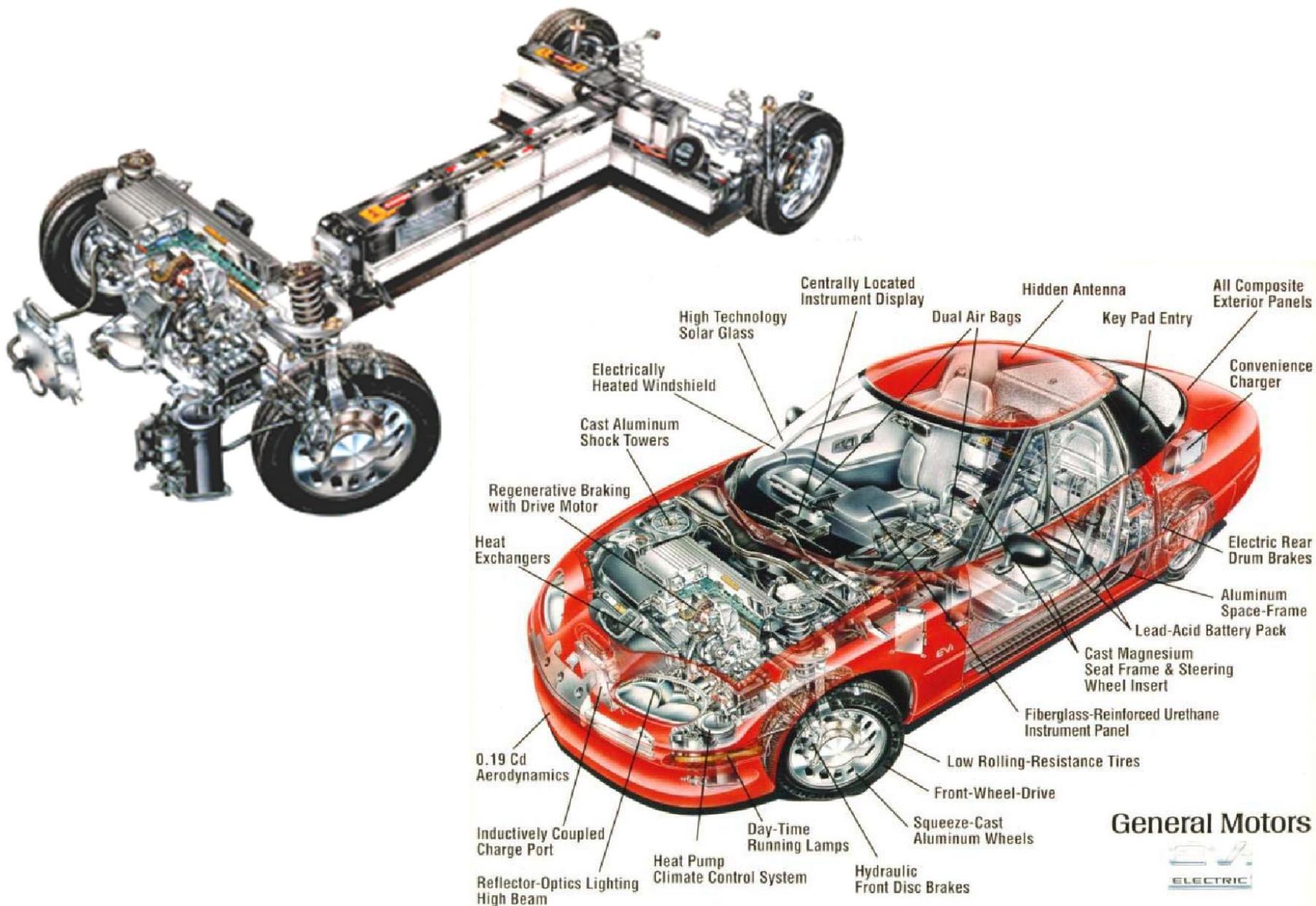
- AC induction motor
  - 102 kW @ 7000 rpm
  - 149 Nm @ 0-7000 rpm
- СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫЙ (gen1)
  - 26 Delco 12-volt/ 533 kg
  - 16.2 kWh/ 100-145 km range
  - 18.7 kWh/ 100-130 km

Panasonic pack for initial gen 2

- NiMH батарея (gen 2)
  - Ovonics 26.4 kWh
  - 160-225 km range



# GM EV-1



# Еще EV 90-х



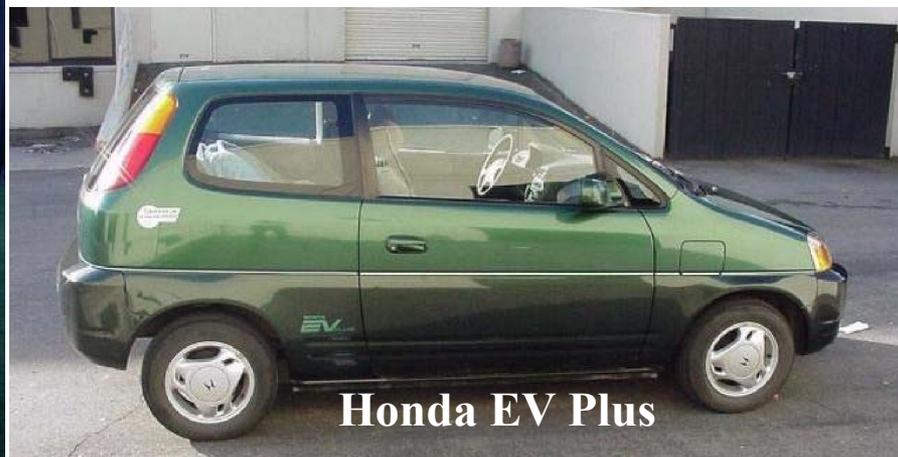
**Chevrolet S-10 EV**



**Ford Ranger EV**



**Toyota RAV4 EV**



**Honda EV Plus**

## XXI век

22-23 мая 2010 года переделанная в электромобиль Daihatsu Mira EV, творение Японского клуба электромобилей, проехала 1003,184 километра на одном заряде аккумулятора.

24 августа 2010 года электромобиль «Venturi Jamais Contente» с литий-ионными аккумуляторами, на солёном озере в штате Юта, установил рекорд скорости 495 км/ч на дистанции в 1 км. Во время заезда автомобиль развивал максимальную скорость 515 км/ч.

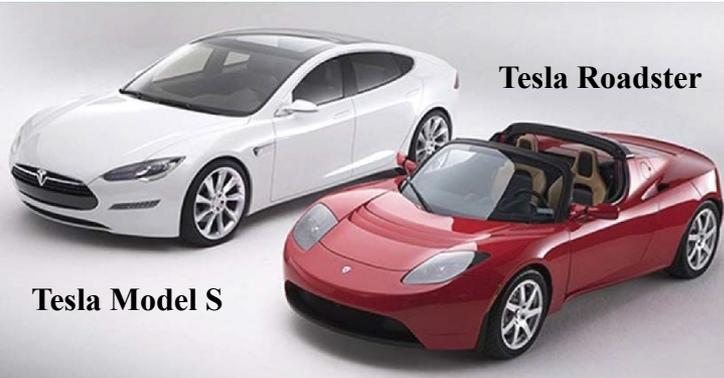
27 октября 2010 года электромобиль «lekker Mobil» конвертированный из микровэна Audi A2 совершил рекордный пробег на одной зарядке из Мюнхена в Берлин длиной 605 км в условиях реального движения по дорогам общего пользования, при этом были сохранены и действовали все вспомогательные системы, включая отопление. Электромобиль с электродвигателем мощностью 55 кВт был создан фирмой «lekker Energie» на основе литий-полимерного аккумулятора «Kolibri» фирмы «DBM Energy». В аккумуляторе было запасено 115 кВт·ч, что позволило электромобилю проехать весь маршрут со средней скоростью 90 км/ч (максимальная на отдельных участках маршрута составляла 130 км/ч) и сохранить после финиша 18 % от первоначального заряда. По данным фирмы DBM Energy, электропогрузчик с таким аккумулятором смог непрерывно проработать 32 часа, что в 4 раза больше, чем с обычным аккумулятором.

Представитель фирмы «lekker Energie» утверждает, что аккумулятор «Kolibri» способен обеспечить суммарный ресурсный пробег до 500 000 км.

29 ноября 2010 года победителем конкурса Европейский автомобиль года впервые объявлен электромобиль модели Nissan Leaf, получивший 257 очков.

В октябре 2011 года в России начал продаваться первый электромобиль — Mitsubishi i-MiEV. За первые три месяца был продан 41 электромобиль. Министерство энергетики США назвало i-MiEV самым экономичным автомобилем. В июне 2013 года с небольшим интервалом гоночными электромобилями ZEOD RC японской компании Nissan и B12/69EV британской компании Drayson Racing Technologies были установлены очередные мировые рекорды скорости среди электромобилей - 300 км/час и 330 км/час соответственно.

# XXI vek



Tesla Roadster

Tesla Model S



Smart ED



BYD E6



Nissan Leaf



Ford Focus EV



Honda Fit EV



Toyota RAV4 EV



Mitsubishi i-MiEV

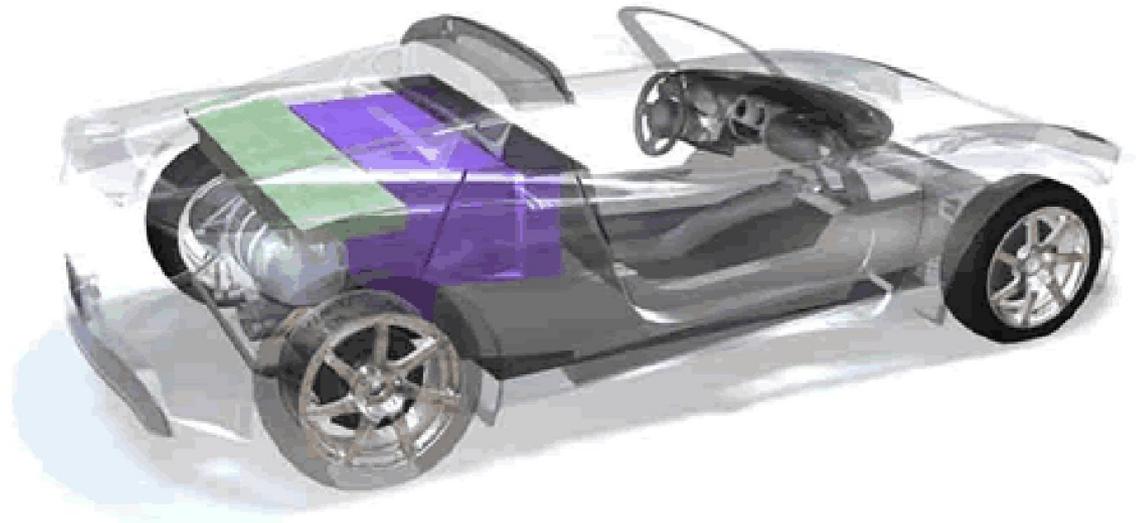


Coda Electric

# Tesla Roadster

## Tesla Roadster

- 225 кВт пик/370 Нм 4-полюсный асинхронный двигатель
- Аккумулятор: 53 кВт литий-на аккумуляторной батарее, 69 ячейки параллельно, 99 параллельно батарей в серии, 365 V, 410 кг
- передача Односкоростной
- Диапазон: 390 км
- Зарядка при 70 A/240 V (17 кВт)
- ± 500 полных циклов заряда-разряда  
± 400 км / заряд = ± 200,000 км
- 210 км / ч, 0-100 км / ч за 4 с
- Масса: 1134 кг
- 2008



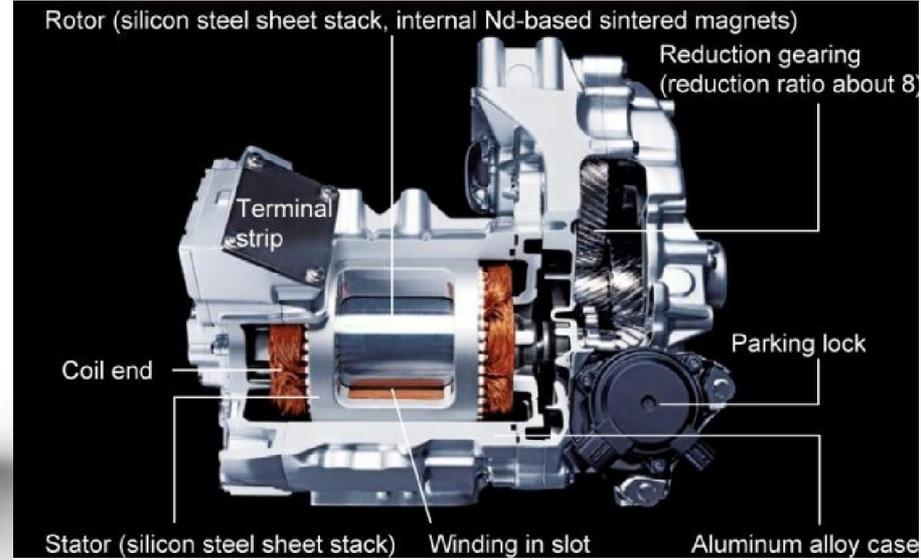
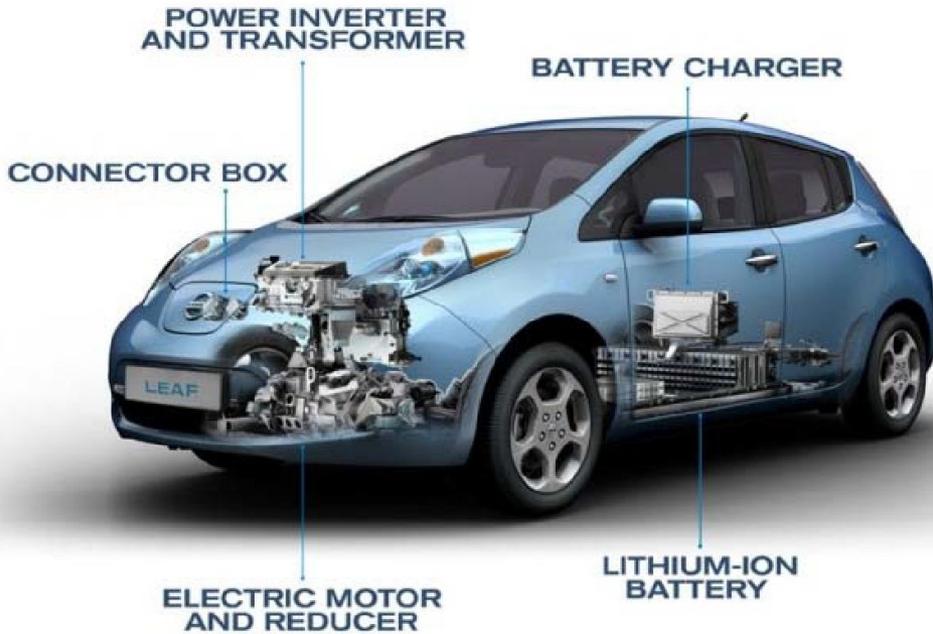
# Nissan Leaf

80 кВт пик/280 Нм, СДППМ

- Аккумулятор: 24 кВт литий от батареи
  - 192 ячеек параллельно, 480 В
  - 300 кг
  - с воздушным охлаждением
- Сохранение 70-80% батареи  
Емкость в течение 10 лет
- передача Односкоростной
- Диапазон: 117 км
- Зарядка на 16 А/230 В или постоянного тока
- 150 км / ч, 0-100 км / ч за 10 с
- Масса: 1521 кг
- 2010



# Nissan Leaf

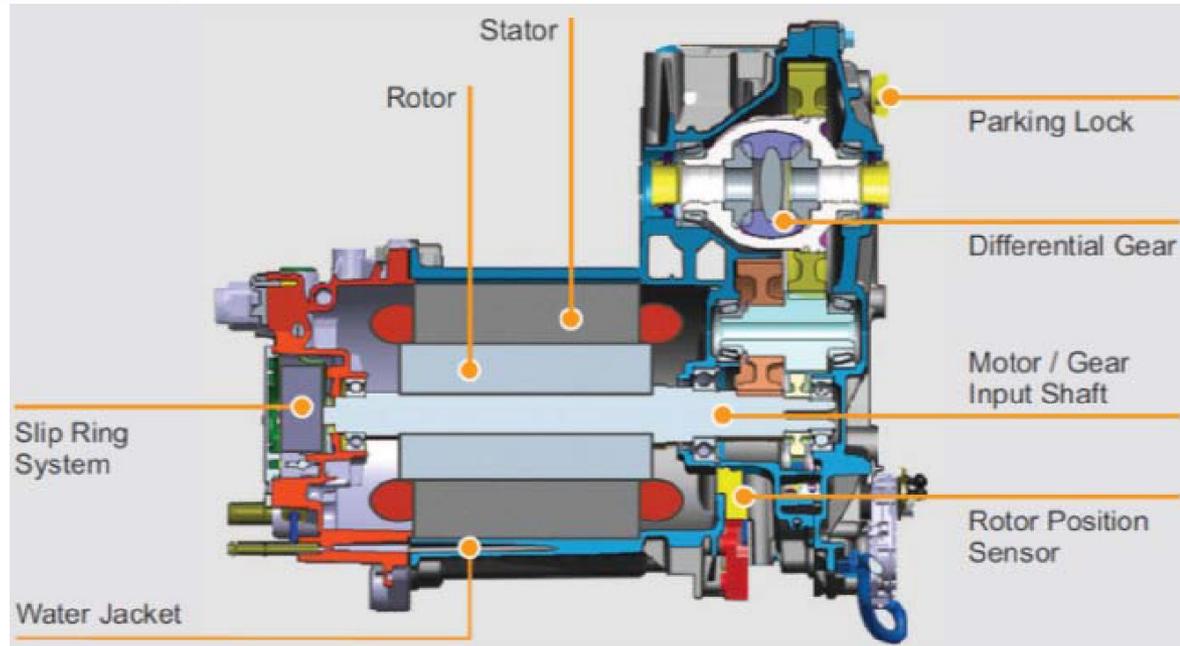
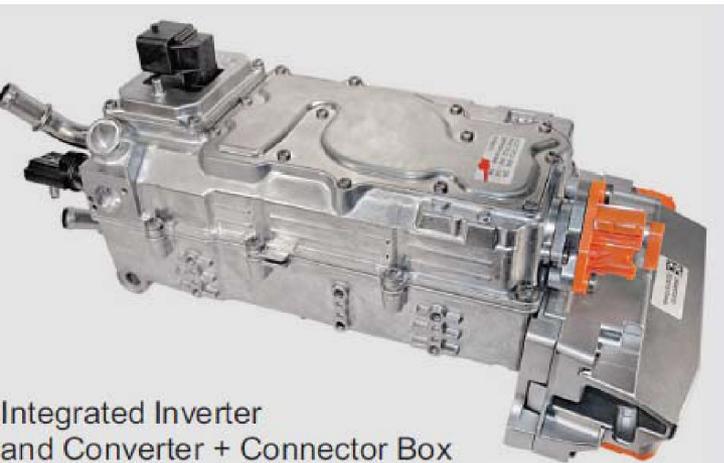
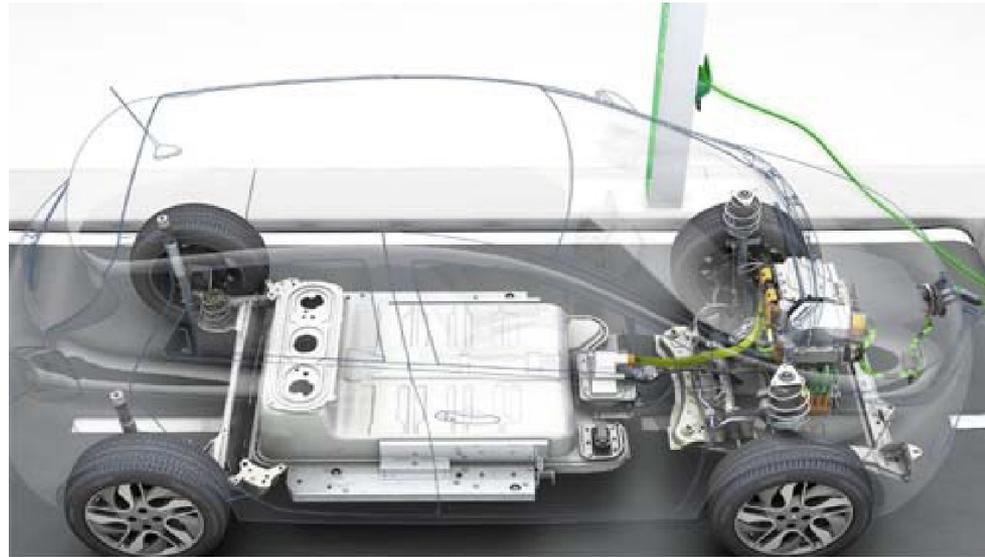
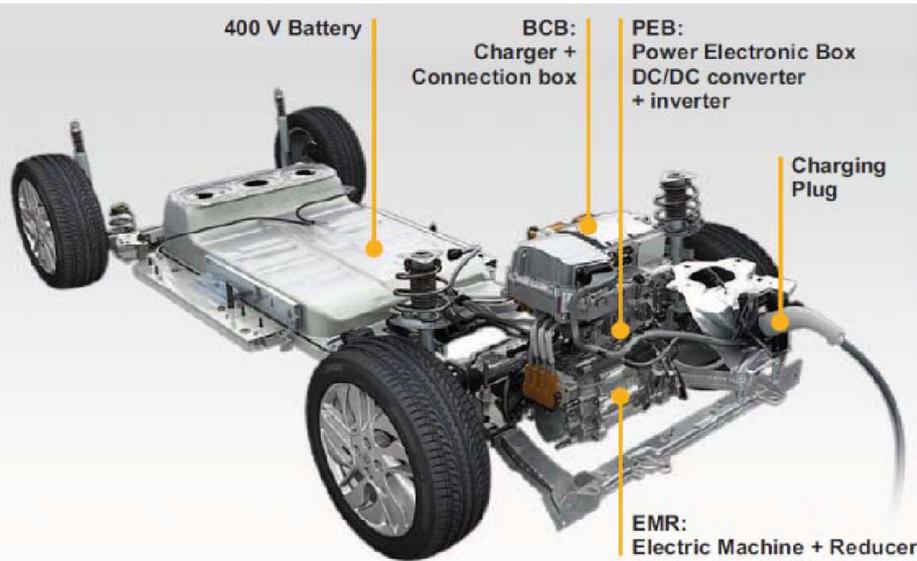


# Renault ZOE

- 66 кВт пик/220 Нм
  - СД с внешним возбуждением
  - передача односкоростная
  - Аккумулятор: 220 кВтч батарея
    - 270-400 В
    - 300 кг
    - с воздушным охлаждением
  - Запас хода: 210 км
  - Зарядка 63 А/400 V
    - До 43 кВт
    - 0,03 м<sup>3</sup>
  - Использование трансмиссии PE
- КОМПОНЕНТЫ
- 135 км / ч, 0-100 км / ч за 8.1 сек
  - Масса: 1392 кг
  - 2012



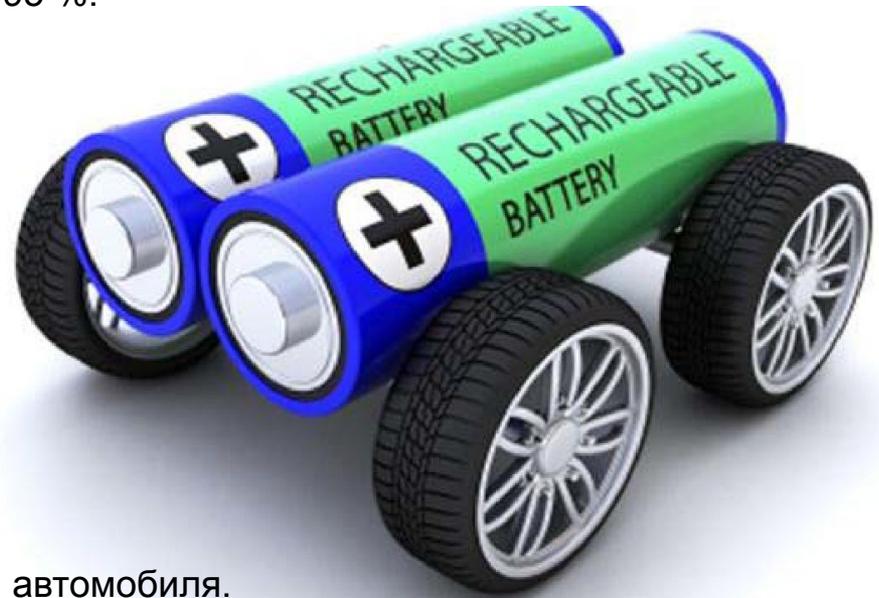
# Renault ZOE



## Сравнение с другими транспортными средствами

Электромобили отличаются низкими транспортными расходами. Ford Ranger потребляет 0,25 кВт·ч на один километр пути, Toyota RAV4 EV — 0,19 кВт·ч на км. Средний годовой пробег автомобиля в США составляет 19200 км (т. е. 52 км в день). При стоимости электроэнергии в США от 5 до 20 центов за кВт·ч стоимость годового пробега Ford Ranger составляет от \$240 до \$1050, RAV-4 — от \$180 до \$970.

КПД тягового электродвигателя составляет 88—95 %.



### Преимущества

- Отсутствие вредных выхлопов в месте нахождения автомобиля.
- Более высокая экологичность ввиду отсутствия необходимости применения нефтяного топлива, антифризов, моторных масел, а также фильтров для этих жидкостей.
- Простота техобслуживания, большой межсервисный пробег, дешевизна ТО и ТР.
- Низкая пожаро- и взрывоопасность при аварии.
- Простота конструкции (простота электродвигателя и трансмиссии; отсутствие необходимости в переключении передач ввиду высокой приспособляемости крутящего момента ТЭД к изменениям внешней нагрузки, низкой устойчивой частоты вращения вала электродвигателя, возможности его реверсирования) и управления, высокая надёжность и долговечность экипажной части (до 20-25 лет) в сравнении с обычным автомобилем.

# Преимущества

- ДВС является источником возникновения динамических нагрузок и крутильных колебаний в трансмиссии автомобиля и источником вибраций, передающихся несущей конструкции автомобиля, на электромобиле ТЭД динамически уравновешен.
- Возможность подзарядки от бытовой электрической сети (розетки), но такой способ в 5—10 раз дольше, чем от специального высоковольтного зарядного устройства.
- Автомобиль с электроприводом — единственный вариант применения на легковом автотранспорте дешевой (по сравнению с нефтяным или водородным топливом) энергии, вырабатываемой АЭС, ГЭС и т. п.
- Массовое применение электромобилей смогло бы помочь в решении проблемы «энергетического пика» за счёт подзарядки аккумуляторов в ночное время.
- ТЭД имеют КПД до 90-95 % по сравнению с 22-42 % у ДВС.
- Меньший шум за счёт меньшего количества движимых частей и механических передач.
- Высокая плавность хода с широким интервалом изменения частоты вращения вала двигателя.
- Возможность подзарядки аккумуляторов во время рекуперативного торможения.
- Возможность торможения самим электродвигателем (режим электромагнитного тормоза) без использования механических тормозов — отсутствие трения и, соответственно, износа тормозов.
- Простая возможность реализации полного привода и торможения путем применения схемы «мотор-колесо», что позволяет, помимо прочего, легко реализовать систему поворота всех четырёх колес, вплоть до положения, перпендикулярного кузову электромобиля.



## Недостатки

- Аккумуляторы за полтора века эволюции так и не достигли плотности энергии и стоимости, сопоставимой с горючим топливом, однако и этого уже достаточно, чтобы почти на равных конкурировать с автомобилями на бензине. В ноябре 2005 года A123 System анонсировала новый высокомоощный быстрозаряжающийся элемент питания, основанный на исследованиях, лицензированных MIT. Первая партия элементов была выпущена в 1-м квартале 2006 года и использовалась для питания электроинструментов DeWalt и стартеров авиадвигателей. Идея нового аккумулятора заключается в активизации литиево-ионного обмена между электродами. С помощью наночастиц удалось развить обменную поверхность электродов и получить более интенсивный ионный поток. Чтобы исключить слишком сильное нагревание и возможный взрыв электродов, авторы разработки применили в катодах вместо лития/оксида кобальта литий/фосфат железа. Новые батареи отличаются не только большой ёмкостью, но и быстротой зарядки. Всего 30 минут требуется, чтобы зарядить их.
- Проблемой является производство и утилизация аккумуляторов, которые часто содержат ядовитые компоненты (например, свинец или литий) и кислоты.
- Часть энергии аккумуляторов тратится на охлаждение или обогрев салона автомобиля, а также питание прочих бортовых энергопотребителей (например, свет или воздушный компрессор). Но вряд ли это можно назвать существенным недостатком.
- Для массового применения электромобилей требуется создание соответствующей инфраструктуры для подзарядки аккумуляторов
- При массовом использовании электромобилей в момент их зарядки от бытовой сети возрастают перегрузки электрических сетей, что чревато снижением качества энергоснабжения и риском локальных аварий сети.
- Длительное время зарядки аккумуляторов по сравнению с заправкой топливом. Однако, в отличие от АЗС, месторасположения зарядных станций не имеют столь строгих ограничений и могут располагаться в более удобных местах, например, на парковках возле супермаркетов, и могут быть более распространены, чем автозаправочные станции.

- Малый пробег большинства электромобилей на одной зарядке. Литиевая батарея ёмкостью 24 кВт·ч позволяет электромобилю проехать около 160 км. Использование кондиционера, отопителя салона, загрузка электромобиля пассажирами или грузом, движение с частым разгоном/торможением и скоростью более 90-100 км/ч уменьшают пробег до 2-х раз (до 80 км). Однако «большинство» не означает «все». Электрический седан Tesla Model S имеет батарею ёмкостью 85 кВт·ч которая позволяет ему преодолевать 480 километров на скорости 90 км/ч, что сопоставимо с пробегом большинства бензиновых машин.
- Высокая стоимость литиевых батарей, или высокий вес достаточно ёмких свинцовых батарей. Другие типы батарей в электромобилях практически не используются.
- Ухудшение характеристик батарей на холоде. Но то, что подразумевается под этим ухудшением, часто понимается не совсем верно. Считается, что на морозе быстрее садится аккумулятор. При этом часто приводят в пример 12-вольтовый автомобильный АКБ, который не в силах завести машину в -20. Вследствие чего выводят вердикт — сел. На самом деле всё несколько иначе — стартер требует токи, в несколько раз превышающие номинал АКБ (ёмкость свинцовой АКБ 0,72 кВтч; мощность стартера около 4 кВт), в мороз электролит густеет, и ему становится сложнее быстро отдавать заряд. Но ёмкость его как была 60 Ah, так и осталась, в чём легко убедиться, подключив к нему нагрузку поменьше. Электромобилю же для езды требуется мощность во много раз меньше номинала батареи (ёмкость аккумулятора Теслы 85 кВт·ч, электромотору, в среднем, для движения требуется лишь 10 кВт) вследствие чего нагрузка на неё приходится более щадящая. Отрицательные температуры сказываются только на динамике разгона электромобилей, при которой мощность потребления может подскакивать до 200 кВт и выше. В этом случае батареи действительно испытывают затруднения с отдачей большой мощности.

- Деградация литиевых и других батарей с возрастом. В лучших моделях литиевых батарей через 5-8 лет остается менее 80 % емкости.
- Мощность, вырабатываемая всеми современными электростанциями, значительно меньше, чем мощность всех современных автомобилей. Вырабатываемой энергии не хватит на одновременную зарядку очень большого количества электромобилей. Однако следует учесть, что выработка бензина также требует электричества (до 5кВт\*ч на литр), поэтому по мере уменьшения мирового потребления бензина мощности электростанций будут перераспределяться в сторону энергообеспечения электромобилей.
- Для стран с холодным климатом, особенно России, очень остро стоит вопрос отопления салона. Для эффективного отопления салона машины средних размеров нужно около 2-3 кВт тепловой мощности, в то время как ёмкость батареи продающегося в России Mitsubishi i-MiEV составляет около 16 кВт·ч, и включенная печь может существенно отразиться на его запасе хода. Однако существуют электромобили и с более ёмкими батареями, как в случае с Tesla Model S, включенной печки которой хватит на двое суток непрерывной работы.

# Сравнение с гибридными автомобилями

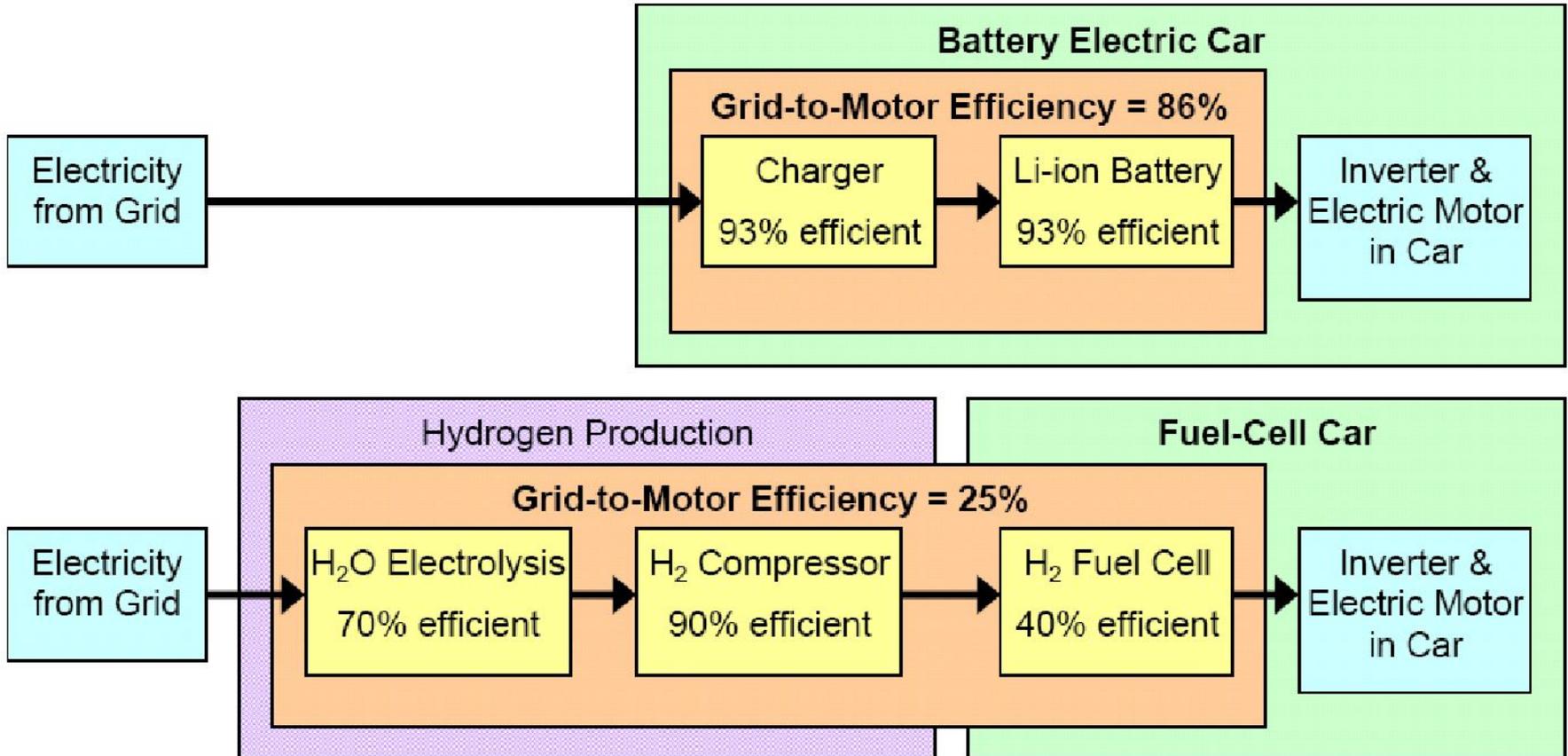
## Преимущества

- Общая простота конструкции и управления в сравнении с гибридными автомобилями.
- Меньшее количество механических элементов и деталей.
- Более высокая надежность.
- Простота ремонта и обслуживания, а, как следствие, и более низкие затраты при эксплуатации.
- Меньшее загрязнение окружающей среды.
- Отсутствие необходимости в топливе. Однако стоит заметить, что некоторые гибриды тоже могут обходиться без топлива (технология PHEV или Plug In Hybrid).
- Существенная экономия на 1 км пути в смешанном или загородном цикле.
- Более простая электроника, управляющая тяговой установкой, так как нет необходимости управлять отдельно разнородными двигателями.
- В большинстве случаев более низкая стоимость.
- Отсутствие трансмиссии, в отличие от механических гибридов.
- Аккумуляторы электромобиля работают очень активно, а, следовательно, довольно сильно нагреваются. Аккумуляторы же гибрида работают в более щадящем режиме и мало греются. Следовательно, при низких температурах окружающей среды ёмкость аккумуляторов у гибридного автомобиля будет существенно снижаться. Однако некоторые гибридные автомобили (например, Toyota Prius 3) имеют общую гибридную систему охлаждения, нагревающую зимой тяговый аккумулятор от ДВС, а летом, соответственно, охлаждающую.

## Недостатки

- Большая масса аккумуляторов.
- Длительная зарядка аккумуляторов, однако существуют способы «быстрой зарядки» до неполной ёмкости батареи.
- В большинстве случаев низкие динамические показатели.
- В некоторых гибридах вообще отсутствуют электрические аккумуляторные батареи.
- Наиболее крупные автомобилестроительные компании после 2000-х уделяют мало внимания электромобилям в пользу гибридов.
- В некоторых моделях гибридных автомобилей возможна реализация тяги отдельно от ДВС и ТЭД. То есть при выходе из строя одного из них возможно движение только на другом.

# Сравнение с гибридными автомобилями



# Chevrolet Volt

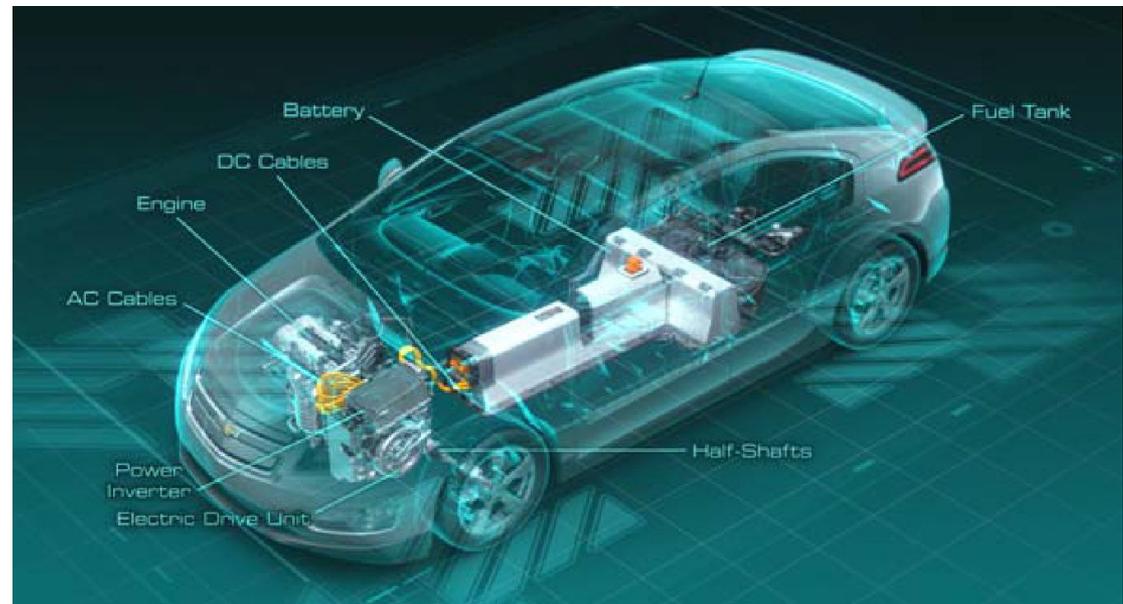
Chevrolet Volt — последовательный гибрид, способный проехать в режиме электромобиля примерно 65 км.

Volt создан на базе нового семейства гибридных систем — Voltec. Voltec производит электроэнергию на борту автомобиля из топливных элементов или других источников. GM при разработке Volt использовал технологии, применявшиеся в электромобиле EV-1.



На Chevrolet Volt могут быть установлены различные двигатели, например, работающие на E85 (смесь 85 % этанола и 15 % бензина), E100 (100 % этанол) или на биодизеле.

На Chevrolet Volt установлен электродвигатель мощностью 120 кВт с моментом 320 Нм. Литий-ионные аккумуляторы с пиковой мощностью 136 кВт. Время зарядки от сети 110 вольт — 6—6,5 часов, от сети 240 вольт — 3-4 часа.



# Chevrolet Volt

Ускорение до скорости 60 миль/час 8,0-8,5 сек. Максимальная скорость — 190 км/ч. Volt работает в режиме электромобиля вплоть до состояния неполной разрядки (30 % от ёмкости аккумуляторов).

На автомобиле установлен электрический генератор, приводимый двигателем внутреннего сгорания мощностью 53 кВт, объём 1 литр, 3 цилиндра. Volt работает в режиме электромобиля до скорости 160 км/ч. После этого, при работе двигателя внутреннего сгорания, происходит заряд литий-ионных аккумуляторов.

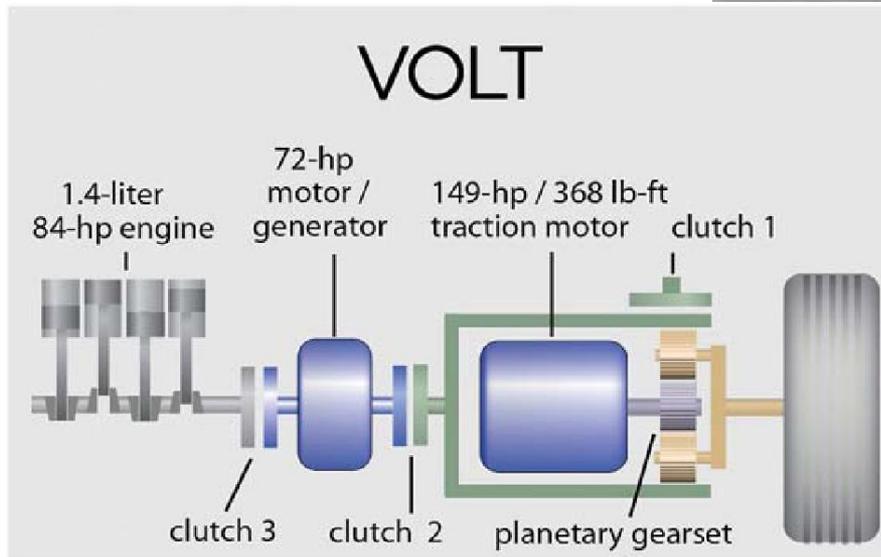
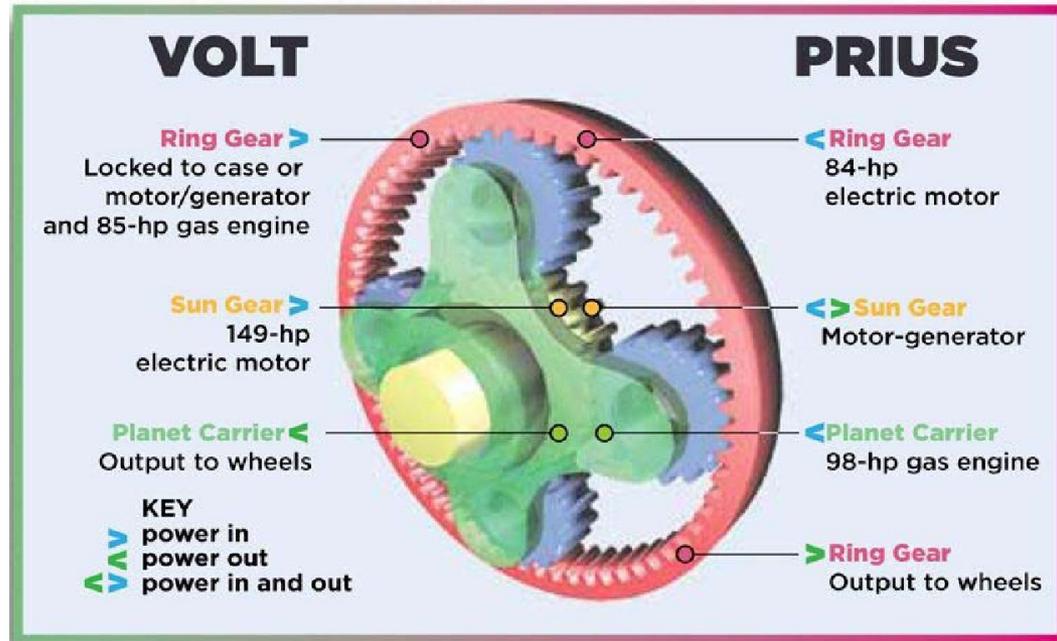
Топливный бак — 45 литров. Этого топлива и полной зарядки аккумуляторов достаточно для пробега 1000 км (640 миль). Аккумуляторы также запасают энергию рекуперативного торможения. Стоимость пробега 100 миль составит \$2,75.

В версии с топливными элементами на борту вместо двигателя внутреннего сгорания, топливные баки хранят 4 кг водорода.



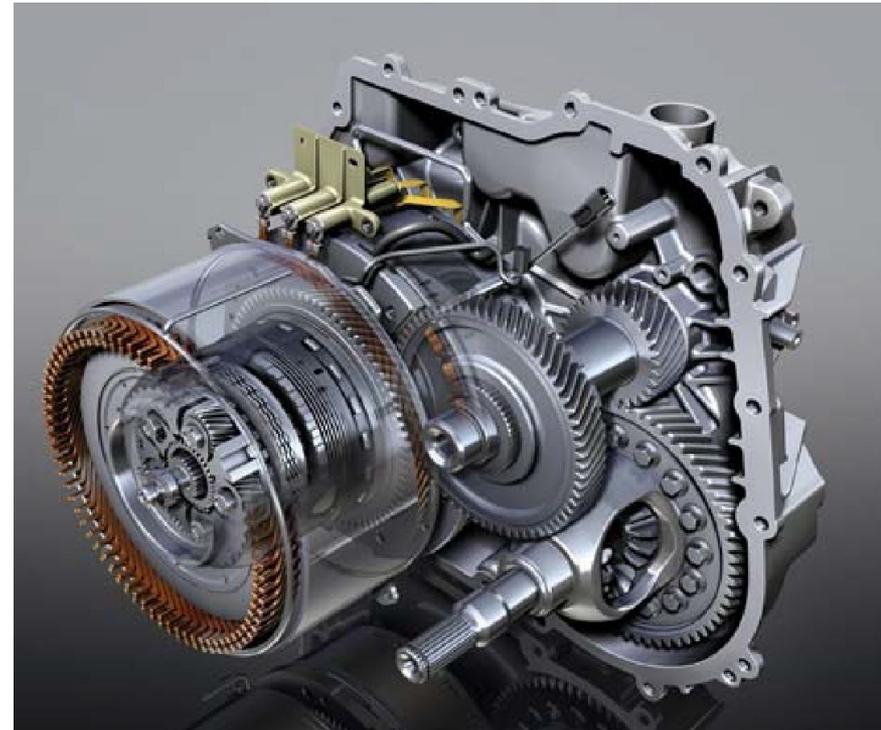
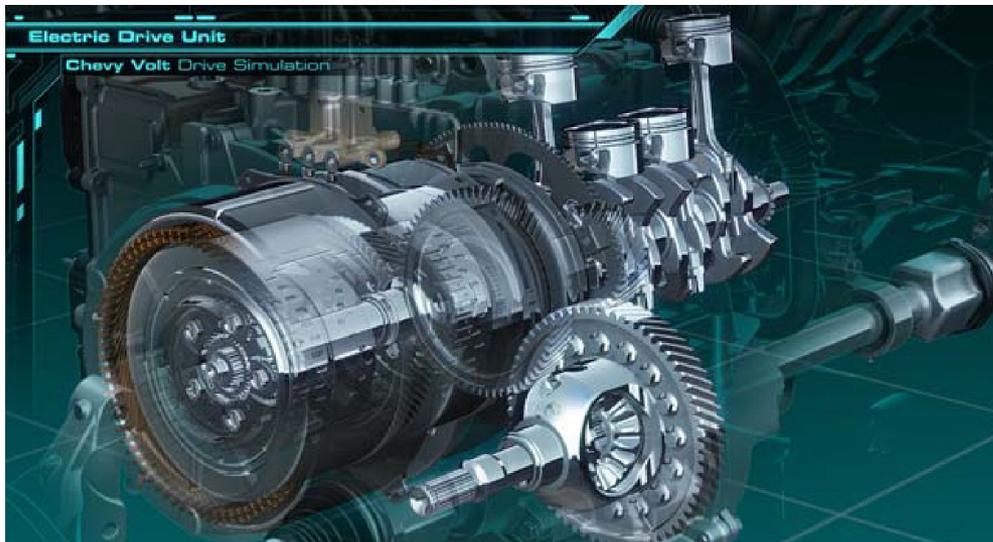
# Chevrolet Volt

- Также планетарный редуктор
  - Но разная конфигурация
- Реконфигурируемый гибрид
- Через 3 сцепления
- ICE активна только если уровень заряда батареи истощается



# Chevrolet Volt

- **Одновальный EV привод**
  - Только тяговый двигатель активен
- **Два режима EV привода**
  - Оба электродвигателя
  - Снижает обороты на высоких скоростях (> 110 км / ч)
- **Single Mode Extended-Range**
  - Серия гибрид, если батарея разряжена
- **Два двигателя с увеличенным запасом хода в сочетании**
  - Оба электродвигателя и ICE, если батарея разряжена
  - На высоких скоростях



# Chevrolet Volt

 Total EV Miles Driven

81,142,543

Direct data reads from Volt vehicles.

 Total Miles Driven

1 3 0 5 0 5 6 2 9

Direct data reads from Volt vehicles.

 Gallons Of Fuel Saved

4,723,146

Fuel saved is based on an approv

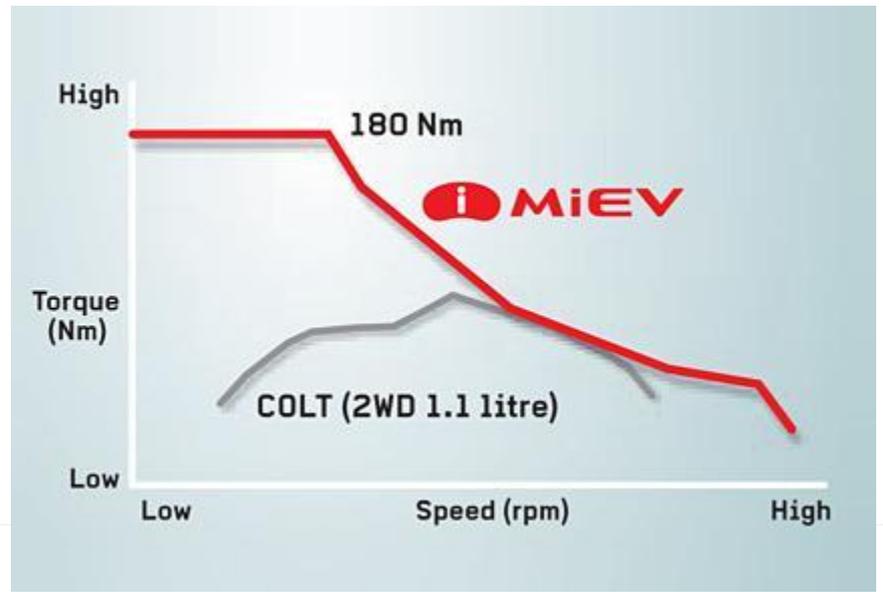
Data Provided t

Мониторинг в реальном времени транспортных средств

- Большинство миль - электрическим приводом
- Зарядка: возможность при стоянке возле дома или розетка - зарядная станция



Цена: 371 700 грн.



Двигатель	
Мощность, к.Вт / л.с (об.мин)	49 / 67 (2500-8000)
Крутящий момент Нм/об./мин.	180 (0-2000)
Аккумулятор	Li-Ion
Емкость батареи, к.Вт/ч	16
Вес	1110 кг
Длина мм	3475
Ширина мм	1475
Высота мм	1610
Максимальная скорость (ограничена электроникой) , км/ч	130
Дальность хода, км.	150
Минимальный радиус поворота, м	4.5
Тип привода	задний

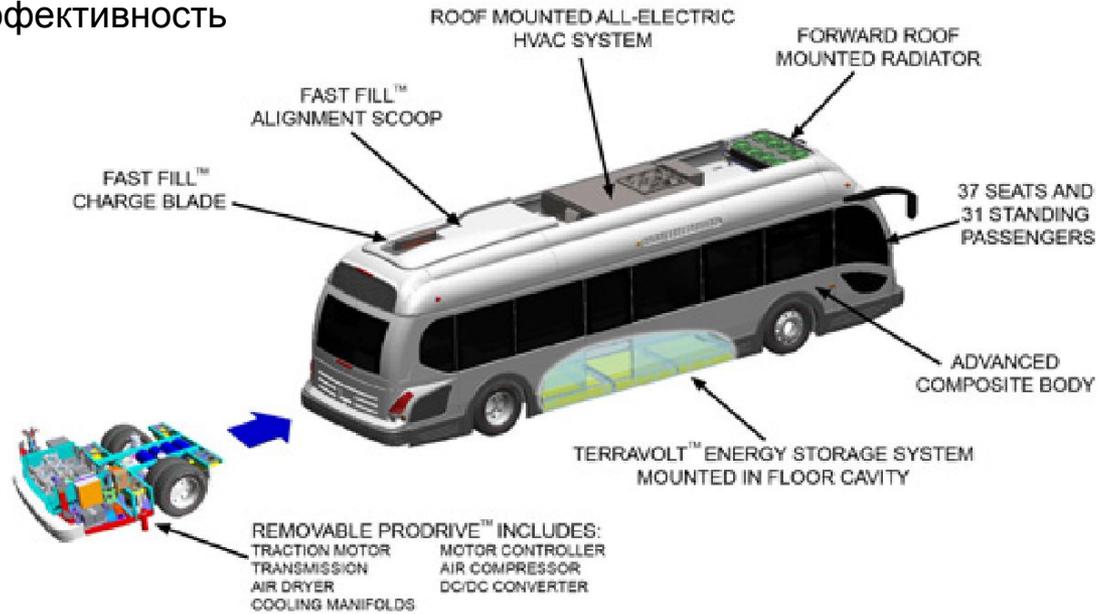


Легкий синхронный электродвигатель с постоянным магнитом сочетает в себе высокую эффективность с поразительно устойчивым и равномерным ускорением. При максимальном крутящем моменте 180Nm и скорости, достигающей 130 км/ч, Mitsubishi i-MiEV незамедлительно выполняет ваши команды.

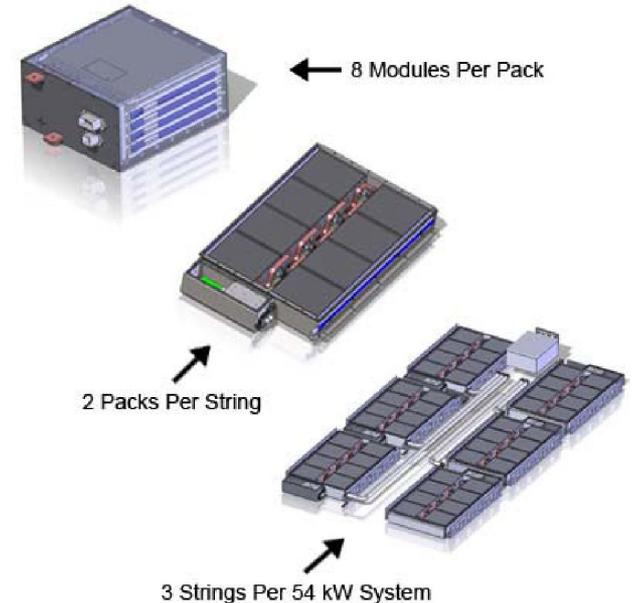
# Proterra Electric Bus

Основное преимущество - высокая эффективность

- Старт-стоповый трафик
- рекуперация энергии
- использование быстрой зарядки
- планируются остановки
- необходимо меньше батареи



x



# Proterra Electric Bus



# Перспективы

Согласно исследованиям IDTechEx, индустрия электротранспорта достигла в 2005 году уровня продаж в 31,1 миллиардов долларов по всему миру (включая гибридный транспорт). К 2015 году рынок электротранспорта вырастет примерно в 7 раз и достигнет \$227 млрд.

Некоторые автопроизводители не собираются производить гибридные автомобили, а сразу начать производство электромобилей. Они отстали в научных разработках, не могут самостоятельно создать гибридный автомобиль, или считают гибриды бесперспективными. Например, японская компания Mitsubishi Motors в 2009 году начала промышленное производство электромобилей на базе Colt. На нём будут установлены литий-ионные аккумуляторы. Существующие прототипы имеют дальность пробега 150 км.

Ведутся работы над созданием аккумуляторных батарей с малым временем зарядки (около 15 минут), в том числе и с применением наноматериалов. В начале 2005 года компания Altairnano объявила о создании инновационного материала для электродов аккумуляторов. В марте 2006 года Altairnano и Boshart Engineering заключили соглашение о совместном создании электромобиля. В мае 2006 года успешно завершились испытания автомобильных аккумуляторов с  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  электродами. Аккумуляторы имеют время зарядки 10-15 минут.

Рассматривается также возможность использования в качестве источников тока не аккумуляторов, а суперконденсаторов (ИКЭ-консенсаторов), имеющих очень малое время зарядки, высокую энергоэффективность (более 95 %) и намного больший ресурс циклов заряда-разряда (до нескольких сотен тысяч). Опытные образцы ионисторов на графене имеют удельную энергоемкость 32 Вт·ч/кг, сравнимую с таковой для свинцово-кислотных аккумуляторов (30–40 Вт·ч/кг).

Разрабатываются электрические автобусы на воздушно-цинковых (Zinc-air) аккумуляторах.

Toyota работает над созданием нового поколения гибридных автомобилей Prius (полный гибрид, plug-in гибрид, PHEV). В новой версии водитель по желанию может включать режим электромобиля, и проехать на аккумуляторах примерно 15 км. Подобные же модели разрабатывает Ford - модель Mercury Mariner - пробег в режиме электромобиля 40 км, и Citroën - модель C-Metisse - пробег в режиме электромобиля 30 км и другие. Toyota изучает возможность установки устройств для зарядки аккумуляторов гибридов на бензозаправочных станциях.

General Motors в январе 2007 года представил концепт Chevrolet Volt, способный проезжать в режиме электромобиля 65 км.

# Перспективы

Почта Японии, начиная с 2008 года, планирует приобрести 21000 электромобилей для доставки почтовых отправлений на короткое расстояние.

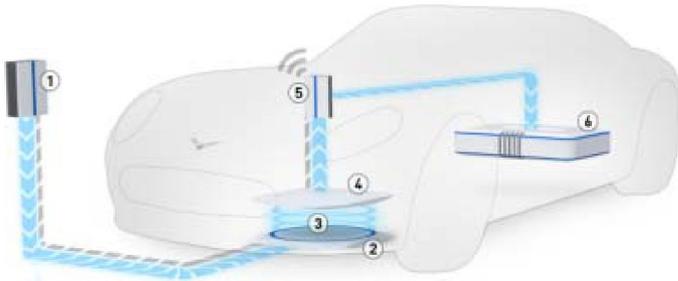
По прогнозам PriceWaterhouseCoopers к 2015 году мировое производство электромобилей вырастет до 500 тыс. штук в год.



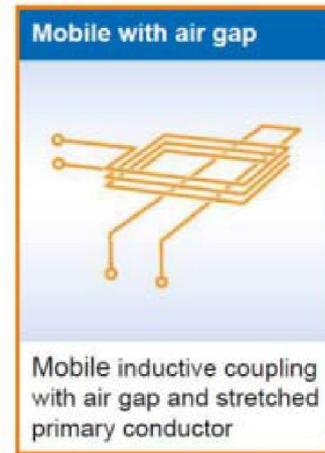
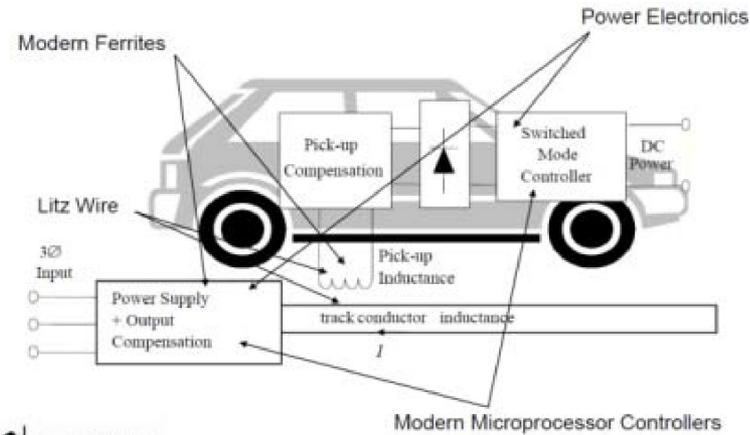
# Планы автопроизводителей

Компания	Страна	год	планы
<a href="#">Tesla Motors</a>	<a href="#">США</a>	<a href="#">2012</a> 2013	начало продаж Model S начало производства Model X
<a href="#">Renault</a>	<a href="#">Франция</a>	<a href="#">2012</a>	начало продаж Renault Zoe
<a href="#">Nissan</a>	<a href="#">Япония</a>	<a href="#">2012</a> <a href="#">2013</a>	серийное производство начало производства e-NV200 в Испании
<a href="#">Detroit Electric</a>	<a href="#">Китай</a> — <a href="#">США</a>	<a href="#">2012</a>	увеличить производство до 270 тысяч в год
<a href="#">BMW</a>	<a href="#">Германия</a>	<a href="#">2012</a>	начало продаж в США
Dongfeng Nissan	Китай - Япония	<a href="#">2012</a>	начало продаж в Китае
<a href="#">Ford</a>	<a href="#">США</a>	<a href="#">2010</a> <a href="#">2011</a> <a href="#">2012</a>	Коммерческий грузовик Микроавтомобиль Автомобиль С-класса
<a href="#">Toyota</a>	<a href="#">Япония</a>	<a href="#">2012</a>	начало производства iQ
<a href="#">Honda</a>	<a href="#">Япония</a>	2012 2012	начало продаж в Китае Fit EV начало продаж в США Fit EV
<a href="#">Chrysler</a>	<a href="#">США</a>	2012	Начало производства
<a href="#">General Motors</a>	<a href="#">США</a>	2013	Начало производства Cadillac Converj
<a href="#">Автоваз</a>	<a href="#">Россия</a>	2012	Начало продаж <a href="#">Lada ELLada</a>
<a href="#">SEAT</a>	<a href="#">Испания</a>	2016	Начало производства Altea XL Electric Ecomotive
<a href="#">Kia</a>	<a href="#">Ю. Корея</a>	2012	Начало производства Ray EV
BYD Daimler New Technology Co. Ltd.	Китай — Германия	2013	Начало производства Denza
<a href="#">Mercedes-Benz</a>	<a href="#">Германия</a>	2014	Начало продаж электромобиля В-класса
<a href="#">Mitsubishi Motors</a>	Япония	2015	Начало продаж в России 7 моделей электромобилей, в том числе с увеличенным запасом хода.
<a href="#">SAIC</a>	<a href="#">Китай</a>	2016	Начало продаж электромобиля Smart-e

# Inductive charging



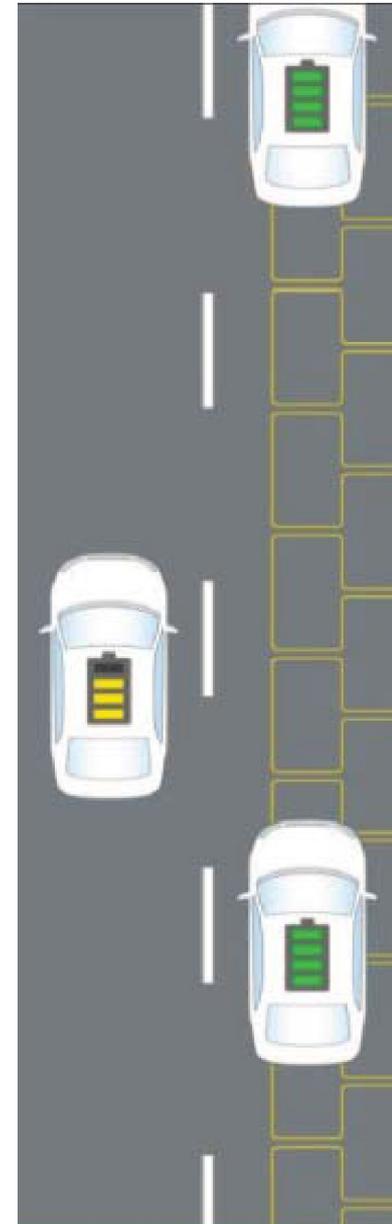
- 1 Power Supply
- 2 Transmitter Pad
- 3 Wireless Electricity & Data Transfer
- 4 Receiver Pad
- 5 System Controller
- 6 Battery



- Contactless
- Safety
- No wear
- Weather resistant
- Flexibility
- Power ratings
- Stasis, continuous
- EMC
- Within limits
- Only field present if vehicle is charging

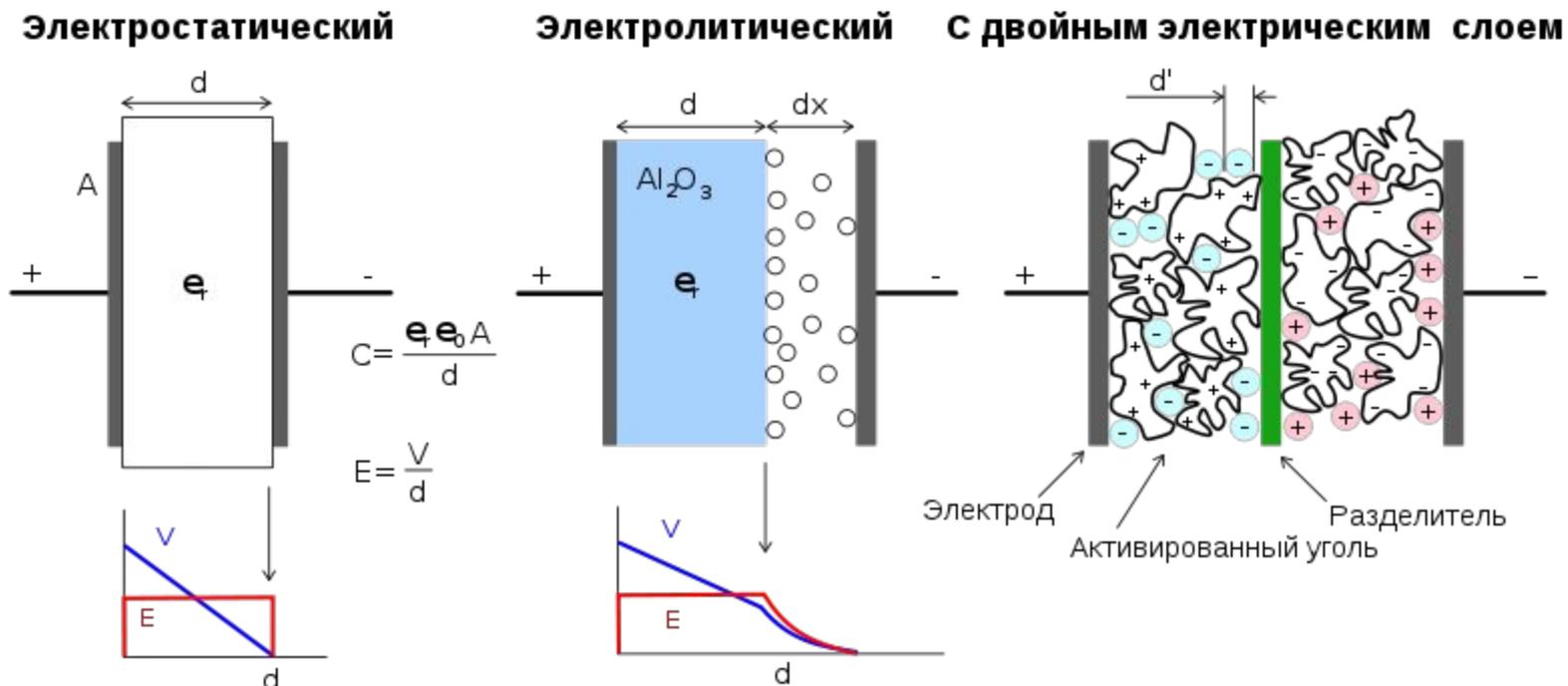
## Technology under development

- Bombardier, Siemens, etc.
- Halo IPT, Evatran, etc.
- Volvo, Audi, etc.
- ...



# Ионистор

Ионистор (ультраконденсатор, **суперконденсатор**, двухслойный электрохимический конденсатор, англ. EDLC, Electric double-layer capacitor) – электрохимическое устройство, конденсатор с органическим или неорганическим электролитом, «обкладками» в котором служит двойной электрический слой на границе раздела электрода и электролита. Функционально представляет собой гибрид конденсатора и химического источника тока.



В связи с тем, что толщина двойного электрического слоя (то есть расстояние между «обкладками» конденсатора) крайне мала, запасённая ионистором энергия выше по сравнению с обычными конденсаторами того же размера. К тому же, использование двойного электрического слоя вместо обычного диэлектрика позволяет намного увеличить площадь поверхности электрода. Типичная ёмкость ионистора — несколько фарад, при номинальном напряжении 2—10 Вольт.

Первый конденсатор с двойным слоем на пористых угольных электродах был запатентован в 1957 году фирмой General Electric. Так как точный механизм к тому моменту времени был не ясен, было предположено, что энергия запасается в порах на электродах, что и приводит к образованию «исключительно высокой способности накопления заряда». Чуть позже, в 1966 фирма Standard Oil of Ohio, Cleveland (SOHIO), USA запатентовала элемент, который сохранял энергию в двойном слое.

Столкнувшись с фактом небольшого объёма продаж, в 1971 году SOHIO передала лицензию фирме NEC, которой удалось удачно продвинуть продукт на рынке под именем «Supercapacitor» (Суперконденсатор). В 1978 году фирма Panasonic выпустила на рынок «Gold capacitor» («Gold Cap») «Золотой конденсатор», работающий на том же принципе. Эти конденсаторы имели относительно высокое внутреннее сопротивление, ограничивающее отдачу энергии, так что эти конденсаторы применялись только как накопительные батареи для SRAM.

Первые ионисторы с малым внутренним сопротивлением для применения в мощных схемах были разработаны фирмой PRI в 1982 году. На рынке эти ионисторы появились под именем «PRI Ultracapacitor».

С появлением ионисторов стало возможным использовать конденсаторы в электрических цепях не только как преобразующий элемент, но и как источник напряжения. Широко применяются в качестве замены батареек для хранения информации о параметрах изделия при отсутствии внешнего питания. Такие элементы имеют как несколько преимуществ, так и недостатков над обычными химическими источниками тока — гальваническими элементами и аккумуляторами:

## Недостатки

- Удельная энергия симметричных ионисторов меньше, чем у аккумуляторов (5–12 Вт·ч/кг при 200 Вт·ч/кг для литий-ионных аккумуляторов).
- Напряжение зависит от степени заряженности.
- Возможность выгорания внутренних контактов при коротком замыкании.
- Низкое рабочее напряжение (несколько вольт).
- Значительно больший, по сравнению с аккумуляторами, саморазряд: порядка 1 мкА у ионистора 2 Ф × 2,5 В

## Преимущества

- Высокие скорости зарядки и разрядки.
- Простота зарядного устройства.
- Малая деградация даже после сотен тысяч циклов заряда/разряда.
- Малый вес по сравнению с электролитическими конденсаторами подобной ёмкости.
- Низкая токсичность материалов.
- Высокая эффективность (более 95 %)
- Неполярность (хотя на ионисторах и указаны «+» и «-», это делается для обозначения полярности остаточного напряжения после его зарядки на заводе-изготовителе).

## Материал

Электроды выполняют, как правило, путём использования пористых материалов, таких, как активированный уголь или вспененные металлы, вместо обычных изоляционных материалов. Общая площадь поверхности, даже в тонком слое такого материала, во много раз больше, чем в традиционных материалах, таких как Al, что позволило хранить заряд в любом объеме. Уголь не является хорошим изолятором, поэтому ионистор можно использовать только при низких потенциалах, порядка 2÷3 В.

**Плотность энергии** ионисторов пока еще в несколько раз меньше возможностей аккумуляторов. Например, плотность энергии ионистора BCAP3000 3000Ф x 2.7В массой 0.51 кг составляет 21.4 кДж/кг. Это в 7.6 раз меньше плотности энергии свинцовых электролитических аккумуляторов, в 25 раз меньше литий-полимерных аккумуляторов, но в десятки раз больше плотности энергии электролитического конденсатора.

Плотность мощности ионистора зависит от внутреннего сопротивления. В последних моделях ионисторов внутреннее сопротивление достаточно мало, что позволяет получать мощность, сравнимую с аккумуляторной.

В 1997 году исследователи из CSIRO разработали супер-конденсатор, который мог хранить большой заряд за счёт использования плёночных полимеров в качестве диэлектрика. Electroды были изготовлены из углеродных нанотрубок. У обычных конденсаторов удельная энергия составляет 0,5 Вт·ч/кг, а у конденсаторов PЕТ она была в 4 раза больше.

В 2008 году индийские исследователи разработали опытный образец ионистора на основе графеновых электродов, обладающий удельной энергоёмкостью до 32 Вт·ч/кг, сравнимую с таковой для свинцово-кислотных аккумуляторов (30—40 Вт·ч/кг).

В 2011 году корейские ученые под руководством профессора Чой Джунг Вук (Choi Jung-wook) разработали суперконденсатор, изготовленный с применением графена и азота, обеспечивающий удвоенную емкость по сравнению с традиционными источниками энергии того же класса. Улучшение электрических свойств элемента питания было достигнуто благодаря добавлению азота.

## Тяжелый и общественный транспорт

В настоящее время автобусы с питанием от ионисторов выпускаются фирмами Hyundai Motor и «Тролза».

Автобусы на ионисторах от Hyundai Motor представляют обыкновенные автобусы с электроприводом, питаемым от бортовых ионисторов. По задумке конструкторов из Hyundai Motor такой автобус будет заряжаться на каждой второй или каждой третьей остановке, причем длительности остановки достаточно для подзарядки автобусных ионисторов. Hyundai Motor позиционирует свой автобус на ионисторах как экономичную альтернативу троллейбусу (нет необходимости прокладывать контактную сеть) или дизельному (и даже водородному) автобусу (электроэнергия пока дешевле дизельного или водородного топлива).

Автобусы на ионисторах от «Тролзы» технически представляют собой «бесштанговые троллейбусы». Т. е. конструктивно это троллейбус, но без штанг питания от контактной сети и, соответственно, с питанием электропривода от ионисторов.

Но особенно перспективны ионисторы в качестве средства реализации системы автономного хода для обычных троллейбусов. Троллейбус, оборудованный ионисторами, по маневренности приближается к автобусу. В частности такой троллейбус может:

- проходить отдельные короткие участки маршрута, не оборудованные контактной сетью (в том числе при необходимости двигаться в объезд, когда на каком-то участке маршрута движение по штатной трассе маршрута невозможно);
- проходить места обрыва линии контактной сети;
- возможность объезжать препятствия даже тогда, когда длина токоприемных штанг не позволяет это сделать (водитель оборудованного ионисторами троллейбуса в этом случае просто опустит токоприемные штанги и объедет препятствие, после чего вновь поднимет токоприемные штанги и продолжит движение в штатном режиме);
- отпадает надобность в развитии контактной сети в депо и на разворотных кольцах на конечных остановках – в депо и на разворотных кольцах оборудованные ионисторами троллейбусы маневрируют с опущенными токоприемными штангами.

Таким образом троллейбусная система, эксплуатируя оборудованные ионисторами троллейбусы, по гибкости приближается к обычной автобусной.

Ё-мобиль — проект автомобиля, разрабатываемый в Российской Федерации, использует суперконденсатор как основное средство для накопления электрической энергии. Сами эти суперконденсаторы пока не выпускаются серийно и разрабатываются параллельно с автомобилем.

Существуют проекты, объединяющие суперконденсатор и химический аккумулятор в едином блоке, что взаимно компенсирует недостатки тех и других. В результате получается накопитель с большим сроком службы, меньшей стоимостью и большим запасом энергии, чем при использовании обычных аккумуляторов.

#### Автогонки

Система KERS, применяющаяся в «Формуле-1», использует именно ионисторы.

#### Бытовая электроника

Применяются для основного и резервного питания в фотовспышках, фонарях, карманных плеерах и автоматических коммунальных счётчиках — везде, где требуется быстро зарядить устройство. Лазерный детектор рака молочной железы на ионисторах заряжается за 2,5 минуты и работает 1 минуту.

В 2007 году выпустили шуруповёрт, в котором ионисторы общей ёмкостью 55 фарад заряжаются 1,5 минуты. Заряда хватает на 22 шурупа.

В магазинах автоаксессуаров продаются ионисторы емкостью порядка 1Ф, предназначенные для запитывания автомагнитол (и аппаратуры, питаемой от разъема прикуривателя) при выключенном зажигании и в период старта двигателя (на многих автомобилях на время работы стартера отключаются все остальные потребители).

## Перспективы развития

Ионистор обладает длительным сроком службы. Проводились исследования по определению максимального числа циклов заряд-разряд. После 100 000 циклов не наблюдалось ухудшения характеристик. Согласно заявлениям сотрудников MIT 2006 года, ионисторы могут в скором времени заменить обычные аккумуляторы. Кроме того, в 2009 году были проведены испытания аккумулятора на основе ионистора, в котором в пористый материал были введены наночастицы железа. Полученный двойной электрический слой пропускал электроны в два раза быстрее за счет создания туннельного эффекта. Группа учёных из Техасского университета в Остине разработала новый материал, представляющий собой пористый трёхмерный углерод. Полученный таким образом углерод обладал свойствами суперконденсатора. Обработка вышеописанного материала гидроксидом калия привела к созданию в углероде большого количества крохотных пор, которые в сочетании с электролитом смогли хранить в себе колоссальный электрический заряд.

