



# Даешь «Ё-мобилизацию»!

ГЕННАДИЙ ДУНИН  
ВИКТОР РАСКИН, технический директор ЦАТ МАИ  
СЕРГЕЙ САМОХИН

*«Мнение большинства заведомо неверно, потому что большинство людей идиоты». Эдгар Алан По.*

Прочитав этот афоризм, так и хочется возразить по-лигачевски: «Эдгар, ты не прав ...» — в слишком уж резкую форму облек свою мысль известный американский литератор и критик. На самом деле недавние исследования в области социальной психологии и нейрофизиологии подтвердили, что он был недалек от истины. Ученые изучили механизм формирования глобальных идей, которые время от времени овладевают массами, и показали, что массовость идеи не означает ее истинность. Причина в том, что мнение индивидуума подвержено влиянию настроения большинства. Так устроен наш мозг: когда возникает конфликт между нашей точкой зрения и мнением окружающих, мозг продуцирует так называемый «сигнал ошибки». Получая такой сигнал, мы инстинктивно сдаем свою позицию и пассивно принимаем господствующую идею. Этот конформизм нашего сознания ловко используют разного рода манипуляторы, которые «рулят» общественным мнением в интересах тех или иных политических, экономических, религиозных и прочих группировок. Периодически с помощью «крикунов» они вбрасывают в общество разного рода псевдоидеи, а остальное довершает психология. Стоит лишь там и сям зазвучать призывам вроде «даешь коммунизм во всем мире!», «даешь кухарок в госаппарат!», «даешь равноправие мексиканским тушканчиком!», как все мы начинаем бездумно вторить: «даё-ё-ёшь!».

Справедливости ради нужно сказать, что далеко не все ложные идеи появляются по чьему-то злему умыслу. Умысел может быть вполне невинным, и даже благородным и добрым. Просто он возник в результате ошибочных представлений или неправильных выводов. Тем не менее инициированная им «мелкая рябь» по законам психологии вскоре приобретает силу 9-балльного шторма и начинает «колбасить» мировое сообщество. Подчиняясь навязанной нам большинством точке зрения, мы дружно боремся за глобальное похолодание, сужение озоновой дыры, искоренение свиного гриппа и т.д. и т.п. И тратим на борьбу жизненно важные силы и средства, зачастую убеждаясь, что боролись с ветряными мельницами. Чтобы вместе со всем «стадом» не сбиться с верного пути и не заплутать, нужно учиться усилием воли игнорировать «сигнал ошибки», оценивать мнение большинства критически и реагировать на него не интуитивно, а руководствуясь разумом. Так много слов до сих пор было сказано вот к чему. В последнее время все чаще высказывается мнение о том, что в ближайшем будущем развитие автотехники неминуемо пойдет по пути «Ё-мобилизации». Пожалуй, смысл выдуманного нами термина понятен: большинство читателей наверняка слышали о шумном российском проекте создания электромобиля под названием «Ё-мобиль». Так Россия в лице «миллионщика» Прохорова и его команды откликнулась на модную глобальную идею перевода легкового автотранспорта на электропривод. Она, эта идея, настолько «овладела массами», что уже материализовалась в большое количество серийных автомоделей с гибридными и не очень большое — с чисто электрическими силовыми агрегатами. Чтобы убедиться в силе идеи «Ё-мобилизации», спросите себя, что дает применение электропривода в автотехнике. Вам на ум наверняка придут не раз услышанные аргументы, что электропривод — это экономия (или отказ) от потребления невозобновляемых видов топлива, снижение (или обнуление) вредных выбросов в атмосферу и сокращение эксплуатационных расходов за счет уменьшения (или исключения) затрат на бензин и дизельное топливо.

А давайте отнесемся к этому господствующему мнению критически и проверим, насколько реальна выгода от применения гибридо- и электромобилей для планеты, экономики и конкретного россиянина. Что «Ё-мобилизация» может всем нам дать в рублях и копейках, и нет ли тут обмана? Для этого нам потребуются несколько цифр из общедоступных источников, математические навыки на уровне средней школы и элементарная логика.

В качестве отправной точки наших рассуждений взглянем критически на эксплуатацию легкового автомобиля с современным бензиновым двигателем.

## Бензиновый двигатель

Вначале подсчитаем, во что обходится приобретение энергии для нашей машины. Ее, как известно, мы покупаем в форме бензина.

Сегодня 92-й бензин стоит примерно 24 руб./л, а 95-й — около 26 руб./л. Примем для расчета среднюю цифру — 25 руб./л. Учитывая, что плотность бензина равна примерно 0,8 кг/л, получится, что килограмм бензина нам обходится в сумму:

$$СБ = 25/0,8 = 31,3 \text{ руб./кг.}$$

Известно, что теплотворная способность бензина  $H_B = 42\,000$  кДж/кг — столько энергии выделяется при сгорании 1 кг горючего. Тогда нетрудно посчитать, сколько энергии (в форме бензина) мы можем купить на один рубль. Эту величину мы назовем удельной ценой энергии (ЦБ):

$$ЦБ = H_B / СБ = 42000/31,3 = 1341,9 \text{ кДж/руб.}$$

Большая часть оплачиваемой нами энергии бензина — пустая трата денег. Она рассеивается в виде тепла и «улетает в трубу» вместе с выхлопными газами. Чтобы определить, сколько энергии используется по назначению, то есть идет на вращение вала двигателя, определим его КПД. КПД ДВС — величина переменная и в значительной степени зависит от режима работы двигателя. Нам будет удобнее рассчитать его через удельный расход топлива ( $g_e$ ), данные по которому часто приводятся в литературе. Удельный расход современного легкового двигателя в рабочем диапазоне режимов изменяется в пределах 0,25–0,33 кг/кВт•час (меньшее значение соответствует максимальному КПД). С учетом этого получим:

$$\eta_{\max} = 3600 / g_{e \min} H_B = 3600/0,25 \times 42\,000 = 0,34;$$

$$\eta_{\min} = 3600 / g_{e \max} H_B = 3600/0,33 \times 42\,000 = 0,26.$$

Теперь мы можем скорректировать удельную цену энергии — посчитать, в какую цену нам обходится энергия на валу двигателя (ЦБ пол = ЦБ  $\eta$ ):

$$456 \text{ кДж/р} \leq ЦБ \text{ пол} \leq 349 \text{ кДж/руб.}$$

Проведем аналогичные вычисления для электромобиля.

### Электродвигатель

В 2010 году электроэнергия в Москве отпускалась по тарифу 3,45 руб./кВт•час. Вспомнив, что 1 кВт•час — это не что иное, как 3600 кДж, получим удельную цену энергии в форме электричества:

$$ЦЭ = 3600/3,45 = 1043 \text{ кДж/руб.}$$

Дальнейшая цепочка рассуждений, казалось бы, проста. Энергией, покупаемой по этой цене, мы заряжаем аккумуляторы, а от них впоследствии питается электродвигатель. Процессы накопления и потребления энергии контролируются регулирующим устройством. Учитывая, что эти компоненты электромобиля также имеют КПД, отличный от единицы (АКБ — 0,75; электродвигатель — 0,9; устройство регулирования — 0,9), получится, что доля энергии на валу электродвигателя окажется равной:

$$\eta_{ЭМ} = \eta_{АКБ} \eta_{ЭДВ} \eta_{РЕГ} = 0,75 \times 0,9 \times 0,9 = 0,61.$$

Оптимистический результат, который убеждает в том, что полезная энергия для электромобиля обходится потребителю примерно в полтора раза дешевле, чем для машин с ДВС, поскольку:

$$ЦЭ \text{ пол} = ЦЭ \eta_A = 1043 \times 0,61 = 636 \text{ кДж/руб.}$$

Правда, оптимизм, возникший по этому поводу, приходится сдерживать — тарифы на электроэнергию растут быстрее цены бензина. Не надо далеко ходить за примером — прямо во время подготовки этого материала энергетики официально объявили о том, что нас ждет «новогодний подарок» — повышение тарифов на 20%. Разве что для владельцев электромобилей установят особый тариф. Почему бы и нет? Существует же особый тариф для пользователей электроплит. Правда, если вдуматься, это полный маразм и свидетельство того, что отпускная цена электроэнергии имеет мало общего с ее реальной себестоимостью. Кстати, так же, как и стоимость бензина.

Чтобы не прослыть придирами, закроем глаза на это, а также на то, что нам, потребителям, так или иначе придется заплатить за разработку и внедрение новых технологий и создание инфраструктуры — системы сервиса и «электрозаправок». Не будем заранее переживать, что набитый массивными и недешевыми аккумуляторами электромобиль окажется тяжелее и дороже традиционной машины с ДВС. Ведь все эти будущие затраты и неудобства наверняка стоят сохранения недр и чистого воздуха планеты. Не дает покоя лишь один вопрос: откуда возьмется электричество в розетках, к которым мы будем подключать наши «Е-мобили»? Статистика свидетельствует, что в нашей стране порядка 70% электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях, которые сжигают все те же невозобновляемые газ, мазут, нефть и уголь. Все, что выработали, транслируется на гигантские расстояния, характерные для нашей необъятной Родины, посредством линий электропередач и, наконец, трансформируется вблизи от потребителя на подстанциях. Прикинем эффективность этих процессов.

Средний по стране удельный расход условного топлива (его теплотворная способность считается равной 29 300 кДж/кг) на ТЭЦ составляет 0,340 кг/кВт·час. По уже известной нам методике определим КПД ТЭЦ:

$$\eta_{\text{ТЭЦ}} = 3600 / g_e H = 3600 / 0,34 \times 29300 = 0,36.$$

С учетом данных по эффективности передачи и преобразования электроэнергии, почерпнутых из тематических справочников ( $\eta_{\text{ЛЭП}} = 0,75$ ;  $\eta_{\text{ТР}} = 0,89$ ), подсчитаем, какая часть энергии условного топлива доходит до розетки:

$$\eta_{\text{РОЗ}} = \eta_{\text{ТЭЦ}} \eta_{\text{ЛЭП}} \eta_{\text{ТР}} = 0,36 \times 0,75 \times 0,89 = 0,24.$$

Получается, что в розетке оказывается примерно четверть того, что сгорело на ТЭЦ. Теперь протянем нить наших рассуждений дальше, до вала электродвигателя:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_{\text{РОЗ}} \eta_{\text{ЭМ}} = 0,24 \times 0,68 = 0,16.$$

Вот так! В итоге получается, что сжигать топливо внутри двигателя примерно вдвое эффективнее, чем на ТЭЦ с последующим многоступенчатым преобразованием энергии из одного вида в другой. Это означает, что если перевести весь наш автопарк на электротягу (без потери энерговооруженности), «дымить» придется в два раза больше. Будет ли утешением, что источником токсичных веществ станут не выхлопные трубы машин, а трубы теплоэлектростанций, окружающих города?

Бесспорно, электромобиль будет по-настоящему хорош там, где электричество вырабатывается с использованием «дармовых», экологически чистых источников: энергии воды, солнца, ветра. К сожалению, климатические условия (и умонастроения) в России таковы, что эти направления электроэнергетики едва ли стоит серьезно рассматривать.

### Гибридный двигатель

С «гибридомобилями» тоже не все однозначно. Их типовая «энергетическая» схема такова. Входящий в состав гибридной установки бензиновый двигатель, работающий в режиме максимальной эффективности, вращает генератор. Генератор подзаряжает АКБ, которая питает электродвигатель. Подачей энергии управляет регулирующее устройство. Для расчета эффективности такой схемы преобразования энергии воспользуемся следующими данными: КПД ДВС ( $\eta_{\text{max}} = 0,34$ ), КПД электрогенератора ( $\eta_{\text{ГЕН}} = 0,85$ ), КПД АКБ ( $\eta_{\text{АКБ}} = 0,75$ ), КПД электродвигателя ( $\eta_{\text{ЭДВ}} = 0,89$ ), КПД регулирующего устройства ( $\eta_{\text{РЕГ}} = 0,9$ ). Общий КПД гибридной силовой установки получим перемножением КПД ее составляющих:

$$\eta_{\text{ГИБ}} = 0,34 \times 0,85 \times 0,75 \times 0,89 \times 0,9 = 0,16.$$

Эффективность использования энергии топлива получается такой же, как у электромобиля. И заметно хуже, чем в случае бензинового двигателя, что понятно — чем больше преобразований, тем больше потерь. Откуда берется экономия топлива? Утверждают, что бензин экономится за счет рекуперации энергии при торможении. Гибридомобиль «по определению» должен проявлять максимум эффективности при «пилообразном» ездовом цикле, состоящем из чередующихся участков ускорения и торможения. Нечто подобное реализуется при движении по пересеченной, холмистой местности. Летя по автобану на крейсерской скорости, рекуперировать не удастся ничего. Получается, что одни владельцы гибридов будут экономить, а другие — нет? Да и велика ли реальная экономия?

В разных гибридных установках соотношение мощностей электродвигателя и ДВС может меняться от 1:2 (в наименее мощных) до 1:20 (в самых мощных). В любом случае мощность электродвигателя в разы (а то и в

десятки раз) меньше мощности ДВС, да и сам процесс рекуперации сопровождается неизбежными потерями. Поэтому восстановить удастся лишь малую часть (по прикидкам — порядка 5–10%) энергии, затраченной на разгон автомобиля. Указывая большие значения топливной экономии, поборники гибридизации зачастую лукавят и не учитывают степень заряженности АКБ перед поездкой и после нее. А также не принимают в расчет, что ДВС гибрида, в отличие от обычного автомобиля, предельно разгружен от навесного оборудования (как правило, отсутствует генератор и гидроусилитель руля), что повышает КПД установки за счет ее «бензиновой» части. Замалчивают и такой известный факт, который отмечают многие владельцы гибридомобилей. При эксплуатации зимой расход бензина существенно возрастает и становится практически таким же, как у обычного автомобиля. Ведь при отрицательных температурах эффективность аккумуляторной батареи снижается, а потребность в энергии для отопления салона — наоборот, возрастает.

И «в борьбе за это» мы вначале расходует топливо менее эффективно! А не проще ли достичь той же цели «дедовским» способом, теоретически обоснованным еще в 30-е годы — эксплуатацией автомобиля в режиме разгон-накат?

Говорить на тему «Ё-мобилизации» можно бесконечно долго. Принудительно «закругляясь», отметим, что мы сознательно не углублялись в технические детали «Ё-технологий», чтобы они не заслонили главного — истинности (то есть, эффективности) этой модной идеи. Самый простой и верный способ ее оценки — «энергетический». Как видно (с нашей, российской точки зрения), этот подход дает результаты, которые заставляют сильно усомниться в том, что «Ё-мобилизация» — светлое будущее автопрома, по крайней мере, российского. Тем более что известно еще немало резервов для совершенствования «старых добрых» ДВС. В общем, крикни сейчас кто-нибудь «Даешь Ё-мобилизацию!», мы в ответ в лучшем случае просто пожали бы плечами. А может, мы не правы и чего-то не понимаем. А чего?

Редакция предлагает всем, кому интересна тема «Ё-мобилизации», принять участие в ее обсуждении и высказаться либо в поддержку мнения авторов статьи, либо объяснить им, чего они не понимают.