

## emmibox › Блог › Настройка которой не бывает – часть 3.



**emmibox** Был 36 минут назад  
Я езжу на Renault Clio Sport и СеАЗ Ока  
Москва, Россия

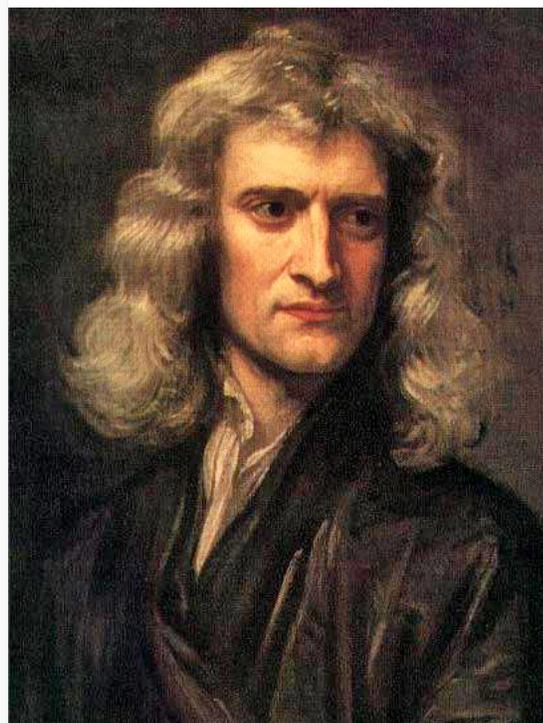
[Подписаться](#)[Сообщение](#)

### [Предыдущая часть.](#)

В первой части я писал, что смесь нельзя изменить – но как же так. Вот же есть какая то “таблица смеси” в “типа мощностном режиме” и ее можно “покрутить”. Почему и каким образом система может все назад вернуть?! Сегодня мы разберемся с этим важным вопросом и увидим, какие алгоритмы и концепции лежат в основе обучения современных блоков, в том числе долговременных коррекций топливной смеси, детонации и прочих параметров подлежащих обучению. И почему там нет простых решений и объемных таблиц как в старых системах. Для этого вам будет нужен небольшой математический бекграунд, хотя я очень старался написать так, чтоб и троечнику было понятно, во всяком случае для инженеров с непрофильным образованием это пишут примерно как то так. Но начнем мы, как обычно, с небольшого лирического отступления.

Если вы возьмете самый современный Мотек-М1 и отправитесь с ним на машине времени в прошлое – вас конечно там сразу сожгут на костре, и правильно сделают. Но если вы возьмете весь тот матан, который лежит в основе всех его алгоритмов, и переписав его гусиным пером на хреновою неотбеленную бумагу, снова отправитесь в прошлое. То к величайшему удивлению – в 17 веке, эту вашу писанину поймут. И вы сможете в их системе знаний описать, как работает обучение – и они поймут не только, как это делается, но и зачем. Можно заменить данный тип калькулятора любым другим типом – суть не меняется. Поэтому калькуляторы скучные, и про них нельзя писать такие истории.

Все это потому, что несмотря на самый топовый процессор, красивый корпус и кучу золота в разъемах – на самом деле, калькулятор с научной точки зрения стар... И не просто стар — он очень стар! (да он и с инженерной точки зрения стар – настраивается то точно так же, как и 10 лет назад). И в упрощенном виде, опустив некоторые моменты вы бы даже Евклиду смогли бы объяснить, что внутри него происходит – а самое сложное, что там можно найти это — интерполяция. Она-то как раз и появилась в 17-м веке. Ну с точки зрения физики тоже знаете-ли, ни одного Эйнштейна не пострадает. Там если Ньютоновская механика есть (опять же 17 век) — то пальцев одной руки хватит посчитать, в скольких местах



Ньютон смотрит на калькуляторы как на...

Объяснить работу 20-ти летнего блока BOSCH в 17 веке у вас так просто уже не получится. Кроме использования в полном виде и на каждом шагу Ньютоновской механики – там есть еще и термодинамика. А она появилась чуть позже. Но скажем — в 18-м наверно уже и это сможете...

Те алгоритмы, о которых я сегодня вам расскажу современные. Они работают в современных блоках, всего лишь чуть больше каких то 15-ти лет и разработаны в основном в конце 20-го века. Страшно подумать, насколько они современные – ведь в общем случае, вы читатели, уже родились, а их еще не было, не было учебников где про них можно было прочитать. И не было институтов, где вас могли бы им обучить (я вот заметил, на мои статьи любят набегать всякие анжинеры от автопрома СССР из 80-х поспорить – а о чем с ними спорить то? О том как карбюратор солекс работает? Ну так это им надо было 20 лет назад набегать.) – да и сейчас текстов по многим алгоритмам на русском вы не найдете – нет их у нас анжинеров тех... А теперь представьте, где на линии времени жил Евклид где Ньютон где какой-нибудь Карно, а где Вы! Чувствуете ничтожность калькуляторов?! То-то...

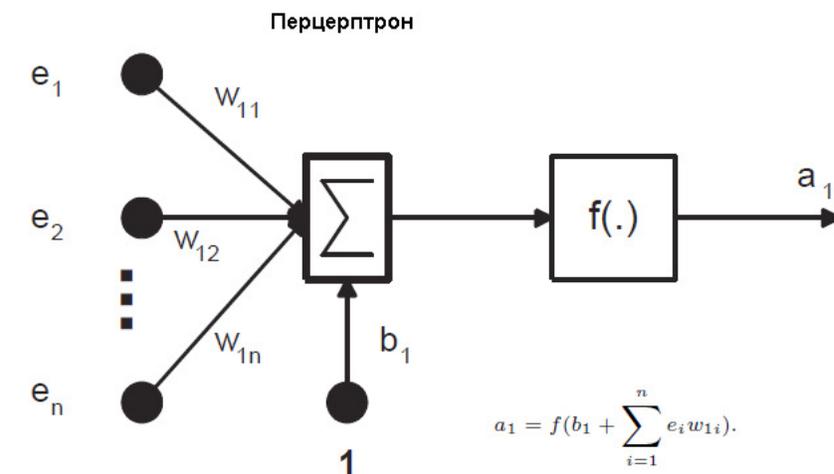
### Проблематика обучения.

В современных ЭБУ есть значительных проблемы с объемом ОЗУ! Связанно это с историческими факторами и с сложностью создания больших объемов ОЗУ с контролем ошибок на кристалле. А вот в калькуляторах обычно таких проблем нет поскольку ОЗУ там зачастую без контроля и процессоры индустриальные за копейку. Поэтому подходы которые использовались в 80-е и 90-е с созданием значительных массивов накопления данных применять в нормальных ЭБУ нельзя. Например: если в Январе у нас на обучение по ДК по некоему методу, там реализованному, выделено около 520 байт, то в современных ЭБУ реализация подобного метода затребовала бы около 4-х килобайт. Поэтому всю прошлую жизнь регулятора надо запомнить с использованием буквально 10-ка переменных (сотни байт не более). И методы редукции объемов данных конечно есть. Один из таких методов – применение искусственных нейронных сетей.

### Искусственные нейронные сети (ИНС).

Штука довольно избитая, с ней все сейчас носятся как с писаной торбой. Нейросети то... нейросети се... нейросети читают ваши номера и выписывают вам штрафы. нейросети разве-что борщ не варят (а то бы на них можно было жениться).

В основе используемых в ЭБУ искусственных нейронных сетей, как и многих других, лежит так называемый "Перцептрон Розенблатта", предложенный в 1957 году Френком Розенблаттом.



$e_n$  - Входные значения       $a_1$  - Выходное значение

$w_{1n}$  - Коэффициенты весов скрытого слоя

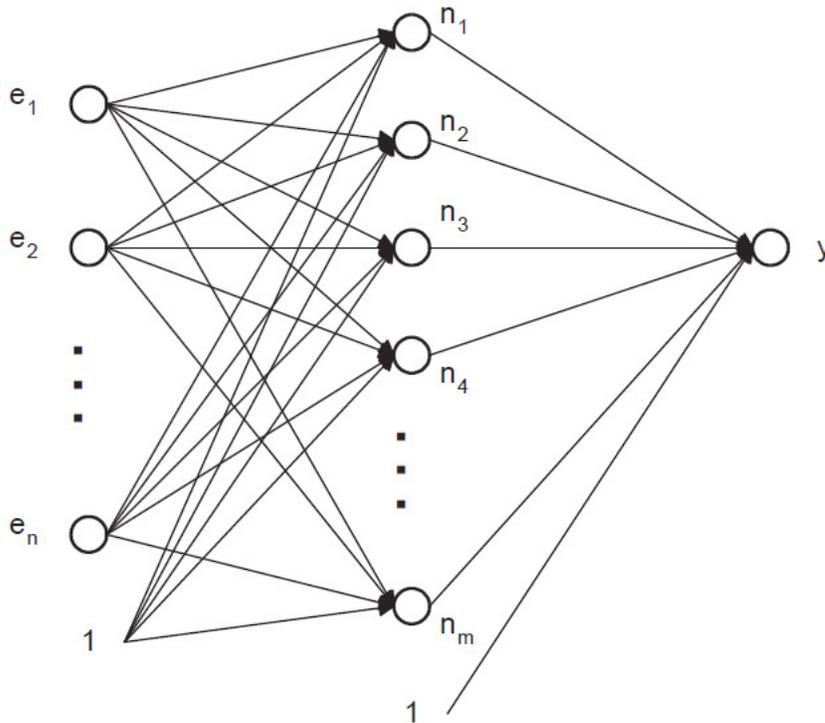
$b_1$  - Коэффициент веса нейрона смещения

$f(.)$  - Функция активации (сигмоидальная)

Практическое применение ИНС получили после разработки эффективных методов обучения весов нейронов в скрытых слоях (в основном: метод обратного распространения ошибки) в 80-х годах прошлого века... Я не буду тут особо распыхиваться на эту тему, поскольку про все это, есть сотни статей, в том числе на русском языке и любой желающий может их “накрячить” (гугл у нас проштрафился и теперь гуглить уже не модно)... Есть хорошие обучающие видео на трубе. Несмотря на то, что я не буду подробно останавливаться тут на ИНС – я надеюсь у читателя все-таки есть представление, как именно они работают и какие проблемы решают-создают... Хотя кое-что все-таки следует написать.

ИНС, которые используются в ЭБУ получают банальным комбинированием нескольких перцептронов по следующей схеме:

**Многослойный перцептрон на  $n$ -входов и  $m$ -нейронов**



Собственно слой слева — называется входным слоем. Этот слой как обычно ничего не делает и передает значения на входах следующему. Слой расположенный по середине называется скрытым слоем и состоит из некоторого количества перцептронов. Слой справа называется выходным слоем и содержит один перцептрон. Это схемы прямого распространения сигнала без обратной связи (т.е. информация в такой сети передается слева на право и не передается с выхода на вход). Сеть построенная на таких принципах может делать разные крутые вещи. Например универсальная теорема аппроксимации, доказанная в 1989 году Джорджем Цибенко. Гласит:

*Искусственная нейронная сеть прямой связи с одним скрытым слоем, и сигмоидальной активационной функцией, может аппроксимировать любую непрерывную функцию из множества переменных с любой заданной точностью, при достаточном количестве нейронов в скрытом слое!*

Эта теорему можно перефразировать, и получить то сокровенное знание которое тупые японцы так и не получили при изобретении VTEC (и спасает их лишь то – что VTEC они все же разработали чуть РАНЬШЕ, чем теорема была доказана, и чем все осознали, что случилось и как такую полезность можно применить):

*Любой табличный параметр системы управления с любой заданной точностью в пространстве любого количества измерений, может быть получен в реализации искусственной нейронной сети прямой связью, с одним скрытым слоем и сигмоидальной активационной функцией, при достаточном количестве нейронов в скрытом слое. Т.е. ну вот в той самой, что вы видите на картинке выше.*

Только что, вы прочитали, как вычисляется VE в автомобиле с 2-мя плавными фазовращателями и плавным подъемом клапана на впуске, для любого из возможных состояний оборотов-нагрузок-поворотов валов-подъема клапанов — и при этом не используется ни одной таблицы в привычном нам 3D-виде. Только лишь веса связей нейронной сети. И для того чтоб что то поменять в двигателе — придется перенастроить эти веса. Настраиваются они с помощью специального программного обеспечения написанного на языке matlab при этом все это обычно интегрировано с классическими старыми комплексами настройки.

И если вы не поняли – никогда и никем даже в отдаленной перспективе для такого двигателя не будут выпущены, какие либо “другие” распределительные валы... Пока шиночипы не сломают себе голову в попытке осмыслить, что же именно написано тут всего лишь в паре абзацев текста. Вот вам, то – чего не бывает, в нашей “настройке которой не бывает”! (хотя честно говоря — там даже проблемы на уровне снять-поставить эти валы).

Однако у ИНС есть один существенный недостаток – никто не понимает как именно они работают. Нет, конечно с математической точки зрения мы понимаем каждый шаг. С практической — мы понимаем как настроить веса и добиться нужного нам вывода. Но почему веса именно такие, как они есть – никто не может объяснить. Это все конечно никак не мешает их использовать – ведь людям понадобилось 1000лет, с момента постройки первых каменных кладок на связующих, чтоб понять, как именно работает цемент. Но есть какой-то осадочек... Кроме того у сетей подобного типа есть проблемы с обучением – скажем так в некоторых условиях они могут не обучаться. С точностью вывода на практике бывает тоже не все хорошо.

ИНС с описанной выше структурой требуют серьезных затрат на обучение, поэтому в ЭБУ применяются только в виде предварительно обученных. Дальше речь пойдет про еще более современную концепцию построения ИНС, которые уже будут обучаться непосредственно в ЭБУ!

#### Нечеткая логика.

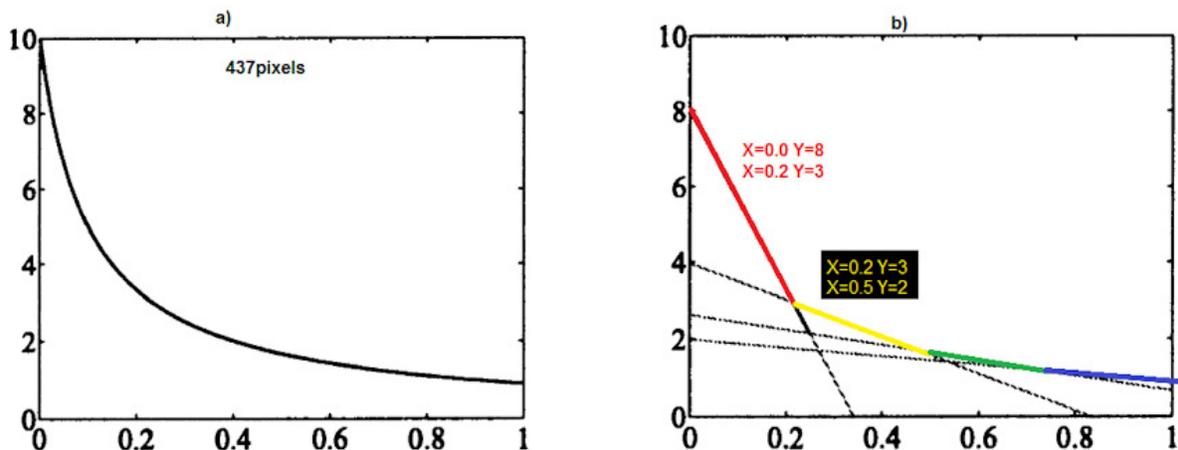
Это еще более свежая концепция, объясняющая нам, что мир не черно-белый, а тепло и холодно – это не конкретные численные значения температур, а все факты которые мы знаем – не точны... Концепция введена Лотфи Заде в 1965-м году и развита в более поздних работах. На бытовом уровне это можно объяснить как то, что “тепло-ташкент-жарища” – это про что-то одно, а “мороз-дубак-воркута” – про что-то другое, и эти что-то ортогонально друг другу противоположны, но все это нас мало интересует, как и сама нечеткая логика. В этом разделе нас интересует, так называемая “функция принадлежности” в виде нормализованного Гауссиана (колокола), которая используется для классификации. Про нее мы и будем писать ниже.

#### Локальная линейная модель – LLM.

Начнем с простейшей линейной функции, ее формула для одномерного случая известна каждому:

$y = \text{“смещение”} + x * \text{“наклон”}$

Теперь посмотрим на картинку.



Слева мы видим некую непрерывную одномерную нелинейную функцию.

Справа — попытку аппроксимации этой функции четырьмя линейными функциями – по сути, совокупностью четырех локальных линейных моделей.

Не очень то похоже, но в реальном мире точность такого представления для использования может быть вполне достаточная – например лаг в мелких бошах как то так задавался. Но, что если не достаточно и надо точнее?!

Предположим, что этот график – единственное, что мы знаем про нашу функцию, как видим в нем 437 пикселей (я померил когда рисовал линии в нем).

Очевидно, что мы можем представить его в виде 437 линейных функций, где каждая линия будет иметь размер всего в 1 пиксель!

При этом “смещение” будет = высоте пикселя по Y оси, а “наклон”=0. Модель такой функции называется – частичной линейной моделью, без градиента и является частным случаем полной линейной модели. Но поскольку “наклон”=0 – x в нашей формуле вырождается. Тогда, как же нам определить координаты нашего пикселя по x?

Для этого нам надо добавить к каждой модели еще и функцию принадлежности этой модели к определенному участку пространства входных значений x нашей функции – так мы сможем вернуть ей зависимость от x.

Формулу принадлежности можно взять из fuzzy логики, но мы пока не будем это делать а применим простейший метод, который свяжет нашу координату по x с одной конкретной функцией из 437, и превратит наш набор цифр в совокупность из 437 линейных моделей. В нашем случае, для каждой конкретной из 437 моделей, функция вычисления принадлежности будет возвращать 1.00, если x соответствует номеру функции в пикселях и 0.00 для любого другого значения x. Умножив значение смещения для каждой нашей линейной функции на возвращаемые “веса” из функции принадлежности и просуммировав результаты, мы сможем поставить точку именно там, где надо, и полностью повторить левую картинку.

Предположим, что осей у нас больше – что это меняет?! Да ничего по сути – просто очевидно линейных моделей надо будет несколько больше...

Давайте теперь перефразируем теорему аппроксимации в таком виде: Любая непрерывная функция из множества переменных с любой точностью, может быть аппроксимирована некоторой совокупностью локальных линейных нейро-fuzzy моделей!

### Совокупность локальных линейных моделей — LOLIMOT.

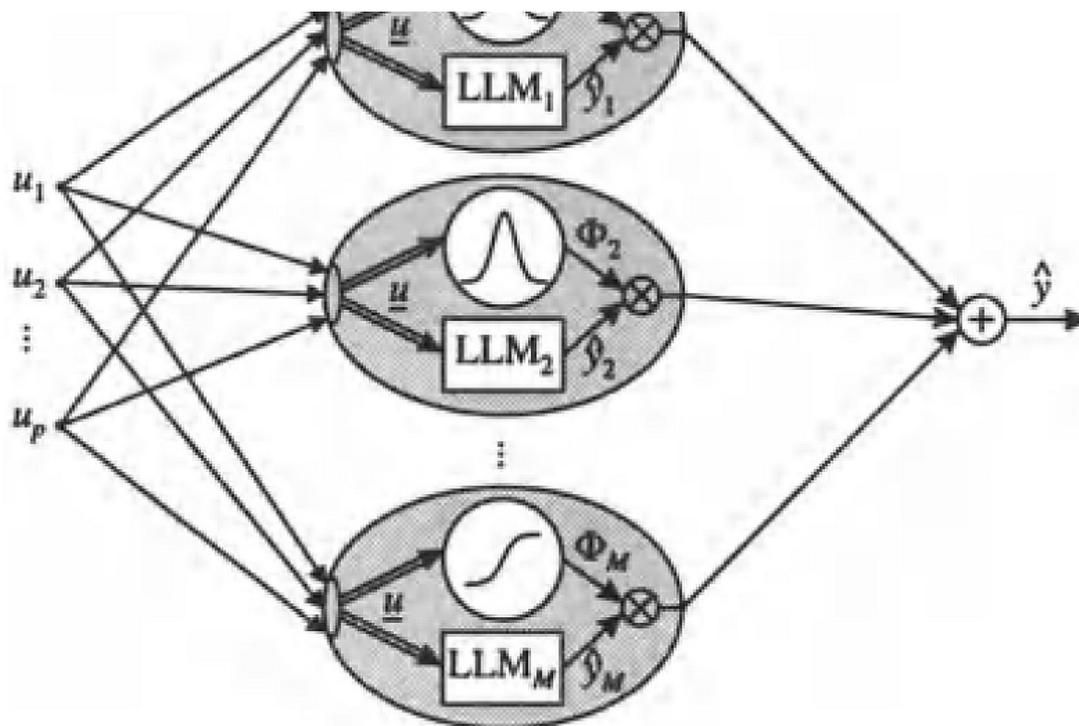
Метод идентификации нелинейных систем совокупностью локальных линейных моделей LOLIMOT был предложен Оливером Нильсом в конце 90-х и очень подробно описан в его монографии [1]. Такая совокупность описывается формулой:

$$y = \sum_{i=1}^M \underbrace{(w_{i0} + w_{i1}x_1 + \dots + w_{in}x_n)}_{\text{Локальная линейная модель } i \text{ с } n \text{ входами}} \cdot \underbrace{\Phi_i(x)}_{\text{Функция принадлежности } i \text{ модели}}$$

$w_{i0}$  - вес нейрона смещения  
 $w_{i1}$  - вес нейрона входа 1  
 $x_1$  - значение входа 1  
 Совокупность M локальных линейных моделей

Как видите, вычисления очень простые – нужно лишь предварительно вычислить для всех наших функций набор из весов принадлежностей, с помощью вычисления функции принадлежности а остальное вообще элементарно. И настало время понять, что такое эта самая функция принадлежности... Но сначала давайте разберемся, чем вообще этот подход отличается от ИНС, рассмотренных ранее, и чем они лучше — если аксиоматически делает вроде бы то же самое...



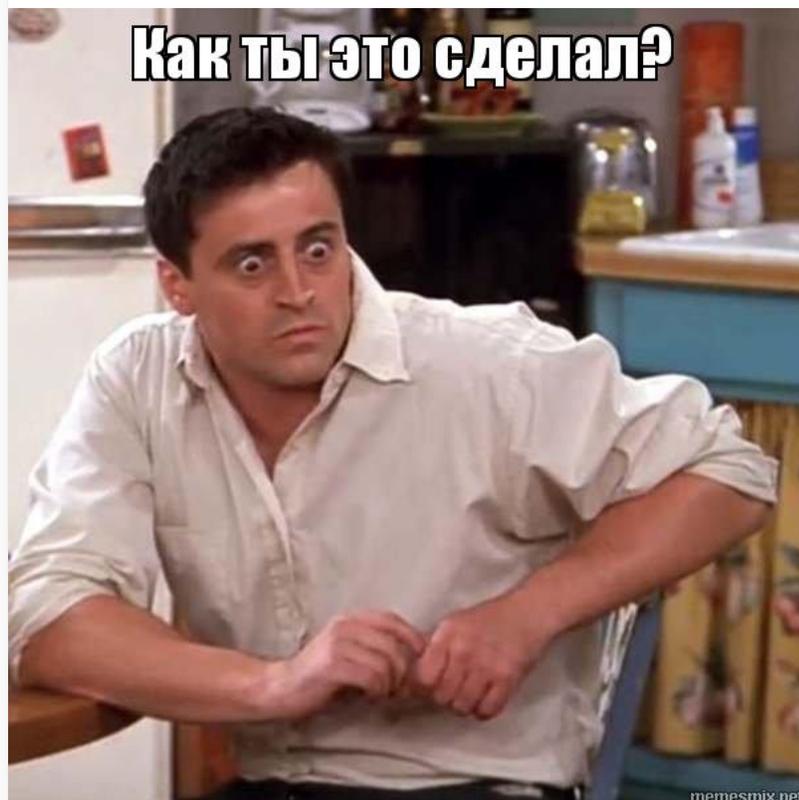


### Структура нейронной сети на базе совокупности локальных линейных нейро-фуззи моделей с $M$ нейронами для $p$ входов.

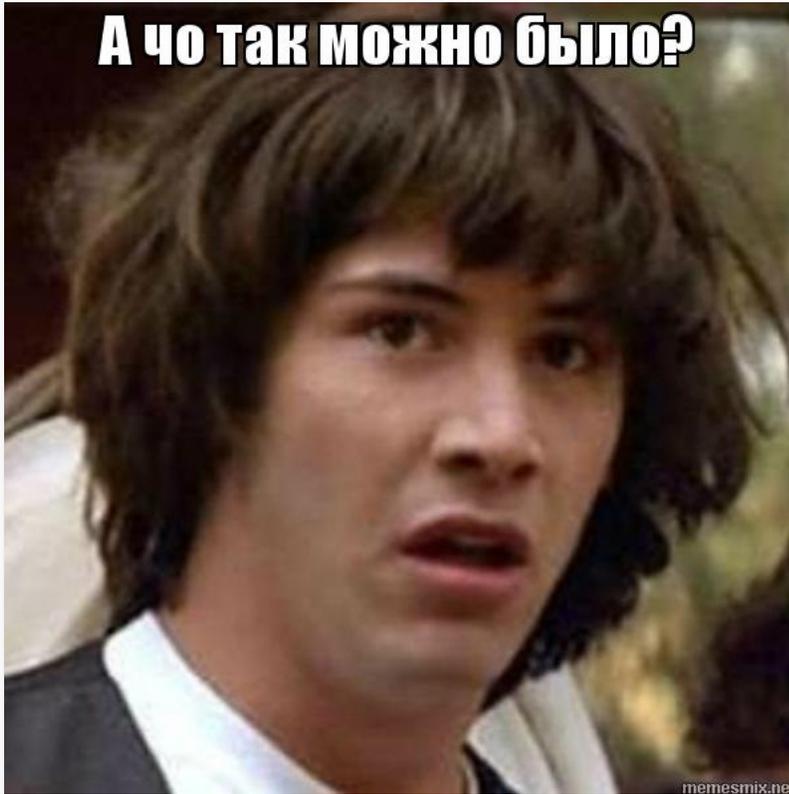
По сути наша картинка очень похожа на перцептрон. Яйцо эквивалентно всему нейрону скрытого слоя. Сама LLM представляет набор весов и смещений нейрона. А функция принадлежности эквивалентна функции активации нейрона. Сумма справа – ничто иное как нейрон выходного слоя лишенный функции активации и с весами = 1.

Теперь посмотрите на картинку выше с красной линией, я тоже посмотрю на нее и напишу это:

**Для модели 1 вес нейрона смещения = 8.0, а вес нейрона входа 1 = -25.0**



Ну — я просто посмотрел на график.



ДА черт возьми!

Представляете как легко обучается такая ИНС?, если я смог просто посмотреть на картинку и назвать веса. Забудьте про любые проблемы обучения, про горы вычислений с плавающей точкой, про ошибки дифференцирования, которые усиливаются при распространении ошибки во внутренние слои, про то, что у вас может вообще ничего не выйдет из-за сваливания в локальную яму. Эта штука может обучаться, даже внутри самого дешевого микроконтроллера который умеет лишь в знаковый int! Для использования в качестве функции поправки для лямбды (наш частный случай) на начальном этапе обучения все веса просто обнуляются – в итоге функция приходит к нормальному состоянию выхода (=0) т.е. отсутствия какой-то поправки.

### Функция принадлежности к модели

Что такое функция принадлежности Я буду объяснять на конкретном примере. Возьмем такой набор значений:

$X_1=1 \ Y_1=10$

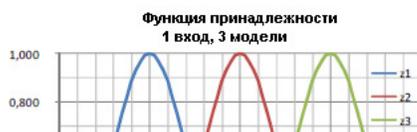
$X_2=2 \ Y_2=5$

$X_3=3 \ Y_3=15$

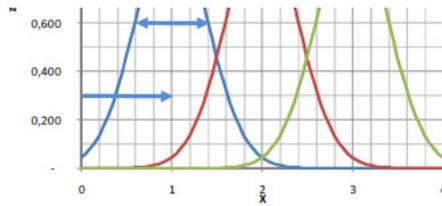
Мы опять же, не знаем какая именно функция представлена этим набором цифр и каково ее поведение в неуказанных тут точках, поэтому для ее представления мы будем использовать тот же самый метод, что раньше и с пикселями на картинке – “частичные линейные модели без гадигента”, поэтому у нас будет 3 модели с экстремумами в известных точках  $X = 1 \ 2$  и  $3$  для каждой соответственно. Построим Гауссовские функции (колокола) с экстремумами в этих точках и пиком амплитуды = 1:

$c$  – это у нас центры координат соответствующих моделей т.е они принимают значения  $1 \ 2$  и  $3$ . сигма – стандартное отклонение параметров модели. (их графический смысл указан синими стрелочками).

Формулу Гауссиана вы видите справа на картинке:



Гауссовская функция



$$z_i(x_1) = \exp\left(-\frac{(x_1 - c_i)^2}{2\sigma_i^2}\right)$$

У выбранной функции принадлежности есть проблема – она не учитывает наши знания о пространстве значений выше и ниже крайних, т.е. если скажем мы растянем ось X до 100 то диапазон от 5 до 100 окажется у нас никак не охваченным, и для больших X наши функции вернут 0, хотя очевидно, что функция принадлежности должна в любом случае вернуть какое то не нулевое значение хотя бы для одной модели, поэтому нам надо нормализовать то, что мы построили по специальной формуле:



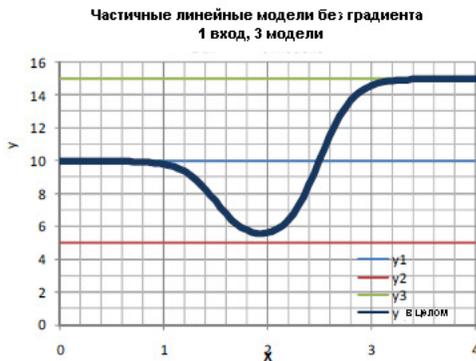
Нормализованная функция принадлежности

$$z_{norm_i}(x_1) = \frac{z_i}{\sum_{j=1}^3 z_j} = \frac{z_i}{z_1 + z_2 + z_3}$$

$$\text{так же } \sum_{j=1}^3 z_{norm_j} = 1$$

Суть этого действия в том, чтоб для любого участка пространства значений совокупное значение суммы весов принадлежностей оказалось = 1, таким образом в любой точке пространства в любом возможном случае всегда работает какая-то одна (или несколько) моделей из тех что у нас есть при этом их веса распределены между соответствующими моделями так, чтоб в сумме они составили 1.00 (или 100%).

После того, как мы получили значения функции принадлежности, мы можем обучить нашу ИНС (а точнее, так же как и с пикселями, просто ввести в соответствующие ячейки веса смещения при весах входа=0, поскольку такая простая модель никакого обучения не требует и в ней веса — это собственно и есть выходные значения). Затем вычислить результат ее работы Y для любого исходного значения x:



Применение Гауссовских функций принадлежности дает нам просто идеальные стыки графика на границах моделей (например X=1.5) где у нас нет никаких априорных знаний о свойствах нашей функции.

Ну и наконец приведем всю формулу нашей частной модели и функции ее принадлежности, хотя она и не сильно отличается, от полной модели рассмотренной ранее:

$$y = \sum_{i=1}^M (w_{i0}) \cdot \Phi_i(x)$$

$$\Phi_i(x) = \frac{z_i}{\sum_{j=1}^M z_j}$$

$$z_i = \exp \left( -\frac{1}{2} \left( \left( \frac{(x_1 - c_{1i})^2}{\sigma_{1i}^2} \right) + \left( \frac{(x_2 - c_{2i})^2}{\sigma_{2i}^2} \right) + \dots + \left( \frac{(x_n - c_{ni})^2}{\sigma_{ni}^2} \right) \right) \right)$$

$c_{ni}$  Координаты центра входа  $n$  для модели  $i$

$\sigma_{ni}$  Стандартное отклонение от центра входа  $n$  для модели  $i$

$x_n$  Значение входа  $n$

Именно этот упрощенный метод без градиентов используется при обучении по лямбде, для детонации например, используется уже полный метод с градиентами! Т.к. в случае детонации можно ожидать наличия связи с нагрузкой и оборотами – в случае же лямбды такой связи очевидно нет!

### Ну и наконец функция обучения весов.

Для случая с лямбда регулятором мы конечно не можем так пальцами в картинку тыкать и поэтому нам нужна функция обучения весов. Но она настолько проста, что мне даже лень ее объяснять. Поэтому пусть это будет просто кусок исходника на C.

```

/* Lolimot обучение */
void lolimot_lern (
    uint8 M,           /* число моделей */
    uint8 N,           /* число входов */
    real32 fak,        /* обучающий фактор */
    real32 *w[],       /* Набор весов */
    real32 z_norm[],   /* Набор нормализованных весов функции принадлежности */
    real32 x[])        /* Набор входных данных */
{
    uint8 mm;
    uint8 i;
    /* Цикл для всех моделей */
    for ( mm = 0; mm < M; mm++ )
        {
            *(w[0]+mm) = *(w[0]+mm) + fak * z_norm[mm]; /* Вычисление поправки веса для нейрона смещения */
            for ( i = 1; i <= N; i++ ) /* Цикл для всех входов */
                *(w[i]+mm) = *(w[i]+mm) + fak * x[i-1] * z_norm[mm]; /* Вычисление поправки весов для всех входов */
        }
}

```

Разве что стоит сказать про fak – это ошибка выхода умноженная на скорость обучения (некий желаемый коэффициент меньше 1.00 – обычно принимает довольно маленькое значение около 0.05).

### Редукция числа моделей и входов.

Как вы поняли это еще не все преимущества такого подхода, перед классическими ИНС на персептронах. Для работы любой ИНС нам необходимо еще при проектировании жестко задать количество входов, поскольку с этим связано выделение памяти. В случае с LOLIMOT вы конечно тоже зададите количество входов – но эти входы расположены не просто так, а строго в порядке предполагаемой их важности для процесса обучения регуляторов. И если например в какой-то момент при адаптации вы видите, что вход стоящий последним не оказывает никакого влияния на вашу функцию и не имеет смысла – вы можете его отключить! Тем самым уменьшить количество вычислений и конечно же — уменьшить количество необходимых моделей, а значит ускорится и процесс обучения и работа процессора ЭБУ в целом. Ведь любые математические штуки, даже самые простые, требуют значительных ресурсов для вычислений – а этих ресурсов может и не быть, либо они могут быть нужны нам для чего-то другого...

### Редукция вывода сети.

Это тоже очень важное свойство нашего метода, важное именно для обучения с использованием лямбды. Дело в том, что лямбда может внезапно сдохнуть. Но перед тем, как система управления поймет, что лямбда сдохла – лямбда может усиленно делать вид, что живая, и при этом прилично так врать. С этим связаны очень серьезные проблемы в простых “лоховских” решениях, типа “подключим мы ка лямбду к примитивному ЭБУ напишем в нем примитивный регулятор и все у нас будет хорошо” – на самом деле \_хорошо\_ не будет! Мало того все будет очень плохо но не сейчас а позже... В общем такое поведение приводит к значительным ошибкам обучения запоминаемым в наших моделях. Если бы мы использовали классическую ИНС – с этим ничего нельзя было бы сделать. Но у нас сеть с неким “нормальным состоянием” – и в этом нормальном состоянии ее веса = 0, и в процессе работы они увеличиваются до каких-то относительно небольших значений ограниченных алгоритмом обучения.

Следовательно, мы можем предположить, что в адекватном случае работы, веса в обученной сети так же не должны превышать какие-то определенные небольшие значения. Поэтому мы можем после обнаружения проблемы с лямбдой минимизировать последствия накопления ошибок в LOLIMOT — например однократно ограничить веса, каким-то значением, или умножить всю сетку весов на какое-то значение меньше 1.00. Таким образом, оставив полезные “малые” поправки и убрать вредные “большие”. Есть у этого конечно и отрицательные моменты – в современной системе у вас так половина машины сдохнет, а вы даже и не поймете, что это произошло...

И так ознакомившись с теорией мы готовы к тому, чтоб окунуться в практику и посмотреть на конкретную реализацию функции обучения для лямбда-регулятора на базе совокупности локальных линейных моделей.

### Обучение по ДК в реальном проекте.

Используется сеть структуры – 3 входа, 10 локальных линейных моделей. (реализация допускает до 15 LLM). Упрощенный метод — без градиентов. Сеть редуцирована по входам – 4й вход на который может быть выведено множество переменных — не задействован.

В качестве входных параметров: обороты (nkv), относительная топливоподача (rk), температура двигателя (tmot).

Центры моделей сети представлены следующими значениями:

K_CKLANN_NKW <Value block>								
x	0	1	2	3	4	5	6	7
z	1150	600	10	500	5000	10	600	50

K_CKLANN_RK <Value block>								
x	0	1	2	3	4	5	6	7
z	50.000	10.010	110.010	16.992	87.988	220.020	10.010	110.010

K_CKLANN_TMOT <Value block>								
x	0	1	2	3	4	5	6	7
z	25.00	20.00	45.00	80.00	100.00	110.00	-5.00	-14.00

Стандартные отклонения для моделей:

K_SKLANN_NKW <Value block>								
x	0	1	2	3	4	5	6	7
z	100.0000022	149.9999964	599.9999855	249.9999881	999.9999525	599.9999855	149.9999964	499.9999763

K_SKLANN_RK <Value block>								
x	0	1	2	3	4	5	6	7
z	22.0000002	10.0000000	40.0000000	10.0000000	58.5939982	100.0000000	10.0000000	34.9999992

K_SKLANN_TMOT <Value block>								
x	0	1	2	3	4	5	6	7
z	9.9999995	15.0000002	9.9999995	19.9999991	39.9999981	30.0000003	8.0000002	8.0000002

При первом взгляде может показаться, что центры и стандартные отклонения выбраны странно – но первый взгляд в этом случае всегда обманчив! Помните про нормализацию, которая распространяет действие модели на всю ось? Так вот обычно всегда задействованы две, а иногда и три модели одновременно. 5я по счету модель работает практически всегда. “Холодные” 7-я и 8-й модели работают на прогреве зимой и в области низких нагрузок. Холостой на прогревом моторе обслуживает 4-я модель, на холодном моторе 2-я. 1-я модель, определяет поведение в зоне низких нагрузок на холодном моторе 6-я на горячем.

Посмотрим несколько симуляций расчета функции принадлежности в excel, для того, чтоб видеть, как модели будут сменять друг друга в разных условиях работы двигателя.

1	nkv		7000							
2	rk		200							
3	tmot		100							
4										
5	C_KLAN_NKV		1150	600	10	500	5000	10	600	50
6	S_KLAN_NKW		100	150	600	250	1000	600	150	500
7	C_KLAN_RK		50	10	110	17	88	220	10	110
8	S_KLAN_RK		22	10	40	10	59	100	10	35
9	C_KLAN_TMOT		25	20	45	80	100	110	-5	-14
10	S_KLAN_TMOT		10	15	10	20	40	30	8	8

11	FACTOR NKV	3422,25	1820,444	135,7225	676	4	135,7225	1820,444	193,21
12	FAKTOR RK	46,48760331	361	5,0625	334,89	3,603562	0,04	361	6,612245
13	FACTOR tmot	56,25	28,44444	30,25	1	0	0,111111	172,2656	203,0625
14	sa	3524,987603	2209,889	171,035	1011,89	7,603562	135,8736	2353,71	402,8847
15	z[]	0	0	7,25E-38	1,9E-220	0,022331	3,13E-30	0	3,27E-88
16	z_sum	0,022330963							
17	z_norm[]	0	0	3,25E-36	8,4E-219	1	1,4E-28	0	1,46E-86
18									
19									

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	nkV	900							
2	rk	20							
3	tmot	-20							
4									
5	C_KLAN_NKV	1150	600	10	500	5000	10	600	50
6	S_KLAN_NKW	100	150	600	250	1000	600	150	500
7	C_KLAN_RK	50	10	110	17	88	220	10	110
8	S_KLAN_RK	22	10	40	10	59	100	10	35
9	C_KLAN_TMOT	25	20	45	80	100	110	-5	-14
10	S_KLAN_TMOT	10	15	10	20	40	30	8	8
11	FACTOR NKV	6,25	4	2,200278	2,56	16,81	2,200278	4	2,89
12	FAKTOR RK	1,859504132	1	5,0625	0,09	1,328354	4	1	6,612245
13	FACTOR tmot	20,25	7,111111	42,25	25	9	18,77778	3,515625	0,5625
14	sa	28,35950413	12,11111	49,51278	27,65	27,13835	24,97806	8,515625	10,06474
15	z[]	6,94723E-07	0,002345	1,77E-11	9,91E-07	1,28E-06	3,77E-06	0,014153	0,006523
16	z_sum	0,023028076							
17	z_norm[]	3,01685E-05	0,101823	7,89E-10	4,3E-05	5,56E-05	0,000164	0,614608	0,283277
18									
19									

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	nkV	900							
2	rk	20							
3	tmot	20							
4									
5	C_KLAN_NKV	1150	600	10	500	5000	10	600	50
6	S_KLAN_NKW	100	150	600	250	1000	600	150	500
7	C_KLAN_RK	50	10	110	17	88	220	10	110
8	S_KLAN_RK	22	10	40	10	59	100	10	35
9	C_KLAN_TMOT	25	20	45	80	100	110	-5	-14
10	S_KLAN_TMOT	10	15	10	20	40	30	8	8
11	FACTOR NKV	6,25	4	2,200278	2,56	16,81	2,200278	4	2,89
12	FAKTOR RK	1,859504132	1	5,0625	0,09	1,328354	4	1	6,612245
13	FACTOR tmot	0,25	0	6,25	9	4	9	9,765625	18,0625
14	sa	8,359504132	5	13,51278	11,65	22,13835	15,20028	14,76563	27,56474
15	z[]	0,015302301	0,082085	0,001163	0,002953	1,56E-05	0,0005	0,000622	1,03E-06
16	z_sum	0,102642377							
17	z_norm[]	0,149083658	0,799718	0,011335	0,028768	0,000152	0,004875	0,006058	1,01E-05
18									
19									

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	nkV	900							
2	rk	20							
3	tmot	100							
4									
5	C_KLAN_NKV	1150	600	10	500	5000	10	600	50
6	S_KLAN_NKW	100	150	600	250	1000	600	150	500
7	C_KLAN_RK	50	10	110	17	88	220	10	110
8	S_KLAN_RK	22	10	40	10	59	100	10	35
9	C_KLAN_TMOT	25	20	45	80	100	110	-5	-14
10	S_KLAN_TMOT	10	15	10	20	40	30	8	8
11	FACTOR NKV	6,25	4	2,200278	2,56	16,81	2,200278	4	2,89
12	FAKTOR RK	1,859504132	1	5,0625	0,09	1,328354	4	1	6,612245
13	FACTOR tmot	56,25	28,44444	30,25	1	0	0,111111	172,2656	203,0625
14	sa	64,35950413	33,44444	37,51278	3,65	18,13835	6,311389	177,2656	212,5647
15	z[]	1,05806E-14	5,47E-08	7,15E-09	0,161218	0,000115	0,042609	3,22E-39	6,95E-47
16	z_sum	0,203941668							
17	z_norm[]	5,18806E-14	2,68E-07	3,51E-08	0,790509	0,000565	0,208926	1,58E-38	3,41E-46
18									
19									

И так мы получили сложнейшую функцию обучения с плавными переходами между моделями с трехмерной сеткой входов и она у нас занимает всего каких то ничтожных 40 байт в ОЗУ!

Ладно на сегодня хватит пожалуй писанины. Увидимся в следующей серии.

Список литературы:

- 1) Nelles Oliver: Nonlinear System Identification: From Classical Approach to Neural Networks and Fuzzy Models. Springer, Berlin (2001)
- 2) Материалы конференции "Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2014" стр 153-160  
Torsten Fischer and Oliver Nelles: "Merging Strategy for Local Model Networks Based on the Lolimot Algorithm"

Springer (2014).  
(есть на twiрх)

Что посмотреть на тему нейросетей (рассказывается наиболее простым и понятным языком):

[www.youtube.com/playlist?...UR3E15AtCyigwbsurUFHG6MNN](http://www.youtube.com/playlist?...UR3E15AtCyigwbsurUFHG6MNN)

[продолжение](#)

10 февраля 2019 в 02:43 Пожаловаться

246 151

Поделиться:

## Реклама

[Разместить рекламу](#)

Learn more about Auto

STMicroelectronics [Learr](#)

Learn more about Auto

STMicroelectronics [Learr](#)

Learn more about Auto

STMicroelectronics [Learr](#)

## Смотрите также

Фото готовы, Лиза и Лида 😊  
BMW 3 series Coupe

Морозы -40°, Хавэйл, возгорание. UPD от 31.12.20  
Haval F7

Полноростовой 3D-сканер Portal MX  
Реклама

Шумоизоляция покрышек  
Citroen DS5

Неделя после покупки: первые впечатления  
BMW 4 series

Продам  
BMW 3 series

## Комментарии 151

**Aleksandr-99999**  
KIA Cerato (1G)

Очень странно, что в расчетах нет показателей искривления пространства и времени камеры сгорания в данной точке вселенной, силы притяжения планет, звезд и новых черных дыр и его корректировки )))

10 месяцев

**darkcorp**

Jeep Grand Cherokee (WJ)

После третьей части первые две стали более понятными.  
Радует, что финал сериала еще не на горизонте...

♡ 1 год

**agresssor**

Лада Гранта (2-е поколение)

Прочитал два раза все три статьи. Степень моего понимания изложенного отличается от нуля только в пятом знаке после запятой.

Знаю, что это почти нормально для простого обывателя. Но возникает вопрос:

Правильно ли я понял, что вернуть любой современный таз в нормы евро 2 с адекватным управлением смесью невозможно, ибо замена ЭБУ на Январь приведет к отказу всей машины, кроме мотора?

♡ 1 год

**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

Смотря какой — на гранте калине всей машины нет. есть только панель с кан. там можно ставить.

на машине с роботом или с есп есть моментное управление и туда нельзя поставить ничего! Но по большому счету — нужна ли такая поделка вообще...

♡ 1 год

**agresssor**

Лада Гранта (2-е поколение)

У меня как раз с роботом и есп. Наверное не нужна.  
Спасибо вам.

♡ 1 год

**kobzarzheka**

Volkswagen LT (2G)

А возможно ли в принципе что-то отстроить вне условий завода на сложном конфиге? Допустим два фазика с tsi, два ряда форсунок, гибридная турба... Скажем на топовом мотеке. Или надо прямое логгирование кучу датчиков егт две недели на стенде и десять моторов?

♡ 1 год

**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

Топовый мотек в TSI попросту не умеет. Думаю любое TSI решение либо не будет доступно в афтермаркете либо будет поставляться как имплант с уже готовыми настройками. Просто слишком уж сложно попасть в управление ТНВД и в форсунки да и аппаратно прямовпрысковые мозги очень сильно различаются в поколениях. Т.е. на какой то мотор непонятно зачем может кто то выпустит такой мозг но говорить о какой то массовой установке-настройке на разные моторы нельзя...

♡ 1 год



LEARN

UNIVE



**MTRALLY**  
Без машины

Макси, как всегда все прям четко, по полочкам! Респект. В большом спорте прямовпрысковыми движениями управляет Пектел.

♡ 1 год



**kobzarzheka**  
Volkswagen LT (2G)

Макси, расскажи пожалуйста про современные чипы типо рево апр и т.д. Просто реально интересно как они в условиях современных блоков умудряются что-то настроить. Или может у них есть выход на завод и им продают готовые пресеты?

♡ 1 год



**emmibox**  
Автор Renault Clio II Sport

а там нет задачи настроить — там есть задача больше дуть и она решается несколькими калибровками (через слом пересчета момента в РЛ и загрузка ДД чтоб не позднил).

ни разу в жизни ничего настроенного от них не выезжало.

♡ 1 год



**OttoBear**  
Volvo 460

Прочитав все 3 статьи понял, что фраза "блок управления двигателем в вашей машине умнее вас" в большинстве случаев не оскорбление, а констатация факта)

♡ 1 год



**mivaol**  
Mazda 626 IV

Удивляет то кто им разрешил?! При Сталине расстреляли бы. Сейчас уже не расстреляют но с такими идеями на заводе не будут считаться. А стоило бы... кучу металла и электроэнергии сэкономили

♡ 1 год



**p0d0n**  
Opel Astra G

Прошло 3 недели с момента написания статьи, и я возвращался к ней уже несколько раз, перечитывал. Всё-таки, это сложно понять. Алгоритмически, как это происходит? Есть сетка входов, на выходе числа для механизмов. Переключение/перегрузка функций от одного из входов типа switch-case? Можно какой-то кусок кода на C или на чем они там пишут? Как это в 40 байт умещается?

♡ 1 год



**emmibox**  
Автор Renault Clio II Sport

Так все и описано на уровне — как алгоритмически это происходит.

И не в 40 байт умещается а 40 байт ОЗУ пострадало...

♡ 1 год



**poker4007**

Без машины

(я вот заметил, на мои статьи любят набегать всякие анжинеры от автопрома СССР из 80-х поспорить – а о чем с ними спорить то? О том как карбюратор солекс работает? Ну так это им надо было 20 лет назад набегать.)

При разговоре с операторами чпу, настройщиками, программистами, ощущение что они тебя считают из деревни красное дышло а они из Москвы или Нью-Йорка. В реале проблематику работы моторов знают единицы. Алгоритмы конечно круто местами даже супер.

Чего в реале за 20лет вы улучшили? (канолевый солекс работает тоже не плохо)

♡ 1 1 год



**emmibox**

**Автор** Renault Clio II Sport

Солекс в принципе не подходит под определение "работает" ибо одномерное говно, аппроксимирующее все потребности двигателя через функции "разряжения" и "напора" работать может лишь в тепличных условиях с моментом плоским как доска. Поэтому основания считать, что проблематику двигателя вы не знаете — не нулевые!

♡ 2 1 год



**poker4007**

Без машины

Ну солекс тут к слову

Ты конечно грамотей но я не это спрашивал и тем более не такой вывод можно из моих букв сделать.

♡ 1 год



**emmibox**

**Автор** Renault Clio II Sport

Я бы ответил — но я честно не понимаю, каким образом статья с описанием некоторых технологий современных ЭБУ связана с тем "что реально улучшил я"? (при том что тут есть статьи которые посвящены именно тому что Я УЛУЧШИЛ!)

♡ 3 1 год



**poker4007**

Без машины

Да самое прямое.

Зачем всё это если, расход не падает, мощности не особо то и растут, надёжнее не становится, цвет нагара наконец не особо меняется.

♡ 1 год



**emmibox**

**Автор** Renault Clio II Sport

Что значит не растут?

В 800-т сильной М5 где это есть — все в порядке с ростом мощности. Прикрутили полный привод — мощность стала более лучше реализоваться. рожь... овощи... вот это вот все...

В тазах хундаях и киях где этого нет — мощности не растут. Ну дык с чего им расти то. Если у них ЭСУД в 4-х математических действиях описывают.

♡ 2 1 год



**poker4007**

Без машины

Скорее. Технически это суперкар в кузове седан или универсал. С чего ему быть не мощным.

Максим написал бы статью которая имеет практический смысл.))) А то у тебя "щиночип, кальки, все папуасы и инфа которую похоже понимаешь ты и ещё очень мало людей.

♡ 1 1 год



**Tash174**

Mercedes-Benz M-Class (W163)

Макси вот для кого ты это пишешь? Тут застройщиков то по пальцам пересчитать...тут про массивы то мало кто знает а про нейросети тем более

♡ 1 1 год



**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

А где ты мне предлагаешь это писать? на ресурсах где полно математиков, но ноль человек, что то знает про машины и их системы управления?! Может на ресурсах, где полно зашоренных программистов и где цитирование С89 вызывает просто ливень из говна — ибо оно нифига не модно и не молодежно?!

♡ 2 1 год



**justthefish**

Alfa Romeo 159 Sportwagon

**Tash174**

Макси вот для кого ты это пишешь? Тут застройщиков то по пальцам пересчитать...тут про массивы то мало кто знает а про нейросети тем более

Мне например было крайне интересно.

Кое-что даже на работе применить попробую.

♡ 1 год



**4ao-kakao**

Citroen BX

Спасибо! Нашел для себя интересное!

 1 год

**sirvalentine**  
Mitsubishi Galant (8G)

Из пушки по воробьям. Преобразование фурье, как мне кажется, будет лучше интерполировать. А самое главное, нагляднее. И переход от алгоритмов управления двигателем к аппроксимации не очень понятен из текста.

 2 1 год

**emmibox**  
Автор Renault Clio II Sport

У преобразования Фурье будет больше умножений в итоге и к тому же тут задача интерполяции (стыка моделей) решается побочно и с точки зрения статистики как раз более гладко и правильно.

В конечном итоге нет алгоритмов управления — есть какие то прикладные численные задачи.

 1 1 год

**sirvalentine**  
Mitsubishi Galant (8G)

Операции умножения тоже можно оптимизировать. Довольно интересное направление.

 1 год

**emmibox**  
Автор Renault Clio II Sport

Процессор с умножением и как можно заметить из статьи — с FP. Применение FP вообще очень редкая штука в системах управления.

 1 1 год

**Oldjaguar**  
Jaguar XJ Mark 4

Denso на sh7058/7059 вовсю юзают FPU

 1 год

**emmibox**  
Автор Renault Clio II Sport

Который стоит как чугунный мост и в котором подобными методами почему то не пахнет... (т.е. чудики придумали FPU там где он не нужен и не придумали там где нужен)...

 1 1 год

**Oldjaguar**  
Jaguar XJ Mark 4

Ценником кстати никогда не интересовался) Ужель дороже tricoге?  
С другой стороны FPU некоторые вещи реально упрощает (и в современном боше меня реально бесят две вещи — это отсутствие плавающей запятой в переменных и little endian)

 1 год

**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

Сохранение контекста FPU может оказаться дороже чем наличие самого FPU.

♡ 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

мать моя, а что не так с little endian?

♡ 1 год

**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Хуже воспринимается на глаз. 3.1415 видеть лучше, чем 1514.3

♡ 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

ок, а что об этом скажешь: 1 >> 1? Как тебе это в little и big? Мне лично тут больше big режет

♡ 1 год

**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

В биг лучше) 32float в little вообще похоже на порно и на глаз не воспринимается ;)

♡ 1 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

float всегда похоже на порно в любых endian'ах, какая разница?

♡ 1 год

**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

float очень удобно и наглядно. У меня в прошивке, например, 99% переменных и 50% таблиц float. Удобно и гибконастраиваемо.

♡ 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

Так при чем тут endian собсно? Ну написал ты float 3.1415 он и там и там в коде/отладке будет одинаков. Или ты там асм на avg кладешь? 3.1415 1514.3 где ты вообще это видел?

♡ 1 год

**Oldjaguar**



Jaguar XJ Mark 4

Ок, пример с числом пи был взят тупо для наглядности. Но 0x0122 читается куда проще, чем 0x2201 (речь про число 290 ;)

Когда смотришь в дампы — для конверсии в уме не надо менять местами байты и не надо читать справа налево (не арабы, чай)

♡ 1 год



**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

0x0122 0x2201 в дампе ладно(без понятия что ты там забыл) код все равно одинаков, а вот тебе еще задачка, возьмем число 1, поместим в 2х байтную переменную, что будет? в big единица будет лежать в СТАРШЕМ адресе 2байтной переменной, а в little соответственно наоборот, где логичнее?

♡ 1 год



**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Хм, а что забывают в дампе, когда есть два дампа софта, разных версий, где одна стратегия, но оффсеты по таблицам/переменным смещены (плюс некоторые переменные отличаются)? Каждый раз грузить иду — дураком станешь, быстрее ручками поправить. биг логичнее Ж)

♡ 1 год



**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

то есть младший байт в старшем адресе логичнее?

♡ 1 год



**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Мне — да.

♡ 1 год



**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

ок, а как на счет сменить тип переменной с 2байтной до 1го? смещать адрес?

♡ 1 год



**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Эммм, а занавига оно надо? Я что-т не видел еще ни одной прошивки поезда силы, где бы тип переменных менялся на ходу.

♡ 1 год



**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

не менялся на ходу, это какаято чушь, а например брался младший байт или его часть. Это везде и повсеместно, если ты этого не видел, ты не видел кода

♡ 1 год



**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Ну да, говнокода типа тойоты не видел. Во всем, чио видел таких извратов нет.

♡ 1 год



**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

Оф документация stm32f0, spi, для передачи 1 байта регистр данных нужно юзать как uint8\_t а для 16 битной передачи соответственно uint16\_t, st micro говнокодеры? Как это будет в big? Не нужно объяснять? При чем тут тойота? Ты пишешь лучше тойотовских эмбедеров?

♡ 1 год



**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Где в системах управления двигателем используется стм?

При том, что это тойотовские говнокодеры пишут то, что не укладывается ни в одни стандарты и работает через пень колоду, не поддаваясь тестированию в принципе.

♡ 1 год



**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

Тойотовские говнокодеры пишут под японские нормы если ты о внутреннем рынке, где st micro юзается? В бошах например

♡ 1 год



**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Тойотовские говнокодеры пишут на все рынки. Собственно вскрыли их говно на американском рынке. А, ну бош всегда славился "давайте делать через жопу", как и весь немецкий инжиниринг.

♡ 1 год



**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

Кроме яги все говно?)

♡ 1 год



**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Нет. Но немцы говно по определению.

♡ 1 год

**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Как это будет в биг можно подсмотреть в документации на sh7059, например.

♡ 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

Мне не нужно смотреть я и так знаю, сам посмотри

♡ 1 год

**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Смотрел. Что дальше?

♡ 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

Норм?

♡ 1 год

**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

Вполне.

♡ 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

Лишнее действие никакпли не смущает?

♡ 1 год

**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

А не смущают куча лишних действий при обработке данных с CAN (msb на минуточку)?

♡ 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

нет, если ты кан не ногодрыгом обрабатываешь.

♡ 1 год

**Oldjaguar**

Jaguar XJ Mark 4

При msb процессоре обработка кан занимает ощутимо меньше времени и не требует костылей как раз таки. Системы надежнее и лучше поддаются low level debug.

♡ 1 год

**coba31rus**

Hyundai Tiburon (GK)

msb процессор? покажи ткни

♡ 1 год



**Vitaly-RU**  
Audi 80 (B4)

А я все ждал когда же :) нейронные сети и туда придут.

♡ 2 1 год



**KW52**  
Лада Калина Спорт

автор наркоман что ли? я не пойму...))))))

♡ 3 1 год



**DjFoXX**  
Daewoo Lanos

я правильно понял,  $z_{\text{пот}}$  или сумма  $z_{\text{пот}} = 1$ ?  
тогда отклонение от 1 и будет обучение?

♡ 1 год



**emmibox**  
Автор Renault Clio II Sport

Нет это функция принадлежности модели — а обучение это веса.

♡ 1 1 год



**ISVLabs**  
Suzuki Grand Vitara (1G)

во время чтения даже пожалел, что плохо учил численные методы и высшую математику в инсте. но дочитал и понял — всё равно, это не моё и можно не заморачиваться :)

♡ 1 1 год



**Slavan587**  
Volkswagen Golf Mk2 GTI

Спасибо Максим, всегда открывая драйв ломлюсь к тебе, хорошая работа!

♡ 2 1 год



**DjDef**  
Volkswagen Polo Mk4

Это относится к Motronic 3.8.3?

♡ 1 год



**emmibox**  
Автор Renault Clio II Sport

Не это мамонт... Это для управления моторами с множеством степеней свободы.

♡ 1 1 год



**DjDef**  
Volkswagen Polo Mk4

фухх)) значит на этом мамонте можно сделать настройку "которой не бывает"?

♡ 1 год

**emmibox****Автор** Renault Clio II Sport

можно на стенде за 2 месяца. ценою в две машины.

♡ 2 1 год

**DjDef**

Volkswagen Polo Mk4

оууу))) значит немецкие инженеры правильно прошивку написали))) жду следующую серию!

♡ 1 год

**aleksey179**

Без машины

**emmibox**

можно на стенде за 2 месяца. ценою в две машины.

2 месяца наверное мало, в лучшем случае год, так как они-производители за год сами своё настроить не могут, постоянно у них какие то проблемы с прошивками, обновляют и обновляют ), видимо на простых юзерах учатся!

♡ 1 1 год

**Yurpiman**

Без машины

сдается мне именно так и происходит.))))

♡ 1 1 год

**Atomic-dm**

Nissan X-Trail II

В теории то все любопытно, но вот будут ли практические опыты с данной моделью ? Если планируются, то интересно посмотреть на результаты. Ну или хотя бы субъективное мнение о результатах.

♡ 1 год

**emmibox****Автор** Renault Clio II Sport

Так там же написана практическая часть — она не с потолка взята а из реальной машины. Субъективное мнение как мне кажется понятно — если бы оно не было положительным, я бы не писал это.

♡ 1 1 год

**Bobby-ii**

Peugeot 307 SW

ЧТО ЭТО БЫЛО, Пух?

♡ 4 1 год

**gcat**

Opel Mokka

по этому чипу на Мокку (AC-Delco E78) сразу НЕТ!

♡ 1 год

**Bryce**

Opel Vectra B

В сша думают немного не так

♡ 1 год

**gcat**

Opel Mokka

а можно ссылку на прошивку ac-delco 78 из США?

♡ 1 год

**Bryce**

Opel Vectra B

[www.hptuners.com/help/vcm...  
g\\_how\\_to\\_advanced\\_e78.htm](http://www.hptuners.com/help/vcm...g_how_to_advanced_e78.htm)

♡ 1 год

**gcat**

Opel Mokka

Интересно. Но пожалуй останусь на стоке

♡ 1 год

**gcat**

Opel Mokka

**Bryce**

[www.hptuners.com/help/vcm...g\\_how\\_to\\_advanced\\_e78.htm](http://www.hptuners.com/help/vcm...g_how_to_advanced_e78.htm)

а в Москве-то кто делает? три конторы:

лаборатория кскорости

ADACT

и madcat который льет непонятно что

♡ 1 год

**Bryce**

Opel Vectra B

Делают, результатов я не знаю

♡ 1 год

**OalikO**

KIA Ceed (2G)

**gcat**

а в Москве-то кто делает? три конторы:

лаборатория кскорости

ADACT

и madcat который льет непонятно что

Очень странно Вы заметили "madcat который льет непонятно что", а Лаборатория Скорости и ADACT понятно что?

В Москве не три конторы. ECUtuner делает, можно со стендом, можно даже с HPTuners.

♡ 1 год

**gcat**

Opel Mokka

Прочитав статью Макса, совершенно не хочется делать чип

♡ 1 год



**p0d0n**  
Opel Astra G

Переосмыслив, начинаю соображать. Берём логи стоковой машины, скажем, за год, выборочно, ну чтоб и мороз поморозил, и давление атмосферное подгуляло, и жара простояла. Далее имеем массив статичных данных, типа производительности форсунок,  $g/s$ , объёма, и прочего. И таким образом берём данные, скажем, с десятка-другого авто. И скармливаем всё это tensorflow, грузим полученное в neural stick, подключенный через некий интерфейс к датчиками и механизмам, и вуаля — только грузи статику, идеальный ЭБУ готов!

♡ 1 год



**Atomic-dm**  
Nissan X-Trail II

речь в статье в абсолютно противоположном подходе.

♡ 1 год



**p0d0n**  
Opel Astra G

Ну блин, это типа реверс-инжиниринг с закрытыми глазами

♡ 1 год



**Atomic-dm**  
Nissan X-Trail II

хм, не совсем понял про реверс инжиниринг...  
Если речь о статье, то по моему представлению Максим как раз говорит о том как можно заменить достаточно типовые модели лямда регулирования(которым нужны ресурсы для хранения данных) на более хитрые, математически продуманные модели с учетом уменьшения использования оперативки и статистических данных. Поэтому я и спросил в своем комментарии о том, пробовал ли он уже заложить данную модель регулирования в реальное железо или нет?!

Хотя я могу ошибаться, не всегда его статьи до меня доходят быстро и правильно, иногда надо подумать подольше :)

♡ 1 год

**ruskiyng**  
Peugeot 205 GTI

Иногда сколько не думай — единственное что понятно, Макси сильно умный!) или всех накалывает и стебется!

♡ 3 1 год



**p0d0n**  
Opel Astra G

Да я собственно о том, что не делать всё с нуля, используя стенд и гоня лямбду до упора, как на январях, а загрузить в нейросеть как можно больше логов и параметров уже готовых моторов, вплоть до жёсткости пружин и диаметра клапанов, геометрии маслонасоса и кулачков распредвала, и, возможно, это даст тот самый святой грааль на выходе. Подаём набор констант плюс показания датчиков — имеем на выходе почти идеальные числа для исполнительных механизмов. И заполировываем это уже на конкретном моторе, благо отклонения будут минимальны. Нейросети главное что? — сожрать как можно больше данных.

Впрочем, списывать калькуляторы, ну такое. Экстенсивный метод, тоже метод. Маркетологи придумают громкое имя для сверхсуперидеальной технологии управления двигателем. ECC DRAM и FPGA стоят копейки, с учётом стоимости ЭБУ там можно хоть НВМ2 память использовать, и загрузить туда огромные, ну не знаю, пусть хоть 400-мерные таблицы для механизмов, 8 бит, а хоть и 16, а хоть и 32 (гулять так гулять!), которые может выдать та же нейросеть, какие проблемы? Софт будет в курсе температуры и давления на каждом миллиметре железа. Полная программная симуляция.

А потом столица в Васюки, и межпланетный шахматный турнир)))

♡ 4 1 год

### HiKiller

Suzuki Vitara (1G)

В чем практический смысл поста ?

♡ 1 1 год



**aleksey179**

Без машины

предположу что "современные системы обмануть нельзя", и всё вернётся на "круги своя"  
Вообщем автор, вроде Максим его звать, правильно говорит и мы многие прислушиваемся, дискутируем и т.д. и т.п., я лично кручу свой ме17, более-менее всё работает, по крайней мере мой шдк показывает то что я захотел, уоз не валится, дроссель не прикрывается, адаптация по дк(долгосрочная в 0 +-1.5%)

♡ 2 1 год

### HiKiller

Suzuki Vitara (1G)

Не знаю, правильно ли я понял автора, но рискну предположить, что в простых словах тема такая: в мозгах современных моторов ничего настраивать не надо. Мозги сами понимают какая должна быть смесь и сами ее корректируют. Т.е.раньше все работало по запрограммированным картам, а нонче (не то что

давече) знай себе надувай, да смотри чтоб не поплавилось.

♡ 1 год

**grigor23**

FIAT Linea

не совсем так . все что может пролезть в корекции между — + это естественный износ двигателя .

♡ 1 год



**aleksey179**

Без машины

да с износом всё понятно, тут при изменении конфига двс, и вот с этого момента начинаются танцы с бубном.

♡ 1 год

**BURO-OK**

Audi RS4 (B5)

Спасибо, БРО !

Ты — не один !

Учение — свет !

♡ 2 1 год

**sanek502008**

Ford Explorer (1G)

А неученых тьма;))

♡ 2 1 год

**Muskul85**

Nissan Silvia (S15)

Ничего не понятно (почти) но очень интересно.

♡ 3 1 год

**ruskiyng**

Peugeot 205 GTI

Примерно в середине статьи, сбегал за пивом, и это реально помогло!) Мозг не взорвался!) Это позволило мне дочитать все до конца, понять что я ничего не понимаю, и радоваться что скорее всего Макси не засунет все это в январь 5.1) Но это не точно!) Что то я уже стараюсь обновления просить на Ls43B — С и "матрицу")

♡ 4 1 год



**Bobby-ii**

Peugeot 307 SW

"Примерно в середине статьи, сбегал за пивом, и ..."  
И досмотрел до конца?

♡ 1 1 год

**ruskiyng**

Peugeot 205 GTI

Реально, вдумчево(на сколько хватило мозга))) дочитал!

♡ 1 1 год

**Bobby-ii**

Peugeot 307 SW

Неее. Я "по диагонали" — уж бОльно капитально всё.

♡ 2 1 год

**ruskiyng**

Peugeot 205 GTI

Я думаю, с такими мозгами как у Макси, у нас недалеких. должна быть "матрица" в которой было бы две кнопки) 1-чтоб валило на адском наддуве даже на Марсе!) и 2-чтоб не жрало! вообще(хотя и так не жрет, но хочется литра 3 на 100км))) Хотя еще надо 3!)) 3 — офигенно устойчивый хх одним нажатием!) На любом железе!) Без всяких формул и т.д!)))

♡ 4 1 год

**Bobby-ii**

Peugeot 307 SW

Думаю, он огорчицца.

♡ 1 год

**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

Мы сейчас на стадии когда для каждой задачи есть 10 кнопок — "сделать по разному".

Это в любом случае лучше, чем "никак не сделать" как у бедняг с М74-М86.

♡ 1 1 год

**16valvepower**

Лада 21093i

А если в целом, все это из-за экологии затеяли? Или все равно к такому пришли бы?

И откуда начало, законодатели сказали "надо", или автопроизводители предложили мол "мы можем в ещё более низкие выбросы"?

Это все бош придумал или какая-то параллельная разработка нескольких производителей?

♡ 1 год

**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

Это методы — экология тут не причем.

♡ 1 год

**Surfrider1981**

Mazda CX-7

Вы не знаете, как требования по экологии влияют на работу современных двигателей? Часто слышу такой стереотип, что ЕГТ специально держится более высоким, чтобы катализаторы были в рабочем диапазоне, мол, из за этого все проблемы по износу. Насколько это прпвдиво?

♡ 1 год

**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

Я про это писал.

♡ 1 год

**Surfrider1981**

Mazda CX-7

Я прочитал весь цикл про настройку, которой не бывает. Не совсем понял за счет чего поддерживается температура катализаторов на физическом уровне. Полез в интернет за ответом, на околоавтомобильных форумах обтекаемо пишут, что за счет более высокой температуры выхлопных газов. Как я понимаю на своем бытовательском уровне, это более поздние УОЗ или как то еще? На бытовом уровне вопрос заинтересовал по причине владения маздой cx7 с непосредственным впрыском и турбо. ВАГи и ПСА с такими двигателями с непосредственным впрыском очень экономичны, а мазда — наоборот, расход выше чем у обычных атмосферников аналогичной мощности, массы нормы евро. Что там может быть не так, наверняка что то на уровне программы управления.

♡ 1 год

**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

И на ВАГе и на PSA расход на самом деле так же сильно больше, чем у их же атмосферников с прошлыми евро нормами. Другое дело что таких машин очень мало в исправном состоянии.

♡ 1 год

**Bobby-ii**

Peugeot 307 SW

**emmibox**

Мы сейчас на стадии когда для каждой задачи есть 10 кнопок — "сделать по разному".

Это в любом случае лучше, чем "никак не сделать" как у бедняг с M74-M86.

Я про то, что ты тут такую грандиозную теорию с матрицами задвинул, а народ 3 кнопки хочет :-). Народу бум-бокс подавай :-)  
Хотя в общем-то правильно. Зачем народу матрицы?

♡ 1 год

**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

Я бы и сам хотел 3 кнопки.  
Но сейчас уже все, что априорно понятно — реализовано.  
Дальше сложнее.

♡ 1 1 год

**alexei2878225**

Лада Приора хэтчбек

Любопытно получается- обогащения нет, но наверняка можно обмануть систему, заложив в калибровки напряжение стехиометрии на ДК1 желаемое- чуть выше:) Шиночип как ты скажешь 🤔🤔🤔

♡ 1 1 год



**aleksey179**

Без машины



а можно и так, оно всё равно думает что там 14.7))

♡ 1 год

**KORLIK**

Opel Astra G Coupe

Оно при наличии дк2 выкупит лажу

♡ 1 год

**Steel780**

Subaru Legacy (BL/BP)

у лямбды скалинг поправил?)

♡ 1 год

**hokkaido**

Mercedes-Benz GL-class (X164)

15 лет назад я б всё понял и разобрался))) но сейчас мое высшее — мат обеспечение ушло из головы (((

♡ 1 1 год

**HiKiller**

Suzuki Vitara (1G)

Дочитал до третьей картинке и уже так сладко спится!

♡ 10 1 год

**Potaru4**

Volkswagen Caddy (1G)

Ну вы мозг!

♡ 3 1 год

**Turbofactory**

Ford Focus III Wagon

Превосходно. Реверс инжиниринг или есть где-то первоисточники знаний о заложенных алгоритмах?

♡ 1 1 год



**emmibox**

Автор Renault Clio II Sport

ну тут где то 5 страничек из мануала на 10к страничек.  
для настройщиков. ;) (т.е. кто не понял — тот не  
настройщик ниразу).  
И несколько параграфов из книжки.

♡ 3 1 год

### Tiberian

Лада Калина 2 хэтчбек

Ясненько-понятненько. (На самом деле нет)

♡ 1 1 год

### Alexkolomna

Renault Duster (1G)

Ладно, согласен.

Всю работу мотора можно описать формулами и павным  
переходом из одной в другую...

Но зачем тогда инженеры оставили старые простые таблицы?

И почему они все таки влияют на поведение машины?

Может их вес не так уж и мал в одной из веток алгоритма?

♡ 1 1 год



### emmibox

**Автор** Renault Clio II Sport

Они "дешевле" в некоторых случаях.  
Хотя сейчас например все процессоры будут  
проектировать уже с учетом наличия нейромодулей на  
борту — т.е. набора параллельных умножителей. И  
скорее всего получится привести ИНС по времени  
выполнения к обычному 3d\_lockup.

♡ 1 1 год

### Alexkolomna

Renault Duster (1G)

Все равно мне кажется, что пока (в обозримом будущем)  
одна из веток все равно будет по простым таблицам  
работать и давать так сказать основное направление в  
стандартном режиме работы...

Вот отсутствие обогащения в современных эбу больше  
напрягает.

♡ 1 год



### emmibox

**Автор** Renault Clio II Sport

Современные машины с непосредственным впрыском и  
турбо — им не нужно обогащение. У них там совсем  
другие проблемы. Это тазу нужно — который из  
прошлого века.

♡ 3 1 год

### PashaZT

Без машины

Вам приходилось смотреть ПО непосредственного  
впрыска? Если да, сделайте обзор для обывателей,  
если не трудно.

♡ 1 год

**emmibox****Автор** Renault Clio II Sport

Обзор на что?

1 год

**PashaZT**

Без машины

ПО непосредственного впрыска. Оно сильно отличается от обычного? Хотя бы поверхностно.

1 год

**emmibox****Автор** Renault Clio II Sport

Конечно. Как иначе то.

2 1 год

**Bryce**

Opel Vectra B

**emmibox**

Современные машины с непосредственным впрыском и турбо — им не нужно обогащение. У них там совсем другие проблемы. Это тазу нужно — который из прошлого века.

мозг e39a

двс a20nft

1 год

**emmibox****Автор** Renault Clio II Sport

И? такие таблицы везде есть — только вот работают они не везде!

1 год

**Bryce**

Opel Vectra B

Тогда резонный вопрос: для чего они?

1 год

**emmibox****Автор** Renault Clio II Sport

Обычно это остаточные явления из старых проектов. Иногда могут быть задействованы если нормы хреновые.

1 год

**Bryce**

Opel Vectra B

Ясно, конкретно ковыряя файл астры j орс хп тюнерсом есть куча пустых карт, карт с параметрами равными "0" или "1". Видимо они как раз и есть те остаточные явления.

♡ 1 1 год



**p0d0n**  
Opel Astra G

♡ 25 1 год

**turboPR**

Honda Prelude (BB5, BB6, BB7, BB8, BB9)

Ох как много сложного текста) Только единицы, смогут осилить

♡ 4 1 год



**Bobby-ii**  
Peugeot 307 SW

Сначала я думал, человек диссер тренируется защищать.

Потом — лекцию читать.

...

♡ 1 год

**sklopendra**

Jeep Grand Cherokee SRT-8 (WK2)

Уровень!

♡ 1 год

**Sasha078**

Opel Omega B

Пойду назад карбюратор прикручу

♡ 26 1 год

**PoweredByMonster**

Hyundai Santa Fe (2G)

Слишком сложно. Материал ты скорее всего написал только для себя. ))

♡ 2 1 год



**emmibox**  
Автор Renault Clio II Sport

Как и все остальные материалы в этом блоге...

♡ 7 1 год

**DrInfinity**

Лада Vesta

♡ 22 1 год



**emmibox**

**Автор** Renault Clio II Sport

Ну уж не твой любимый М74 всяко.

♡ 1 1 год