

# **Инструкция по эксплуатации ПО «FC54»**

**2024.12.28**

**ДЖИ-ТЭК**

# Содержание

1. Описание программного обеспечения .....	2
2. Описание схемы работы ЭБУ .....	2
3. Импорт/настройка/создание программного обеспечения ЭБУ .....	3
3.1 Импорт программного обеспечения в INCA .....	3
3.2 Настройка операций .....	4
3.3 Создание файла программы .....	5
4. Работа с программным экспериментом .....	5
4.1 Основные переменные.....	5
4.2 Общие команды управления и описание статусов .....	6
4.3 Добавление параметров и сохранение эксперимента .....	7
5. Предварительно установленные основные параметры.....	8
5.1 Базовые параметры .....	8
5.2 Датчик положения коленчатого вала .....	8
5.3 Датчик положения распределительного вала .....	8
5.4 Датчик кислорода .....	9
5.5 Электронный датчик положения дроссельной заслонки и датчик положения педали акселератора .....	9
5.6 Датчик температуры охлаждающей жидкости.....	10
5.7 Датчик температуры всасываемого воздуха.....	11
5.8 Датчик давления на впуске .....	11
5.9 Форсунки.....	12
5.10 Катушка зажигания .....	12
5.11 VVT.....	12
6. Операции редактирования ПО в эксперименте INCA .....	13
6.1 Цель управления: .....	13
6.2 Процедура редактирования параметров.....	13
6.3. Предустановка целевого параметра.....	13
6.4 Связанные управляющие параметры.....	14
6.5 Сохранение программной конфигурации.....	15



## 1. Описание программного обеспечения

Программное обеспечение "FC54" предназначено для управления электронным блоком управления (ЭБУ) двигателем автомобиля. Оно обеспечивает мониторинг и контроль работы двигателя, обработку сигналов датчиков, управление топливopодачей, зажиганием, воздушным потоком и другими критическими параметрами для оптимизации производительности, экономичности и экологичности двигателя.

## 2. Описание схемы работы ЭБУ

ЭБУ двигателя (электронный блок управления) является ядром системы управления двигателем автомобиля и отвечает за мониторинг и управление работой двигателя. ЭБУ состоит из трех частей: входной цепи датчиков, микропроцессора и выходной исполнительной цепи.

Всевозможные датчики передают сигналы на входную цепь. Входная цепь фильтрует и обрабатывает сигналы, объединяет и преобразует различные сигналы в цифровые, а затем отправляет их в микрокомпьютер. Микрокомпьютер вычисляет обработанные сигналы и отправляет результаты в выходную цепь.

Выходная схема преобразует сигналы в аналоговые и приводит в действие управляемые регулирующие сервокомпоненты.

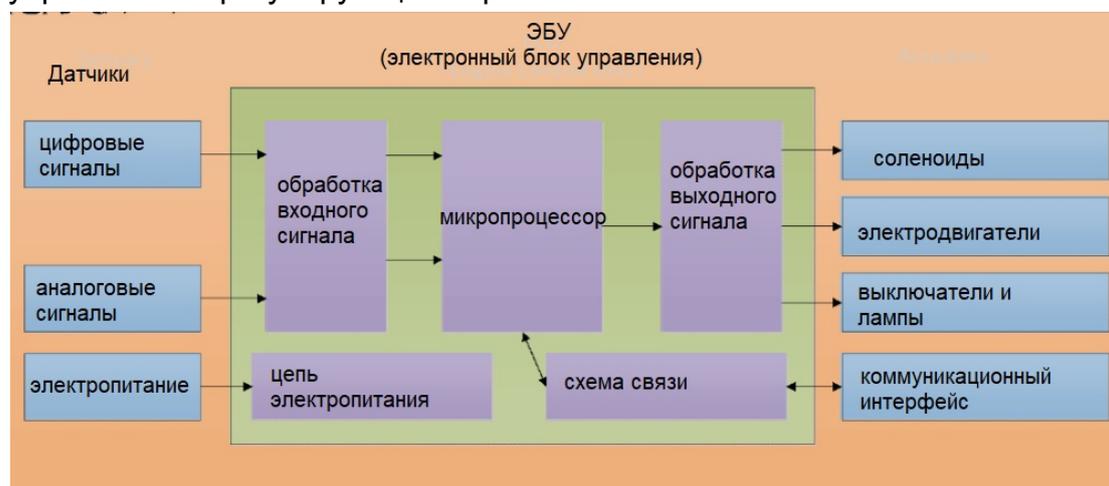


Рисунок 1. Схема работы ЭБУ

### ● 3. Импорт/настройка/создание программного обеспечения ЭБУ

После того, как программное обеспечение ЭБУ будет прошито (см. Инструкцию по установке ПО), необходимо импортировать программное обеспечение ЭБУ в INCA (программное обеспечение инструмента). Шаги

см. ниже :

- 
- **3.1 Импорт программного обеспечения в INCA**

Шаг 1: щелкните правой кнопкой мыши в пустой области, затем щелкните «Добавить» и нажмите эту кнопку, чтобы добавить папку

Шаг 2: нажмите эту кнопку, чтобы добавить рабочее пространство в папку «step 1»

Шаг 3: нажмите эту кнопку, чтобы добавить эксперимент в папку «step 1»

Шаг 4: нажмите эту кнопку, чтобы добавить сигналы CAN в папку «step 1»

Шаг 5: нажмите эту кнопку, чтобы добавить файл CAN DBC (например, сигналы CAN транспортного средства) в папку «step 1»

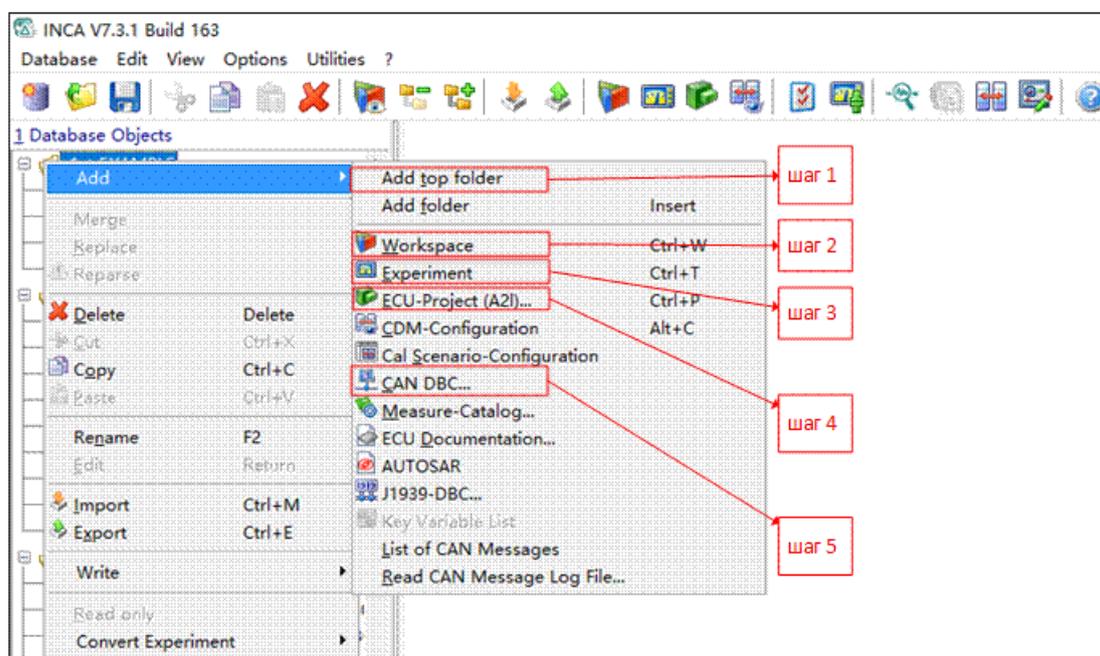


Рисунок 2. Импорт программного обеспечения в INCA

- **3.2 Настройка операций**

Шаг 1: нажмите кнопку, чтобы войти в рабочее пространство

Шаг 2: нажмите кнопку, чтобы добавить программное обеспечение ЭБУ из импортированного программного обеспечения

Шаг 3 (необязательный шаг): нажмите кнопку, чтобы изменить программное обеспечение ЭБУ из импортированного программного обеспечения

Шаг 4: нажмите кнопку, чтобы настроить оборудование

Шаг 5: нажмите кнопку, чтобы изменить эксперимент из импортированного программного обеспечения

Шаг 6: нажмите кнопку, чтобы начать программный эксперимент для редактирования

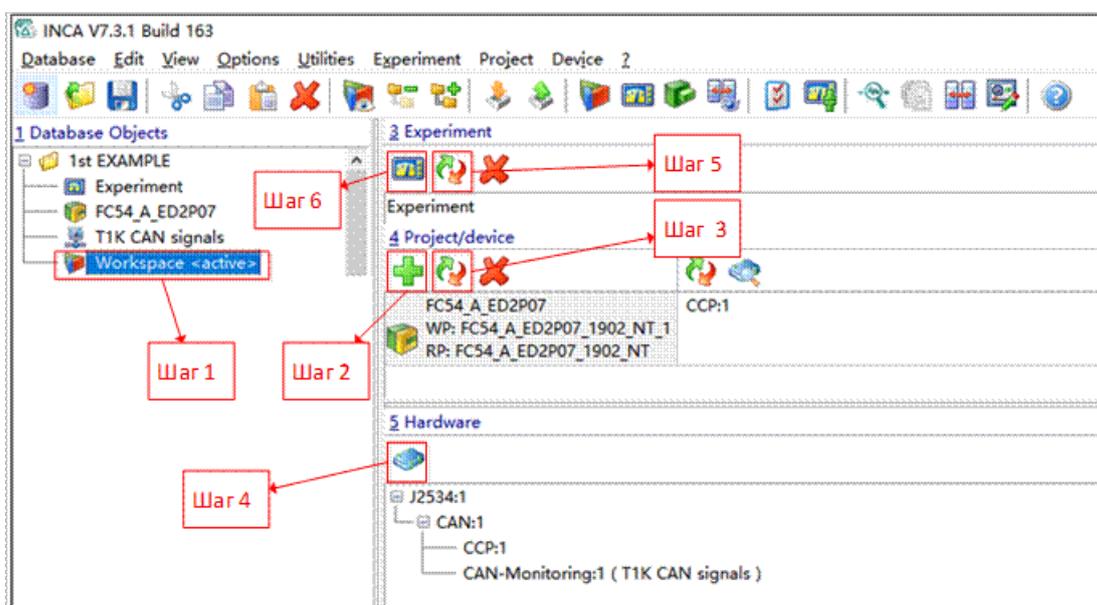


Рисунок 3. Настройка операций

### ○ 3.3 Создание файла программы

Шаг 1: щелкните правой кнопкой мыши по выбранному программному обеспечению, затем справа отобразится диалоговое окно.

Шаг 2: нажмите эту кнопку, чтобы создать файл программного обеспечения

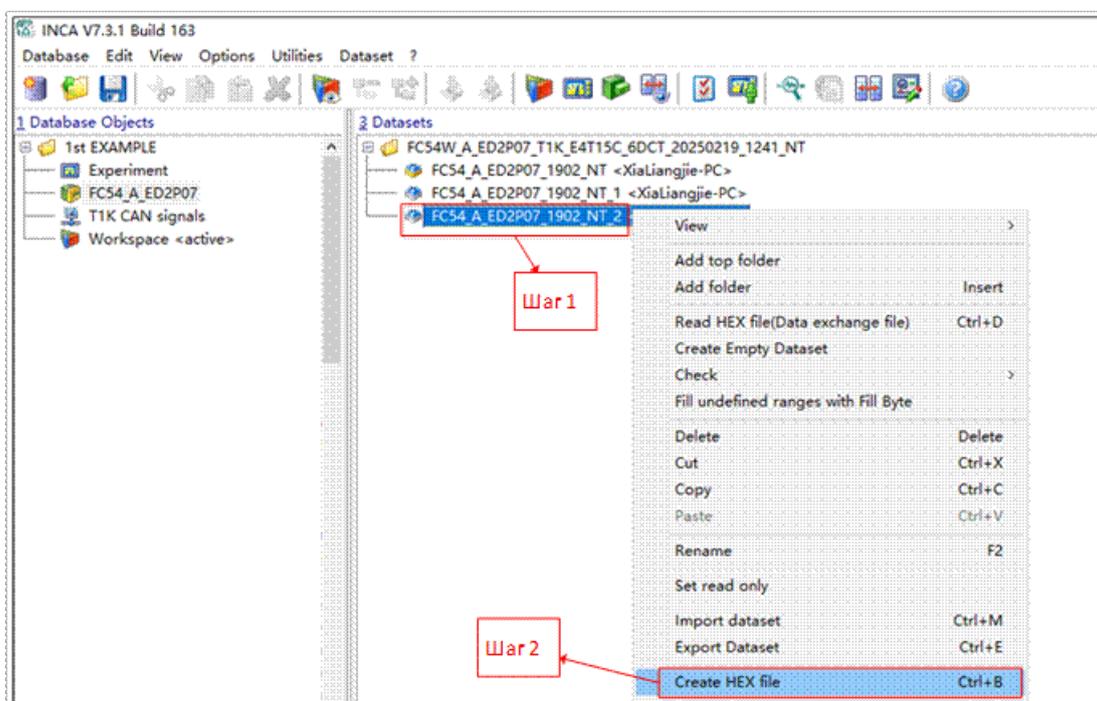


Рисунок 4. Создание файла программы

## ● 4. Работа с программным экспериментом

После того, как INCA подключится к ЭБУ с помощью провода OBD и

инструмента Kavaser, пройдите программное обеспечение в аппаратное обеспечение ЭБУ (подробности см. в «Инструкции по установке ПО») и импортируйте программное обеспечение ЭБУ в INCA на основе шагов пункта 1 этого документа. Возможно проверить состояние работы двигателя в эксперименте INCA. Также существует возможность редактировать параметры калибровки программного обеспечения.

### o 4.1 Основные переменные

Существует возможность проверить состояние работы двигателя с помощью переменных:

- Скорость двигателя: `sys_eng_spd`
- Скорость автомобиля: `sys_veh_spd`
- Температура охлаждающей жидкости двигателя: `sys_ect`
- Температура всасываемого воздуха: `sys_iat`
- Давление во впускном коллекторе: `sys_map`
- Давление окружающей среды: `sys_amb`
- Текущий активный угол опережения зажигания: `ig_actv_iga`
- Конечная ширина импульса впрыска топлива: `fmsp_pw_fnl[x]`, `x` определяется как соответствующий цилиндр двигателя;
- Процент открытия электрической дроссельной заслонки: `sys_tps_pct`
- Процент открытия педали акселератора: `sys_pps_pct`
- Коэффициент замкнутого контура управления массой топлива: `fmsp_cl_fac/fmsp_cl_fac_avg`
- Адаптивное значение массы воздушного потока для различных режимов: `afm_thro_flw_adp`
- Адаптивное значение уставки расхода топлива: `fmsp_adp_nv`
- Текущий диагностический код неисправности: `errm_curr_dtc`
- История диагностических кодов неисправностей: `errm_curr_dtc`

### o 4.2 Общие команды управления и описание статусов

Согласно приведенным ниже рабочим командам возможно выбрать требуемую рабочую страницу, проверить измененные параметры количества переменных на рабочей странице и узнать общие команды.

1) выберите соответствующую кнопку для следующей задачи;

- «Wp»: рабочая страница, на которой разрешено редактировать значения параметров программного обеспечения и записывать измерения;
- «RP»: страница записи, на которой разрешено только записывать измерения

2) Панель отображения состояния покажет следующую информацию:

- Количество переменных на рабочей странице;
- Работа ЭБУ или состояние подключения.

3) 4 кнопки соответствуют 4 командам

- Кнопка 1: Остановить измерение
- Кнопка 2: Начать визуализацию
- Кнопка 3: Начать запись
- Кнопка 4: Приостановить запись
- Кнопка 5: Выбрать путь сохранения

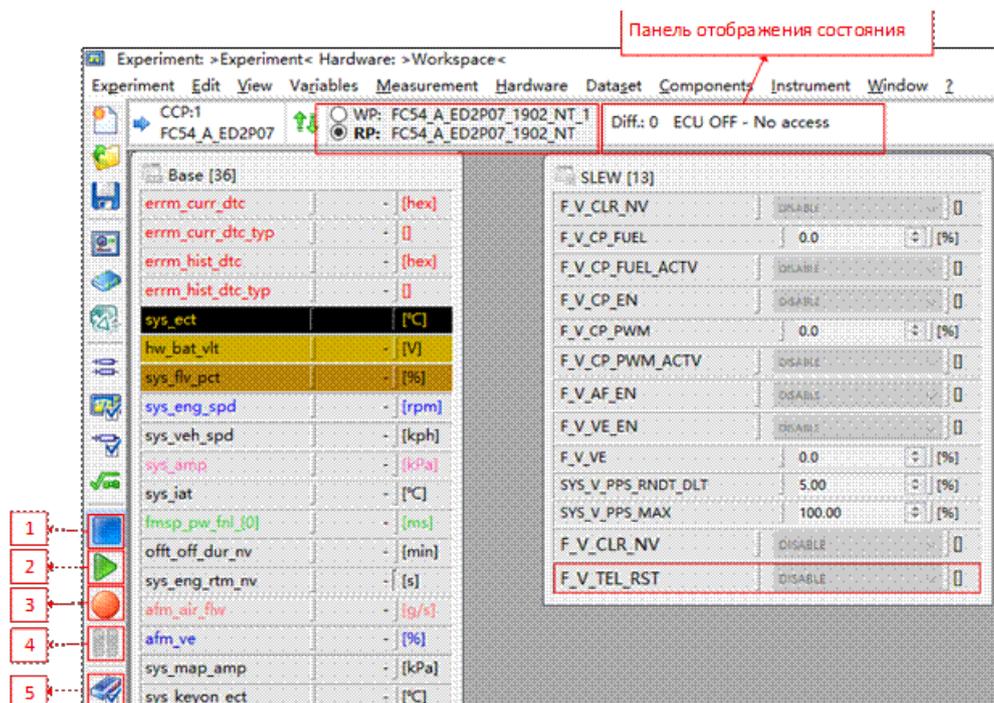


Рисунок 5. Панель отображения состояния

#### ○ 4.3 Добавление параметров и сохранение эксперимента

Шаг 1 : нажмите, чтобы добавить переменные или параметры калибровки программного обеспечения

Шаг 2 : найдите необходимые параметры в этом

Шаг 3 : нажмите «ок», чтобы добавить соответствующие параметры в эксперимент

Шаг 4 : сохранить эксперимент для следующей операции

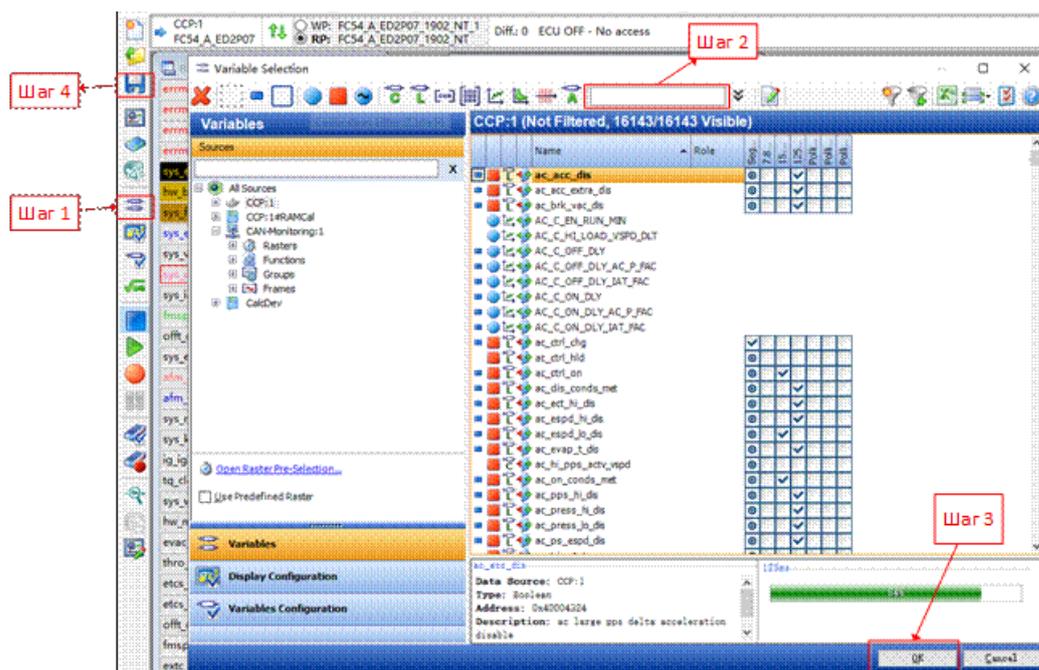


Рисунок 6. Добавление параметров и сохранение эксперимента

## ● 5. Предварительно установленные основные параметры

Предварительно установленные параметры обычно основаны на характеристиках деталей двигателя OEM, общие предварительно установленные параметры см. ниже.

### ○ 5.1 Базовые параметры

- HW\_V\_CYL\_NUM: Количество цилиндров;
- AFM\_V\_VOL\_CYL: Объем цилиндра;
- AFM\_V\_VOL\_IM: Объем впускного коллектора;
- SYS\_V\_FUEL\_DENSTY: Конфигурация плотности топлива.

### ○ 5.2 Датчик положения коленчатого вала

Угол поворота коленчатого вала можно точно измерить с помощью датчика положения коленчатого вала. ЭБУ определяет момент впрыска топлива, момент зажигания и т. д. на основе этой информации. В то же время количество оборотов или зубцов, которые коленчатый вал поворачивает за единицу времени, можно определить с помощью датчика положения коленчатого вала, а датчик положения коленчатого вала может рассчитать скорость вращения двигателя.

В основном существуют два типа датчиков коленчатого вала двигателя: тип VR и тип Холла. Датчик типа VR выдает индуцированное напряжение, и пиковое значение напряжения будет увеличиваться по мере увеличения скорости вращения. Датчик типа Холла выдает сигнал прямоугольной

волны 5 В:

- HW\_V\_SEG\_TOOTH: относится к количеству зубцов на сигнальном диске коленчатого вала, соответствующему опорному зубу. Обычно для диска с зубьями 58X количество зубьев составляет 7, а для диска с зубьями 36X количество зубьев составляет 4.
- HW\_V\_SEG\_ANG\_TO\_TDC: относится к положению верхней мертвой точки, соответствующей этому градусу после опорного зуба.

○

### ○ 5.3 Датчик положения распределительного вала

Датчик положения распредвала может контролировать положение распредвала в режиме реального времени, точно определять угол поворота распредвала и обеспечивать сигналы обратной связи для системы VVT. Он может точно регулировать фазу распредвала, изменять время открытия и закрытия клапанов, обеспечивая полное сгорание топливовоздушной смеси.

На основе этого сигнала можно определить рабочую последовательность каждого цилиндра двигателя и конкретное положение поршня, достигая точной идентификации цилиндра. Это гарантирует, что системы впрыска топлива и зажигания могут точно управлять каждым цилиндром для достижения хорошего сгорания и выходной мощности.

В зависимости от конфигурации двигателя можно настроить от 1 до 2 датчиков положения распредвала.

- HW\_V\_1ST\_CYL\_CAM1\_CFG: настройка 1-го датчика положения распредвала;
- HW\_V\_1ST\_CYL\_CAM2\_CFG: настройка 2-го датчика положения распредвала.

### ○ 5.4 Датчик кислорода

Датчики кислорода могут использоваться для мониторинга содержания кислорода в выхлопных газах, выбрасываемых двигателем, в режиме реального времени, тем самым отражая соотношение воздуха и топлива в смеси. Когда смесь слишком богатая, содержание кислорода в выхлопных газах низкое; когда смесь слишком бедная, содержание кислорода в выхлопных газах высокое. После того, как датчик кислорода передает эту информацию в блок управления двигателем (ЭБУ) в виде электрических сигналов, ЭБУ регулирует количество впрыскиваемого топлива и угол опережения зажигания в соответствии с сигналами для достижения наилучшего эффекта сгорания двигателя, наименьших выбросов выхлопных газов и наилучших показателей мощности.

- HW\_V\_O2\_HT\_CFG: Конфигурация переключателя подогрева датчика кислорода
- HW\_V\_O2\_PMP\_CFG: Конфигурация переключателя тока насоса датчика кислорода;
- SYS\_V\_O2\_SUM\_CNFS: Количество выборок, необходимых при расчете среднего значения сигнала переднего датчика кислорода;
- HW\_V\_UO2\_HT\_CURNT\_FAC: Коэффициенты расчета тока нагрева датчика кислорода.
- HW\_V\_DO2\_HT\_CURNT\_FAC: Коэффициенты расчета тока нагрева датчика кислорода.

○ **5.5 Электронный датчик положения дроссельной заслонки и датчик положения педали акселератора**

Когда водитель нажимает на педаль акселератора, датчик положения педали преобразует информацию о положении педали в электрический сигнал и отправляет его в блок управления двигателем (ЭБУ). ЭБУ проводит комплексный анализ и расчет на основе полученного сигнала положения педали, а также сигналов от других соответствующих датчиков, таких как скорость автомобиля, скорость двигателя и температура воды. Затем он отправляет соответствующие сигналы управления на приводной двигатель электронной дроссельной заслонки. Приводной двигатель приводит в движение пластину дроссельной заслонки, вращая ее в соответствии с управляющим сигналом от ЭБУ, регулируя открытие дроссельной заслонки до соответствующего размера, тем самым точно контролируя количество воздуха, поступающего в двигатель, для удовлетворения рабочих требований двигателя в различных рабочих условиях.

Как правило, электронный датчик положения дроссельной заслонки и датчик положения педали акселератора обычно имеют два набора датчиков. Когда в одном из сигналов возникает неисправность, например искажение или прерывание сигнала, система управления может полагаться на другой сигнал для поддержания базовой работы двигателя.

1) Предварительная настройка для электронного датчика положения дроссельной заслонки:

- SYS\_V\_TPS1\_FAC: весовой коэффициент сигнала TPS1.
- SYS\_V\_TPS2\_FAC:  $1 - \text{SYS\_V\_TPS1\_FAC}$ ;
- SYS\_V\_TPS2\_K: наклон для нормализации сигнала TPS2.
- SYS\_V\_TPS\_SCAL\_FAC: коэффициент для нормализации электрического сигнала в диапазоне 0 - 100%;
- SYS\_M\_TPS\_ZERO\_LMT: верхний и нижний пределы нулевого положения TPS;

- HW\_V\_TPS1\_VREF\_CFG: конфигурация PIN-кода питания TPS1;
- HW\_V\_TPS2\_VREF\_CFG: конфигурация PIN-кода питания TPS2;
- THRO\_C\_SP\_NORM\_MAX: Предельное значение максимального открытия ETC.

2) Предварительная настройка для датчика положения педали акселератора:

- SYS\_V\_PPS2\_BIAS: Перехват нормализации сигнала;
- SYS\_V\_PPS2\_K: Наклон нормализации сигнала;
- SYS\_V\_PPS\_SCAL\_FAC: Коэффициент нормализации электрического сигнала в диапазоне 0~100%;
- SYS\_V\_PPS\_ZERO\_VLT\_MIN: Минимальное значение нулевого положения PPS;
- SYS\_V\_PPS\_ZERO\_VLT\_MAX: Максимальное значение нулевого положения PPS.

### ○ 5.6 Датчик температуры охлаждающей жидкости

С помощью сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя можно отслеживать состояние работы двигателя (перегрев или чрезмерное охлаждение) в режиме реального времени. В то же время ЭБУ двигателя контролирует и реализует точное управление впрыском топлива, управление углом опережения зажигания и управление холостым ходом в соответствии с сигналом датчика температуры охлаждающей жидкости.

- SYS\_C\_ECT: Калибровка характеристической кривой температуры воды;
- SYS\_V\_ECT\_FIL: Коэффициент фильтрации температуры воды;
- HW\_V\_ECT\_OUT\_EN: Конфигурация выходного переключателя ШИМ температуры воды;
- SYS\_V\_ECT\_OUT\_FREQ: Выходная частота PWM температуры воды;
- SYS\_C\_ECT\_OUT\_PWM: Выходные характеристики PWM температуры воды.

### ○ 5.7 Датчик температуры всасываемого воздуха

Благодаря сигналу датчика температуры всасываемого воздуха двигателя ЭБУ может контролировать температуру всасываемого воздуха двигателя в режиме реального времени. Компенсируя изменения плотности воздуха, вызванные температурой, он может оперативно регулировать объем всасываемого воздуха и оптимизировать угол опережения зажигания, тем самым достигая стабильной работы двигателя.

Принцип работы датчика температуры всасываемого воздуха относится к

принципу термистора, то есть датчика резистивного типа.

- SYS\_V\_IAT\_FIL, коэффициент фильтрации температуры всасываемого воздуха;
- SYS\_V\_IAT\_DFLT, значение по умолчанию температуры всасываемого воздуха;
- SYS\_C\_IAT\_HI, характеристика высокой температуры всасываемого воздуха;
- SYS\_C\_IAT\_LO, характеристика низкой температуры всасываемого воздуха.

#### ○ 5.8 Датчик давления на впуске

Благодаря сигналу датчика давления на впуске двигателя ЭБУ может отслеживать изменения давления во впускном коллекторе двигателя в режиме реального времени, точно и своевременно регулировать количество впрыскиваемого топлива и оптимизировать угол опережения зажигания, чтобы добиться стабильной и эффективной работы двигателя.

- SYS\_V\_MAP\_SNSR\_B: Перехват характеристики датчика давления на впуске;
- SYS\_V\_MAP\_SNSR\_K: Наклон характеристики датчика давления на впуске;
- SYS\_M\_MAP\_FIL: Коэффициент фильтрации;
- SYS\_V\_MAP\_DFLT: Значение давления на впуске по умолчанию;
- SYS\_C\_AMP\_MAP\_FAC, SYS\_V\_AMP\_MAP\_BIAS: Коррекция высоты для давления на впуске.

#### ○ 5.9 Форсунки

ЭБУ управляет топливными форсунками для точного распыления определенного количества топлива во впускной коллектор или цилиндры двигателя в соответствии с условиями работы двигателя, такими как холостой ход, ускорение, замедление и движение на высокой скорости. Он точно подбирает количество воздуха, поступающего в двигатель, и распыляет топливо в соответствии с соответствующим соотношением воздух-топливо, чтобы обеспечить выходную мощность и топливную экономичность двигателя.

- HW\_V\_FUEL\_RAIL\_CFG: Конфигурация типа топливной рампы (без возврата или рециркуляция);
- HW\_V\_RECIRCU\_INJ\_FLW: Характеристики расхода форсунки в системе рециркуляции топлива;
- HW\_C\_RTNLESS\_INJ\_FLW: Характеристики расхода форсунки в системе без возврата топлива;
- HW\_M\_RTNLESS\_INJ\_BIAS: Время открытия форсунки в системе

безвозвратного впрыска топлива.

#### ○ 5.10 Катушка зажигания

Катушка зажигания работает в тандеме с электронным блоком управления двигателем (ЭБУ) и другими датчиками для точного управления моментом зажигания. ЭБУ рассчитывает оптимальный угол опережения зажигания на основе различных сигналов датчиков, таких как частота вращения двигателя, нагрузка, температура охлаждающей жидкости и температура всасываемого воздуха, то есть определяет момент, в который зажигание может позволить двигателю достичь наилучшей производительности и эффективности. Затем ЭБУ реализует точное управление зажиганием, управляя временем включения-выключения первичной обмотки катушки зажигания, гарантируя, что свеча зажигания генерирует электрическую искру в оптимальный момент, позволяя горючей смеси в цилиндре быстро и полностью сгорать, тем самым улучшая выходную мощность двигателя, снижая расход топлива и минимизируя выбросы.

- IG\_M\_TD\_RUN: Время намагничивания катушки зажигания;
- IG\_M\_TD\_VLT\_ECT\_FAC: Коррекция температуры охлаждающей жидкости для времени намагничивания катушки зажигания.

#### ○ 5.11 VVT

В различных рабочих условиях двигателя ЭБУ может управлять системой VVT (изменение фаз газораспределения) для регулировки времени открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов в соответствии с потребностями каждого рабочего состояния двигателя. Разумное время открытия и закрытия клапанов может приблизить процесс сгорания к идеальному состоянию, обеспечивая более быстрое и полное сгорание, высвобождая больше энергии и уменьшая образование вредных газов.

- HW\_V\_VVT\_CFG: Конфигурация включения-выключения VVT;
- VVT\_C\_INTK\_REF\_TOOTH: Опорный зуб для впускного VVT;
- VVT\_C\_EXH\_REF\_TOOTH: Опорный зуб для выпускного VVT;
- HW\_V\_CAM\_EDGE\_CFG: Оценка высокого и низкого опорного зуба распредвала;
- HW\_V\_CAM\_EVENT\_ANG: Угол для считывания сигнала распредвала (после отсутствующего зуба);
- HW\_V\_CAM\_PULS\_CNTR: Количество зубцов на сигнальном диске распределительного вала.

### ● 6. Операции редактирования ПО в эксперименте INCA

Состояние холостого хода — это состояние, в котором двигатель работает на самой низкой устойчивой скорости без внешней работы. В состоянии

холостого хода двигатель полностью отделен от трансмиссии, и его цель — поддерживать непрерывную и плавную работу двигателя на более низкой скорости и обеспечивать рабочую мощность других вспомогательных устройств, таких как кондиционер, усилитель рулевого управления и т. д. при внезапном открытии или закрытии скорость двигателя стабильна в определенном диапазоне скоростей.

Управление состоянием холостого хода является типичным и распространенным управлением состоянием для программного обеспечения ЭБУ, здесь представлены операции по редакции программного обеспечения ЭБУ в эксперименте INCA на основе условий холостого хода, см. ниже:

### ○ 6.1 Цель управления:

- улучшение стабильности холостого хода;
- превышение допустимого количества запросов в единицу времени;
- обеспечение комфорта вождения;
- снижение выбросов на холостом ходу;
- экономия топлива;
- достижение быстрых и плавных переходных характеристик.

### ○ 6.2 Процедура редактирования параметров

- предустановка целевого параметра;
- связанные управляющие параметры;
- сохранение программной конфигурации.

### ○ 6.3. Предустановка целевого параметра

После предварительной установки основных параметров установите различные значения целевой скорости в соответствии с температурой воды, атмосферным давлением, передачей.

- Таблица заданных значений скорости двигателя, когда передача находится в положении нейтральной передачи: ENSC\_M\_IDL\_PN
- Таблица заданных значений скорости двигателя, когда передача находится в положении ведущей передачи: ENSC\_M\_IDL\_DR
- Проверьте производительность автомобиля с помощью интерфейса INCA.

### ○ 6.4 Связанные управляющие параметры

возможно подтвердить разницу между целевой скоростью вращения и фактической скоростью вращения;

Если фактическая скорость двигателя имеет большие колебания около

целевой скорости холостого хода, мы также можем контролировать скорость двигателя, чтобы стабилизировать ее на целевом значении. Для этого используется принцип управления PID (ПИД).

В соответствии с разницей между целевым и фактическим значением, программные параметры объема газа P, I и D рассчитываются соответственно. Затем, чтобы рассчитать соответствующее открытие дроссельной заслонки для управления объемом впуска, достичь цели целевой скорости двигателя.

Измените параметры I, p и D, чтобы стабилизировать скорость, соответствующие параметры см. ниже :

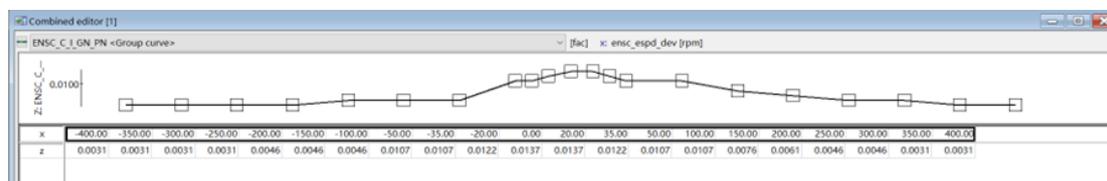


Рисунок 7. PN передача I параметр

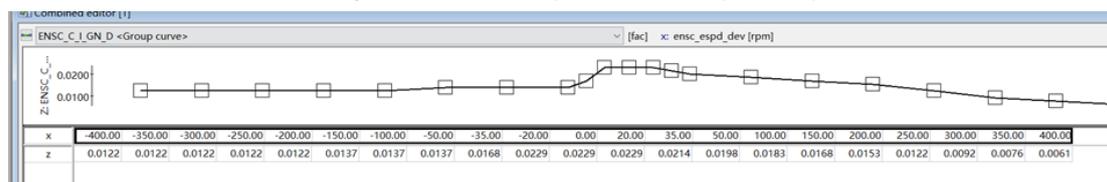


Рисунок 8. Приводная шестерня I параметр

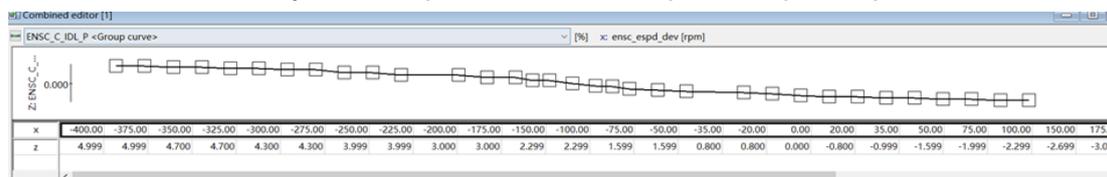


Рисунок 9. Приводная шестерня P параметр

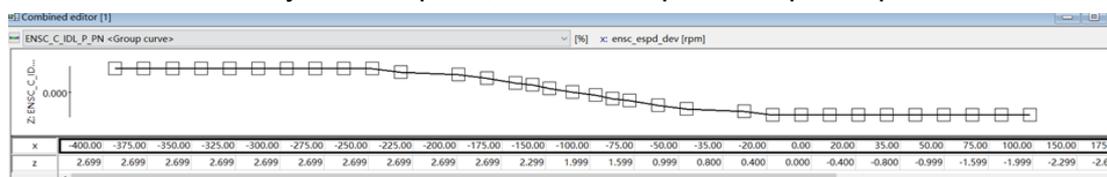


Рисунок 10. PN передача P параметр

### ○ 6.5 Сохранение программной конфигурации

После того, как конфигурация программного обеспечения будет соответствовать требованиям всего транспортного средства, мы можем сохранить новое программное обеспечение в соответствии с шагами, описанными в статье 3.3 настоящего документа.