

Просмотр параметров элементов систем управления. Нажать кнопку [Чтение текущих данных] в меню функций систему управления двигателем и на экране прибора отобразится список значений параметров системы, как показано на рис. 22.

Выберите параметр			
Скорость вращения двигателя			
Скорость автомобиля			
Температура охл. жидкости			
Температура возд.на впуске			
Сигнал датчика кислорода O2			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 22.Окно выбора диагностического параметра.

Необходимо выбрать нужные элементы и нажать их. Например, нажать [Скорость вращения двигателя], [Скорость автомобиля], [Температура охлаждающей жидкости], [Температура воздуха на впуске] и [Сигнал датчика кислорода O₂], как показано на рисунке 23.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Выберите параметр			
Скорость вращения двигателя			
Скорость автомобиля			
Температура охл. жидкости			
Температура возд.на впуске			
Сигнал датчика кислорода O2			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 23. Окно выбора параметров.

Нажать на кнопку [ОК] и на экране дисплея отобразятся значения выбранных элементов в реальном времени, как показано на рисунке 24.

Текущие данные			
Скорость а/м		0 км/ч	
Темпер. возд на впуске		25 гр	
Темпер.охл. жидкости		95 гр	
Сигнал датчика O2		450 мв	
стр. вверх		стр. вниз	
		График -1	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 24. Окно просмотра параметров.

Если необходимо распечатать результаты диагностики, то нужно нажать на кнопку [Печать]. На рисунке 25 показан пример напечатанного отчета.

X431	LAUNCH
SMARTBOX:	AXN000022
Дата:	10/10/2007 09:32:12
Частота вращения	780 об/мин
Темпер. жидкости	80.0 °C
Темпер. воздуха	35.0 °C
Время впрыска	6 мс

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННО ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис. 25. Пример отчёта о просмотренных параметрах.

Нажать кнопку [График - 1] в интерфейсе, показанном на рисунке 24, и на экране прибора отобразится осциллограмма одного параметра из потока текущих данных (рис. 26).

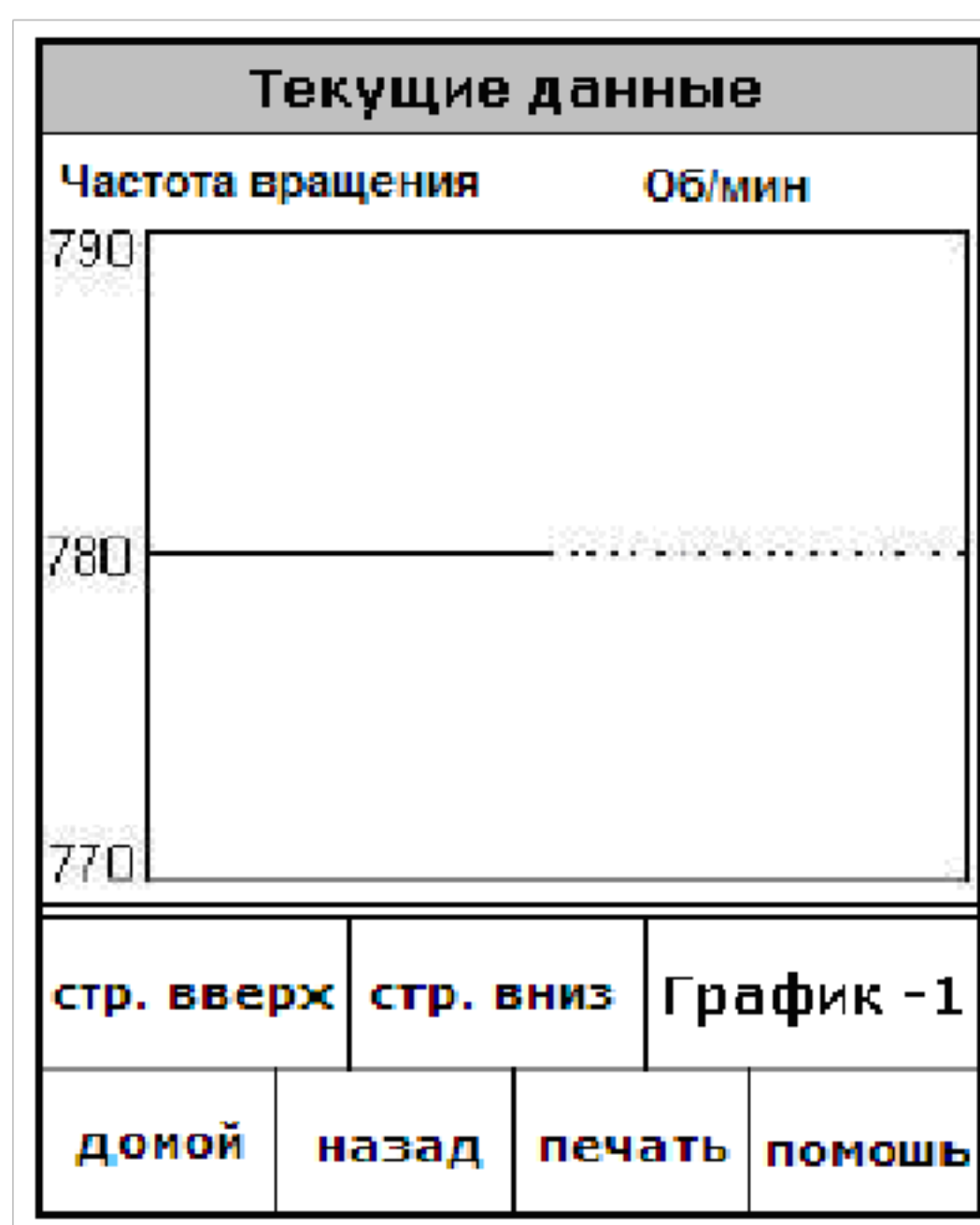


Рис. 26. Окно графика выбранного параметра.

Если нажать на кнопку [График - 2], то на экране сканера отобразится осциллограмма двух параметров из потока текущих данных (рис. 27).

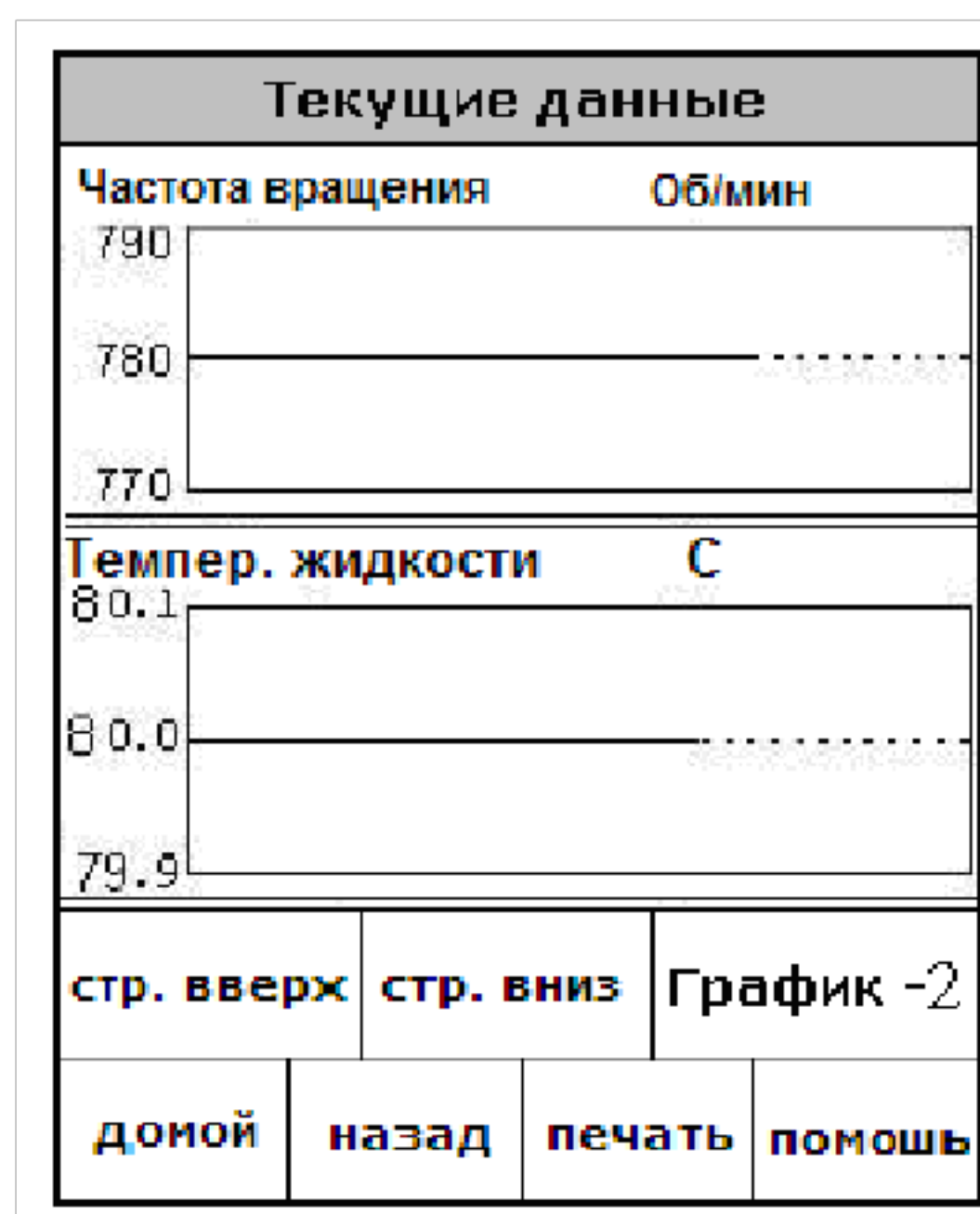


Рис. 27. Окно графика двух выбранных параметров.

Нажать кнопку [Цифровой] в интерфейсе, и на экране дисплея вновь отобразятся значения выбранных параметров в реальном времени, как показано на рисунке 28.

Текущие данные			
Частота вращения 780 об/мин			
Темпер. жидкости 80.0 °C			
Темпер. воздуха 35.0 °C			
Время впрыска 6 мс			
стр. вверх		стр. вниз	График -2
домой	назад	печать	помощь

Рис. 28. Окно цифрового отображения параметров.

Тест активации исполнительных устройств. Нажать кнопку [Тест исполнительных механизмов] в меню функции системы и на экране дисплея отобразится список доступных для проверки исполнительных механизмов, как показано на рисунке 29.

Тест исп. механизмов			
Форсунка 1			
Форсунка 2			
Форсунка 3			
Форсунка 4			
Форсунка 5			
Форсунка 6			
Вентил. систем. охлажд.			
РХХ			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 29. Окно выбора исполнительных механизмов.

Нажать один из пунктов в списке для выполнения теста. Для описания последовательности операций выберем, например, пункт [Форсунка 1). При нажатии на пункт [Форсунка 1] сканер включает форсунки первого цилиндра. Если тестирование закончится успешно, на экране дисплея отобразится сообщение, как показано на рисунке 30.



Рис. 30. Окно окончания теста.

Номер версии. Нажать кнопку [Идентификация] в меню функции системы и на экране прибора отобразится информация о версии ЭБУ системы управления двигателем, как показано на рисунке 31.

Идентификационные данные	
DME M341.1 M52	
Basic Part No.	1429773
Hardware No.	11
Software No.	42
Coding No.	01
Diagnosis Index	20
Bus Index	21
Modification Index	00
OK печать	

Рис. 31. Меню идентификации блока управления.

Система управления трансмиссией. Нажать кнопку [Система управления трансмиссией] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ системы управления трансмиссией диагностируемого транспортного средства, и результат отобразится на экране дисплея, как показано на рисунке 32.

Идентификационные данные	
ABS/ASC 5 M60/M52	
ECU Part Number	1162504
Hardware Number	04
Software Number	01
Diagnosis index	08
Coding index	00
Bus index	00
Date	39/94
OK печать	

Рис. 32. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления трансмиссией, как показано на рисунке 33.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Текущие данные			
Активация исполнительных механизмов			
Идентификация			
Сброс адаптации			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 33. Окно выбора системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления трансмиссией аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем, за исключением [Сброс адаптации]. Поэтому рассмотрим только функцию [Сброс адаптации]. При нажатии на кнопку [Сброс адаптации] сканер начнет процедуру стирания значений адаптации. Когда они будут удалены, на экране дисплея отобразится сообщение, как показано на рисунке 34.

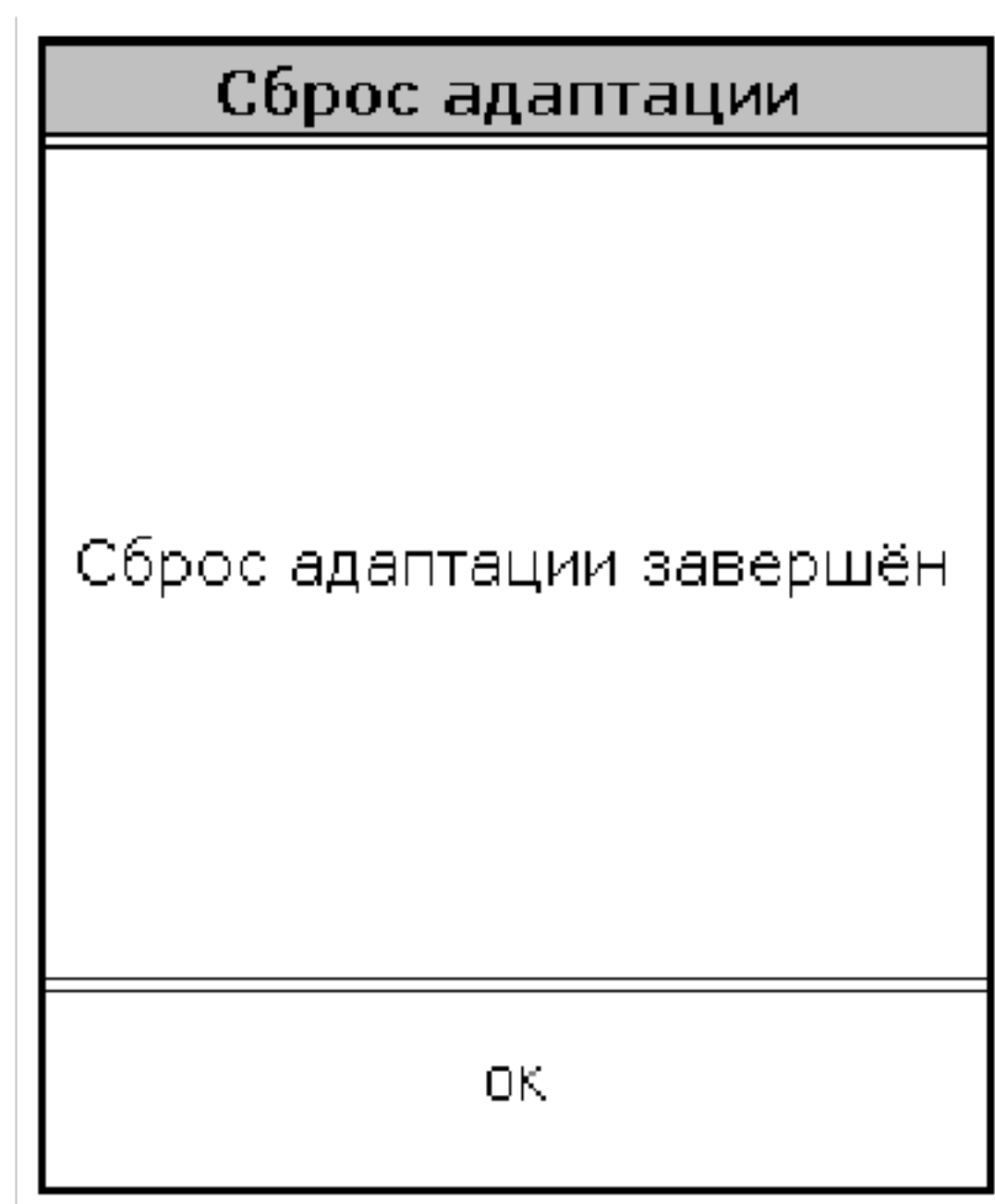


Рис. 34. Окно завершения процесса удаления значений адаптации.

Если в процессе работы возникнут ошибки связи с ЭБУ системы, на экране дисплея отобразится сообщение, как показано на рисунке 35.

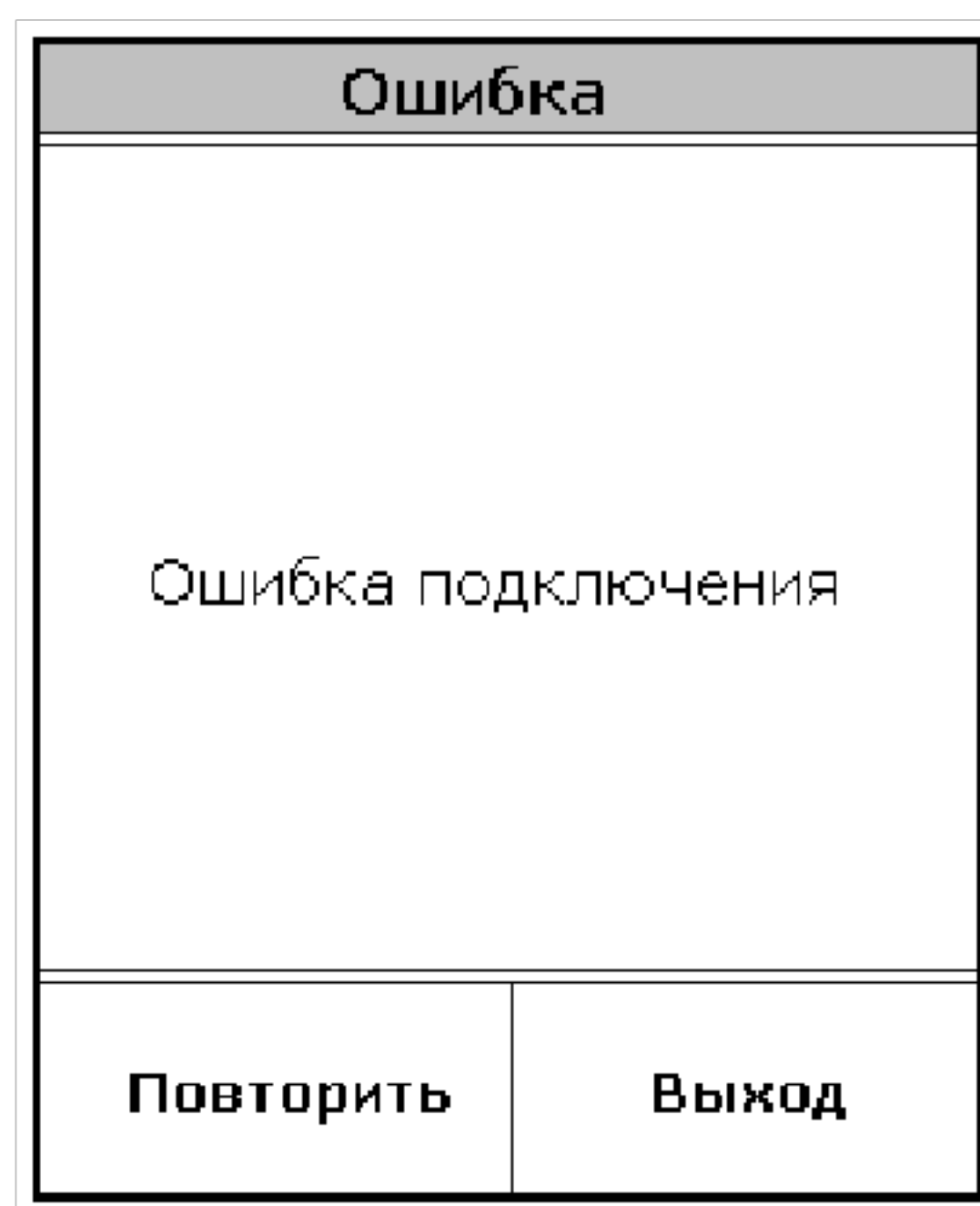
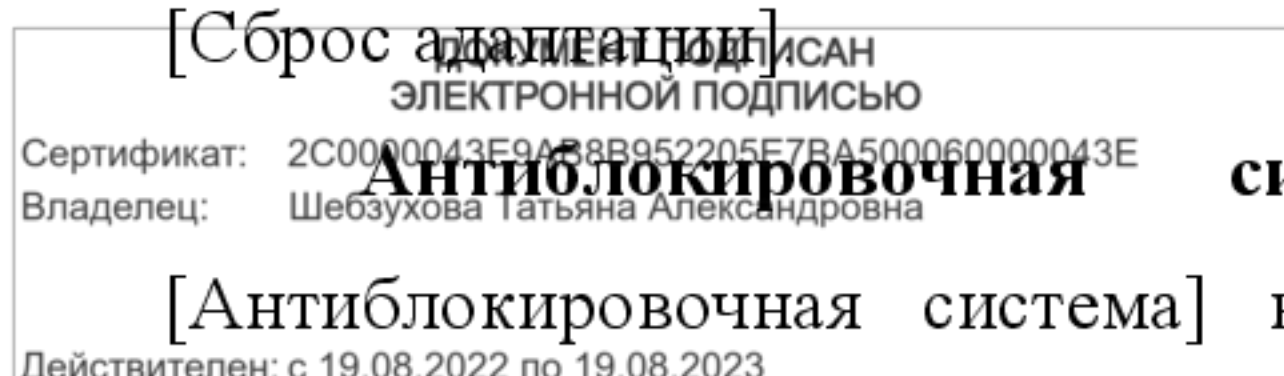


Рис. 35. Информационное окно.

Необходимо убедиться в надежности подключения разъемов и кабелей, а затем нажать на кнопку [Повторить] для повторного выполнения функции

[Сброс адаптации]



Антиблокировочная

система

тормозов.

Нажать

кнопку

[Антиблокировочная система]

в меню выбора систем. Сканер считает

информацию о версии ЭБУ анти блокировочной системы тормозов диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 36.

Идентификационные данные	
ABS/ASC 5 M60/M52	
BMW Part Number	1162504
Hardware Number	04
Software Number	01
Diagnosis index	08
Coding index	00
Bus index	00
Date	39/94
OK	печать

Рис. 36. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций антиблокировочной системы тормозов, как показано на рисунке 37.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Активация			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 37. Меню выбора функции системы.

Приемы выполнения диагностики антиблокировочной системы тормозов аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Воздушные подушки. Нажать кнопку [Air bag] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ системы управления воздушными подушками безопасности (SRS) диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 38.

Идентификационные данные	
Airbag [VPS3] system	
Part Number	8352763
Hardware Number	01
Software Number	46
Diagnosis index	08
Coding index	01
Bus index	00
Data	50/92
OK печать	

Рис. 38. Окно меню идентификации блока управления.

Приемы выполнения диагностики системы управления воздушными подушками безопасности аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Кондиционирование воздуха/обогреватель. Нажать кнопку [AC/heater] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ системы управления кондиционированием воздуха или управления климатом диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 39.

Идентификационные данные	
Airbag [MRS3] system	
Part Number	8352763
Hardware Number	01
Software Number	46
Diagnosis index	08
Coding index	01
Bus index	00
Data	50/92
OK	печать

Рис. 39. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления кондиционированием воздуха или управления климатом, как показано на рисунке 40.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 40. Меню функций системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления кондиционированием воздуха или управления климатом аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2016081922AB8B35220A073D40000049E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Панель приборов. Нажать кнопку [КЕ/КИ/КОМБИ] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ панелью приборов диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 41.

Идентификационные данные	
KOMBI E39	
Part Number	3353432
Hardware NO.	31
Software NO.	36
Diagnosis index	30
Coding index	30
Bus index	37
Data	30/31
CAN index	37
Modification	30

OK	печать
----	---------------

Рис. 41. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления панелью приборов, как показано на рисунке 42.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Управление панелью			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 42. Меню функций системы.

систем управления двигателем, за исключением функции [Сброс сервиса]. Поэтому рассмотрим только функцию [Сброс сервиса].

Нажать кнопку [Service reset] в меню функций, на экране дисплея отобразится следующая страница, как показано на рисунке 43.

Выберите функцию			
Замена моторного масла гей			
Время до следующей инспек			
Пробег до след инспек			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 43. Меню сервисных настроек системы.

Можно провести сброс интервалов следующих параметров:

- Замены моторного масла
- Времени до следующей инспекции
- Пробега до следующей инспекции

Приемы выполнения операций для всех трех вышеупомянутых функций аналогичны. Поэтому, для примера, рассмотрим последовательность операций по проведению сброса интервала замены моторного масла.

Нажать кнопку [Замена моторного масла]. Сканер начинает процедуру стирания значений сервисного индикатора интервала замены моторного масла. Когда стирание значений будет успешно завершено, на экране дисплея отобразится сообщение, как показано на рисунке 44.

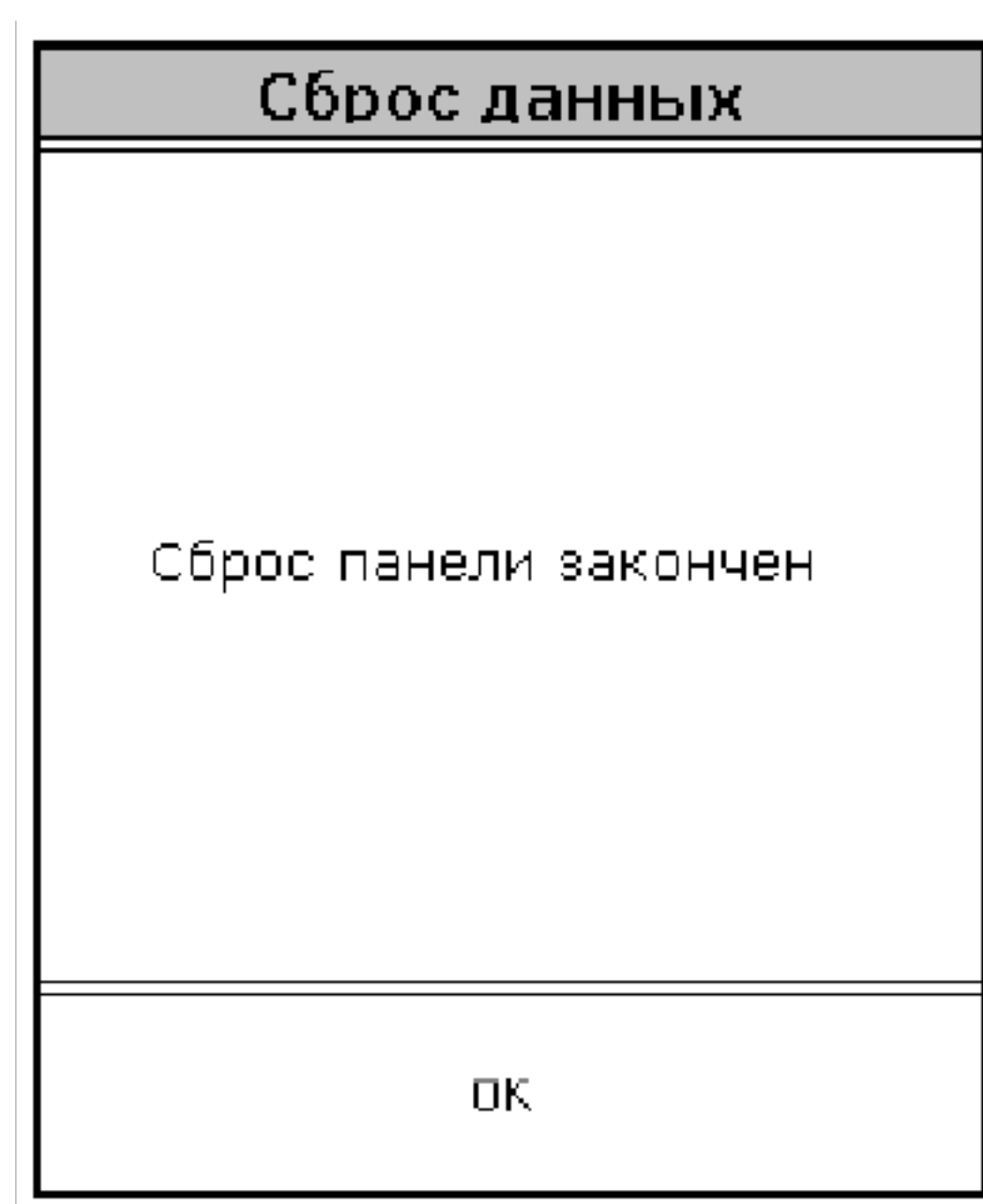


Рис. 44. Окно завершения настроек.

Электронный дроссель. Нажать кнопку [Электронный дросель] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ системы управления электронным дросселем диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 45.

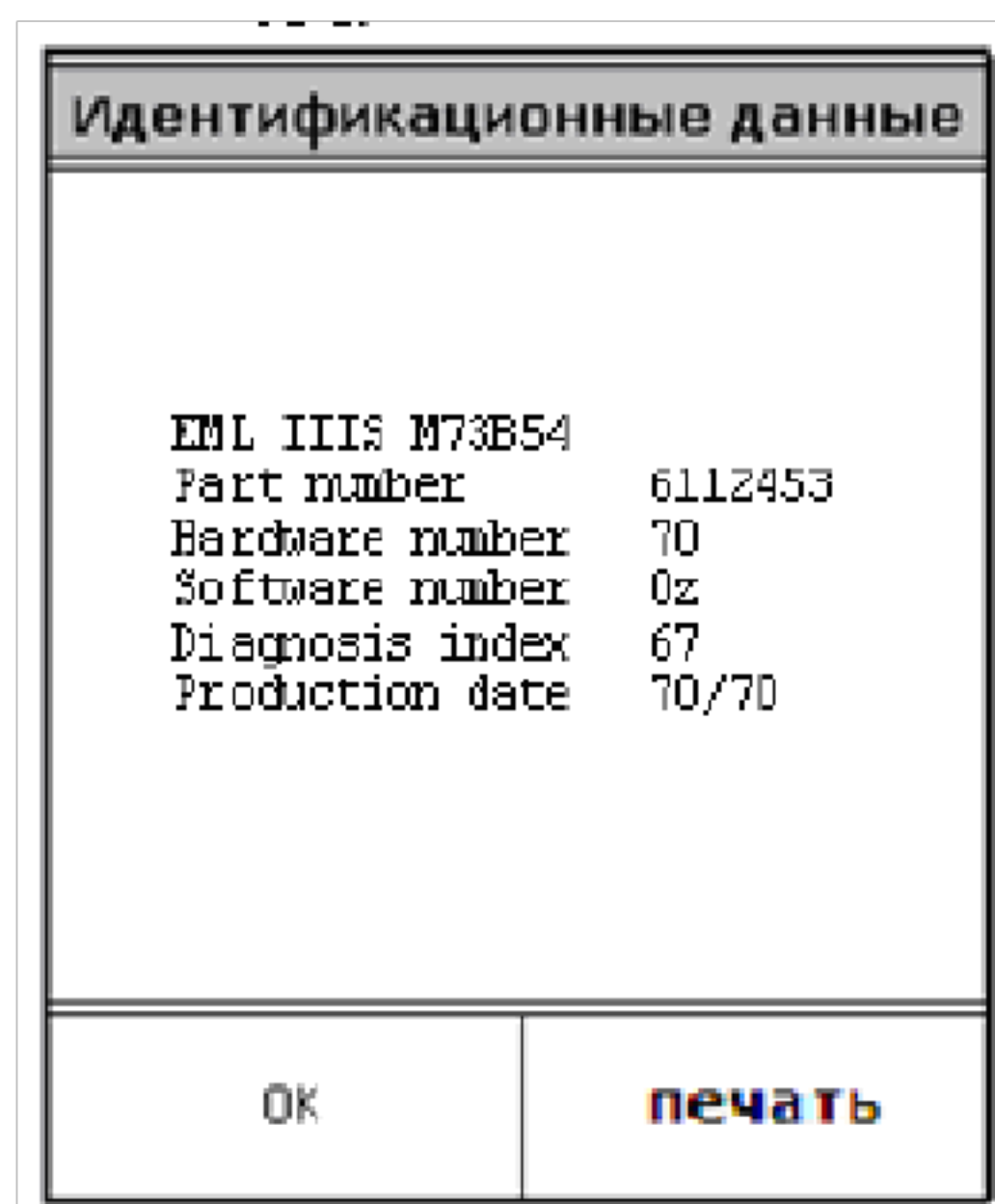


Рис. 45. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления электронным дросселем, как показано на рисунке 46.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 46. Меню функций системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления электронным дросселем аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Система SPM/SM. Нажать кнопку [SPM/SM] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ SPM/SM диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 47.

Идентификационные данные	
SPM/SM БОСН H/W No. 0140021520 БОСН S/W No. 5718537521 BMW H/W No. 9767271 BMW S/W No. 821 PRODUCT No.	
OK	печать

Рис. 47. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы SPM/SM, как показано на рисунке 48.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 48. Меню функций системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления SPM/SM аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Электронный иммобилайзер.

Нажать кнопку [Стр. вверх] в меню для просмотра второй страницы меню, как показано на рисунке 49.

Выберите функцию			
Эммобилайзер			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис. 49. Смена страниц функций.

Нажать кнопку [Elec. Immobilise System] в меню выбора систем, показанном на рисунке 49. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ EWS диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 50.

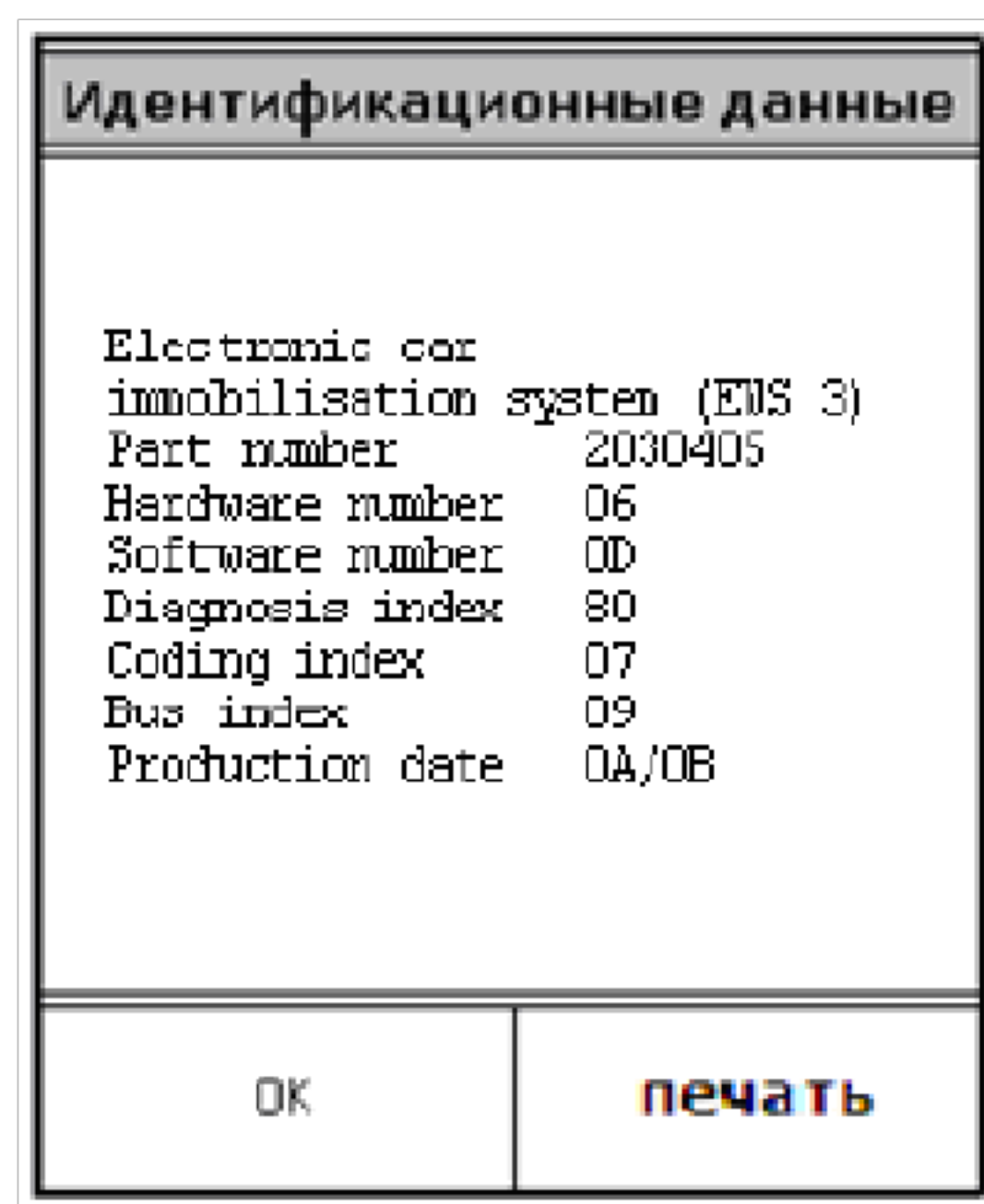


Рис. 50. Окно меню идентификации блока управления.

3. Контрольные вопросы

1. Назначение системы управления двигателем?
2. На какие два типа подразделяются системы впрыска топлива?
3. На какие типа подразделяются системы импульсного впрыска топлива?
4. Из каких элементов состоит СУД?
5. От каких датчиков ЭБУ получает информацию?
6. Какими исполнительными устройствами управляет ЭБУ?

7. Какие функции может выполнять сканер X-431?

8. Какие системы позволяет диагностировать сканер X-431?

9. Как устанавливается связь между сканером и ЭБУ?
10. Признаки неисправности разъёма диагностики?
11. Признаки неисправности иммобилайзера?
12. Признаки неисправности ЭБУ?
13. Какие разъёмы диагностики устанавливаются на современных автомобилях?
14. Из каких частей состоит сканер X-431?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

ТЕМА № 3 Диагностика двигателя и его систем с помощью газоанализатора

1. Общие сведения о содержании выхлопных газов

Без газоанализатора, как правило, не удастся надежно установить истинную причину неисправности двигателя или его систем (топливоподачи, зажигания и др.). Работа с газоанализатором не так проста, как может показаться. Важно не снять показания с газоанализатора, а понять, что же происходит в двигателе, из-за чего состав выхлопных газов выходит за нормативные значения.

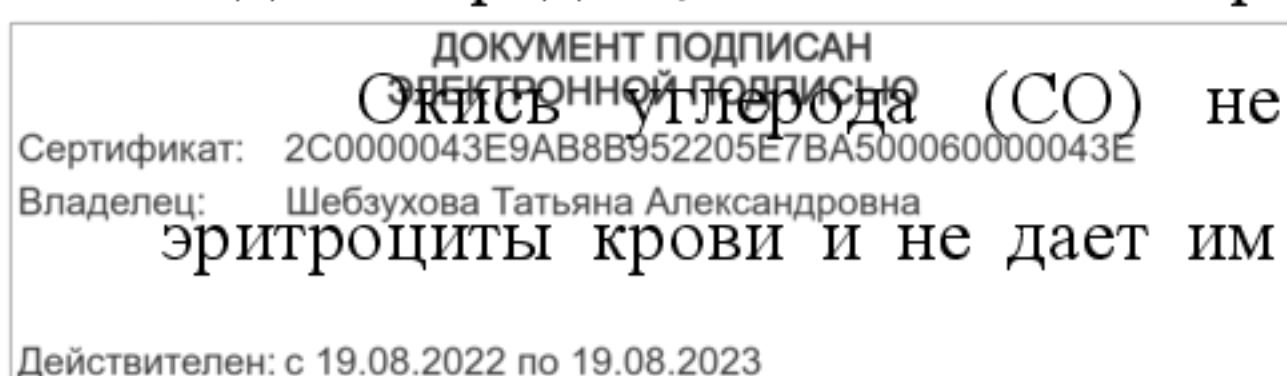
1.1. Приготовление рабочей смеси

Воздух представляет собой смесь примерно из 78% азота и 21% кислорода. В небольших количествах в воздухе находится аргон 0,93% и углекислый газ (CO_2) 0,03%. Бензин состоит из углеводородов и является смесью примерно 15% водорода и 85% углерода.

При полном сгорании топлива кислород соединяется с углеродом в форме двуокиси углерода (CO_2) и с водородом в форме воды (H_2O). Понятно, что при полном сгорании бензина концентрация CO_2 будет максимально и поэтому в дальнейшем при анализе выхлопных газов величина содержания CO_2 принимается за критерий эффективности сгорания топлива. Углекислый газ CO_2 – это индикатор эффективности сгорания топлива. Если CO_2 достигает максимальной величины (14-15%), то двигатель работает с наибольшей эффективностью.

Продуктами неполного сгорания бензина в двигателе являются несгоревшие углеводороды (C_xH_y), окись углерода (CO), окислы азота (NO_x), кислород (O_2), CO_2 , H_2O и сажа (углерод C). Двуокись углерода, кислород и вода безвредны, а остальные загрязняют атмосферу.

Окись углерода (CO) не имея ни цвета, ни запаха, блокирует эритроциты крови и не дает им переносить кислород. Известно, что даже



содержание в воздухе 0,3% CO может привести к смерти человека за 30 минут.

Углеводороды (C_xH_y) это несгоревшее топливо, имеют характерный запах. Это яды, поражающие нервную систему и раздражающие слизистую оболочку. Кроме того, они могут попадать в атмосферу в виде паров топлива из бака.

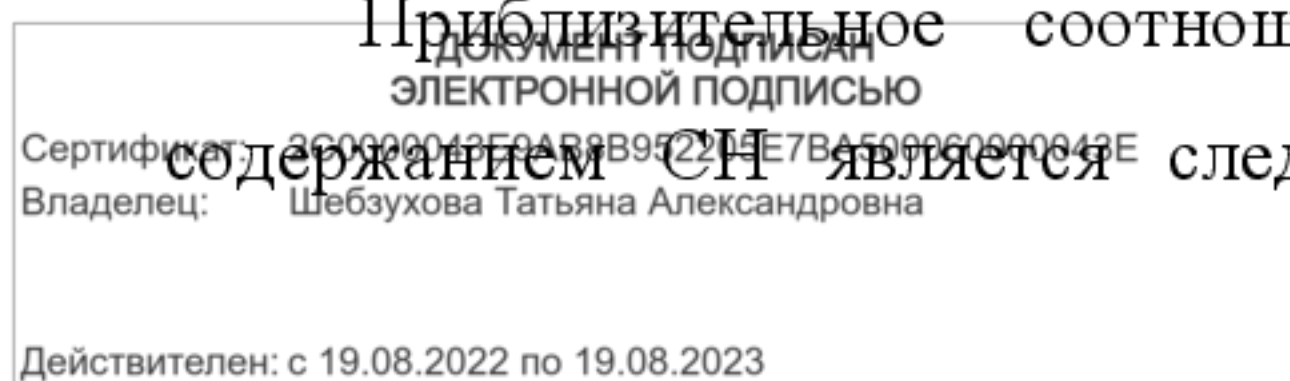
Угарные газы образуются из азота воздуха, который под воздействием высокой температуры в камере сгорания окисляется. Наряду с окисью азота (NO) образуются в небольшом количестве двуокись азота (NO_2). NO_2 - красно-коричневый газ резкого, пронизывающего запаха. Он раздражает легкие путем отравления тканей и известен как тяжелый яд для крови.

Углекислый газ – это невредный для здоровья продукт сгорания. Увеличение содержания двуокиси углерода в атмосфере считается одной из важных причин парникового эффекта.

Определение состава выхлопных газов проводится с помощью четырех- или пятикомпонентного газоанализаторов. Газоанализатор представляет собой электронно-оптический прибор для измерения объемной доли компонентов в отработавших газах двигателя. В выхлопных газах определяется содержание углеводородов (CH), окиси углерода (CO), углекислого газа (CO_2) и кислорода (O_2). В пятикомпонентном газоанализаторе дополнительно измеряется содержание окислов азота (NO_x).

Шкалы газоанализаторов градуируются в процентах для CO, CO_2 и O_2 , а содержание CH и NO измеряется в частях на миллион по объему в «ч.н. млн» или «ppm». Единица измерения – «частей на миллион» (ч.н. млн) или в своем англоязычном эквиваленте для аппаратуры зарубежного производства parts per million (ppm) – представляет собой миллионные доли объема, связанные с процентным содержанием приближенной зависимостью $10000 \text{ ppm} = 1\%$.

Приблизительное соотношение между ppm CH и процентным содержанием CH является следующее: если не сгорает 1% смеси, то



образуется 200 ppm CH. Так например, если в бак залить 100 л бензина, то при концентрации CH 200 ppm не сгорит 1 литр бензина.

Любые изменения в условиях сгорания топлива в двигателе, вызванные нарушением работы систем питания, зажигания, системы управления двигателем или другими причинами (низкая компрессия в цилиндрах, нарушение фаз газораспределения и т.п.) немедленно приводят к отклонению содержания и соотношения компонентов выхлопных газов (CO, CH, CO₂, O₂) от установленных норм. На основе измерения содержания указанных газов, газоанализатор рассчитывает значение λ .

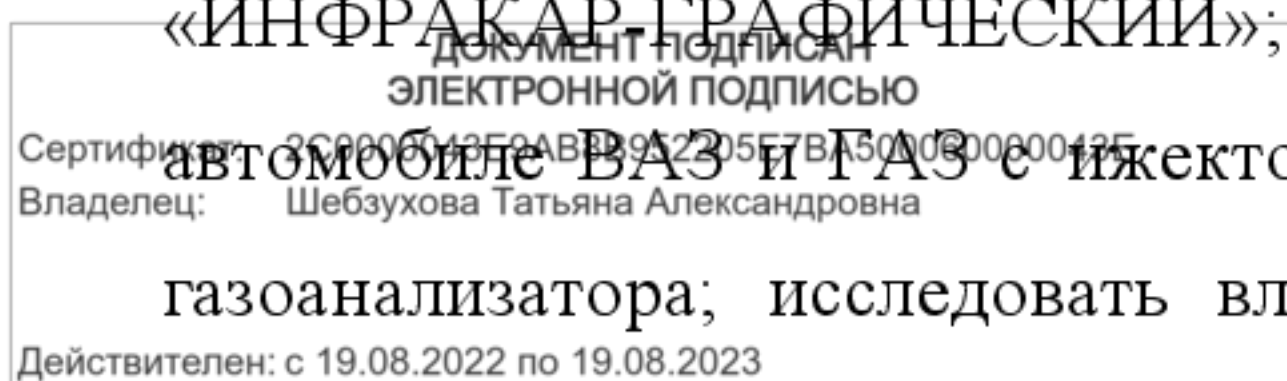
Для полного сгорания топливной смеси бензин и воздух должны находиться друг с другом в стехиометрической пропорции, которая достигается тогда, когда для сгорания 1 кг топлива расходуется 14,7 кг воздуха (примерно 10000 л воздуха).

Коэффициент избытка воздуха указывает, насколько фактически имеющееся в рабочей смеси количество воздуха отличается от теоретически необходимого: $\lambda = \text{масса воздуха, поступающая в цилиндры} / \text{теоретически необходимое количество воздуха}$.

Таким образом, в стехиометрическом составе λ составляет 1. Обогащение смеси топливом приводит к уменьшению количества воздуха, поступающего в цилиндры и следовательно к уменьшению λ . При обеднении смеси количество воздуха, поступающего в цилиндры увеличивается и величина λ больше 1.

2. Методика диагностики систем двигателя с помощью газоанализатора

2.1. Цель работы: изучить устройство и принцип работы газоанализатора «Инфракар М»; освоить методику использования программы «ИНФРАКАР-ГРАФИЧЕСКИЙ»; изучить методы регулировки CO на автомобиле ВАЗ и ГАЗ с инжекторными двигателями с помощью сканера и газоанализатора; исследовать влияния коэффициента избытка воздуха на



содержание выхлопных газов: исследование влияния оборотов коленчатого вала двигателя на содержание выхлопных газов; исследовать влияние дефектов систем двигателя на содержание выхлопных газов.

2.2. Устройство и принцип работы газоанализатора «Инфракар М»

Газоанализаторы Инфракар М предназначены для измерения объемной доли оксида углерода (CO), углеводородов CH, диоксида углерода (CO₂), кислорода (O₂) в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями.

Коэффициент избытка воздуха лямбда вычисляется прибором по измеренным CO, CH, CO₂ и O₂.

Диапазон измерений: CO от 0 до 7%; CH от 0 до 3000млн⁻¹; CO₂ от 0 до 16%; O₂ от 0 до 21%; коэффициент лямбда от 0 до 2.

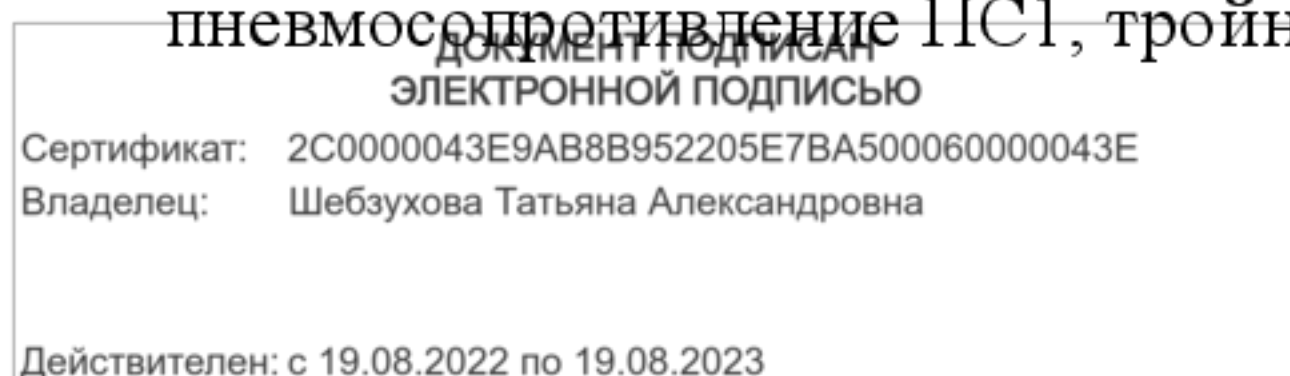
Дополнительно газоанализатор измеряет частоту вращения коленчатого вала двигателя и температуру масла в картере двигателя.

Тахометр с помощью индуктивного датчика подключается к высоковольтному проводу 1-го цилиндра и измеряет частоту вращения коленчатого вала двух и четырехтактных двигателей внутреннего сгорания, с бесконтактной и контактной одноискровой системой зажигания.

Датчик для измерения температуры масла устанавливается в трубку вместо щупа для измерения уровня масла.

Прибор состоит из системы пробоотборника и пробоподготовки, блока измерительного и блока электронного.

Системы пробоотборника и пробоподготовки включают газовый зонд (рис.1), пробоотборный шланг, бензиновый фильтр Ф1, насос выхлопных газов ПРГ1, каплеотбойник СК1, фильтры тонкой очистки Ф2, Ф3, Ф4, кювету А1, датчик кислорода А2, насос продувки воздухом ПРВ1, пневмосопротивление ПС1, тройники ТР1, ТР2, ТР3.



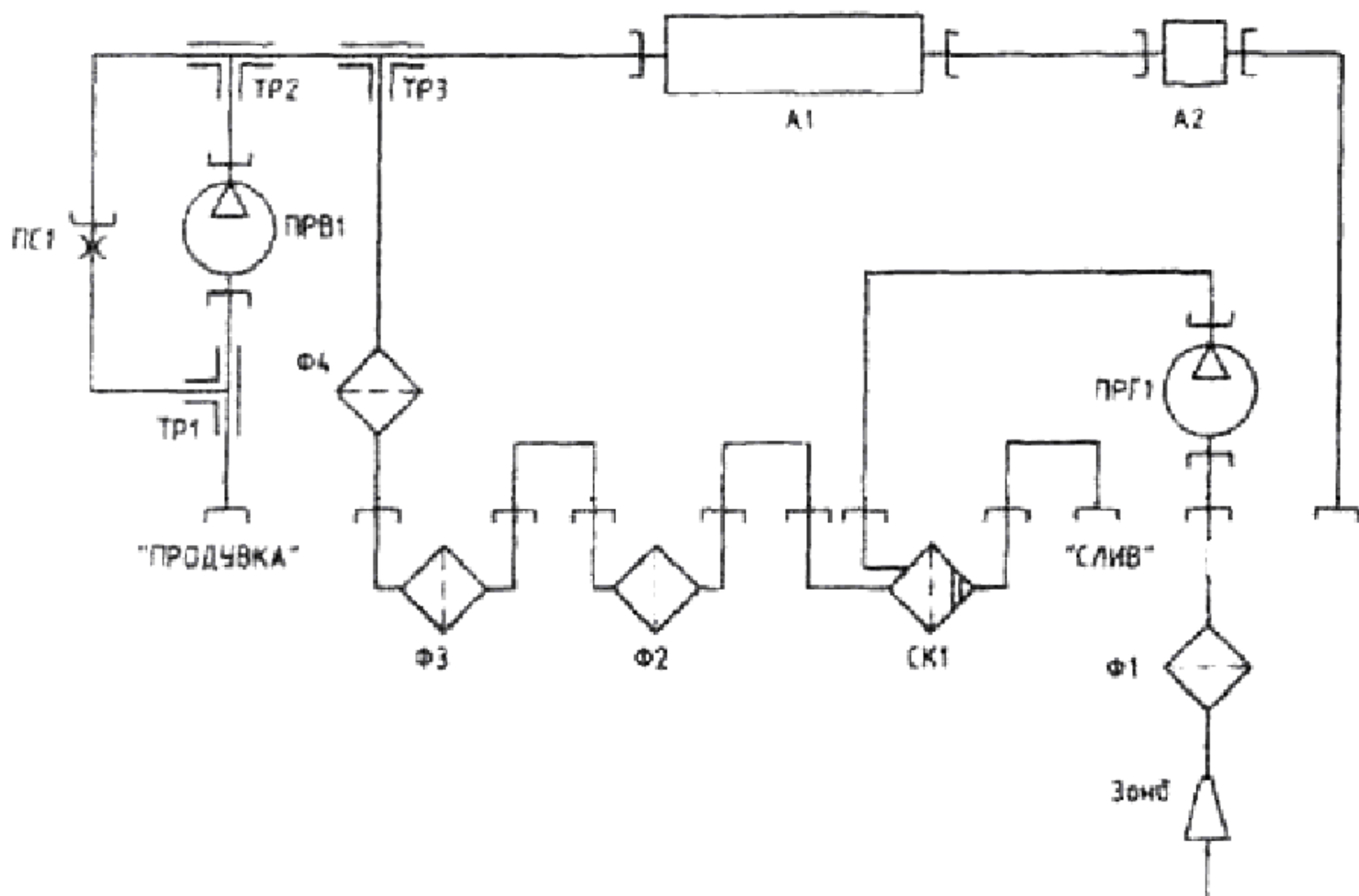


Рис. 1. Схема пневматическая: Φ1 – бензиновый фильтр, ПРГ1- насос выхлопных газов, СК1- каплеотбойник, Φ2, Φ3, Φ4 – фильтры тонкой очистки, А1 – кювета, А2 – датчик кислорода: ПРВ1 – насос продувки воздухом, ПС1 – пневмосопротивление, ТР1, ТР2, ТР3 – тройники.

Каплеотбойник в нижней части соединен со штуцером «слив» для автоматического слива конденсата насосом выхлопных газов.

Анализируемый газ прокачивается насосом через газозаборный зонд, фильтр Φ1 и поступает в сборник конденсата СК1, где происходит отделение влаги от газа. Конденсированная влага автоматически удаляется через

штуцер «СЛИВ». После удаления влаги анализируемый газ очищается от сажи фильтрами тонкой очистки Ф2 и Ф3, проходит через измерительную кювету оптического блока А1, датчик кислорода А2 и через штуцер «ВЫХОД» удаляется из прибора. Для автоматической продувки штуцер забора воздуха соединен через тройник с входом кюветы и вторым побудителем. Нажатие на кнопку «0» приводит к включению насоса продувки ПРВ1 и установлению нулевых показаний.

Принцип действия датчиков объемной доли CO , CO_2 и CH – оптико-абсорбционный, а датчика измерения концентрации кислорода – электрохимический.

Измерительный блок содержит оптический блок, в котором размещен излучатель (рис. 2), измерительная кювета, четыре пироэлектрических приемника излучения, перед которыми размещены интерференционные фильтры. Излучение модулируется обтюратором.

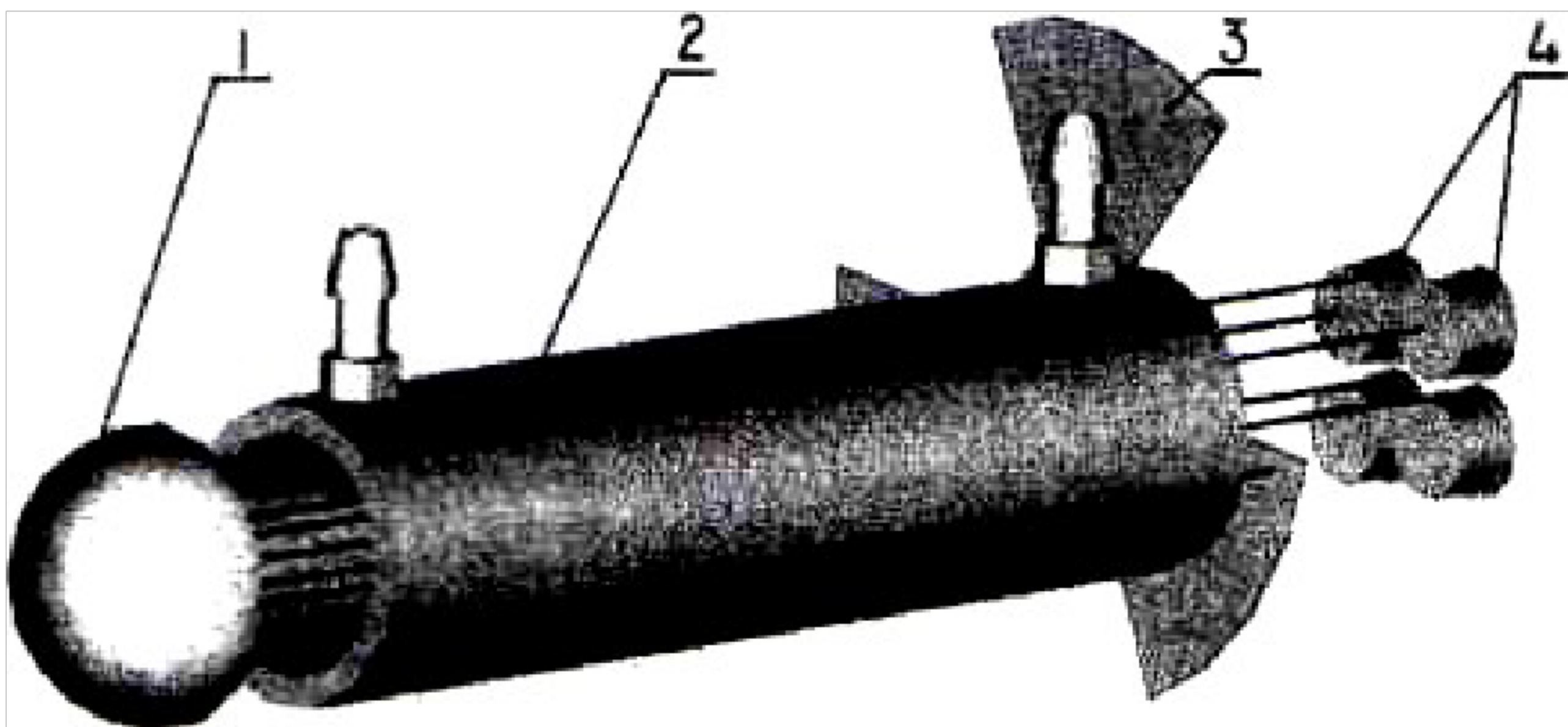


Рис. 2. Схема оптическая: 1 – излучатель, 2 – кювета, 3 – интерференционные фильтры, 4 – приемники излучения..

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Анализируемый газ поступает в измерительную кювету, где определяемые компоненты, взаимодействуя с излучением, вызывают его

поглощение в соответствующих спектральных диапазонах. Потоки излучения характерных областей спектра выделяются интерференционными фильтрами и преобразуются в электрические сигналы, пропорциональные концентрации анализируемых компонентов. Электрохимический датчик при взаимодействии с кислородом выдает сигнал, пропорциональный концентрации кислорода.

Электронный блок прибора предназначен для измерения выходных сигналов датчиков, обработки и представления результатов измерения.

Порядок работы. Работа прибора начинается с его включения выключателем «Сеть» на задней стенке прибора. После включения прибора в течении 5 мин. происходит прогрев, при этом на индикаторах высвечиваются (--), а на индикаторе «лямбда» происходит отчет времени прогрева от 300 до 0 секунд. После прогрева прибора автоматически включается насос продувки датчиков для установления нулевых значений на индикаторах CO, CO₂ и CH. Насос включается на 30 с. На индикаторе O₂ появится цифра, отображающая содержание кислорода в воздухе (примерно 20,86). Далее, если прибор не используется, насос продувки включается автоматически через каждые 15 минут и происходит автопродувка.

Для ручного управления насосом продувки и установки нулевых показаний нажимается и удерживается в течении 2 секунд кнопка «0» (рис.3).

Переключение режимов вычисления параметра «лямбда» для различных видов топлива осуществляется нажатием и удержанием более 4 сек. Кнопки «*». На индикаторе «лямбда» будут высвечиваться названия режимов в порядке «БЕНЗ» - для бензина, «ПРОП» - для смеси пропан-бутан, «П.ГАЗ» - для метана (природный газ).

Если содержание кислорода в смеси превышает 10%, то на индикаторе «лямбда» индицируется измеренная температура масла. При этом датчик должен быть вставлен в картер двигателя через трубку щупа измерения уровня масла.

Для измерения содержания выхлопных газов зонд газоанализатора необходимо установить в выхлопную трубу на глубину не менее 300 мм от среза (до упора) и зафиксировать его зажимом. Включить насос выхлопных газов нажатием кнопки «Насос». Показания следует фиксировать через 40-60 сек после начала измерения.

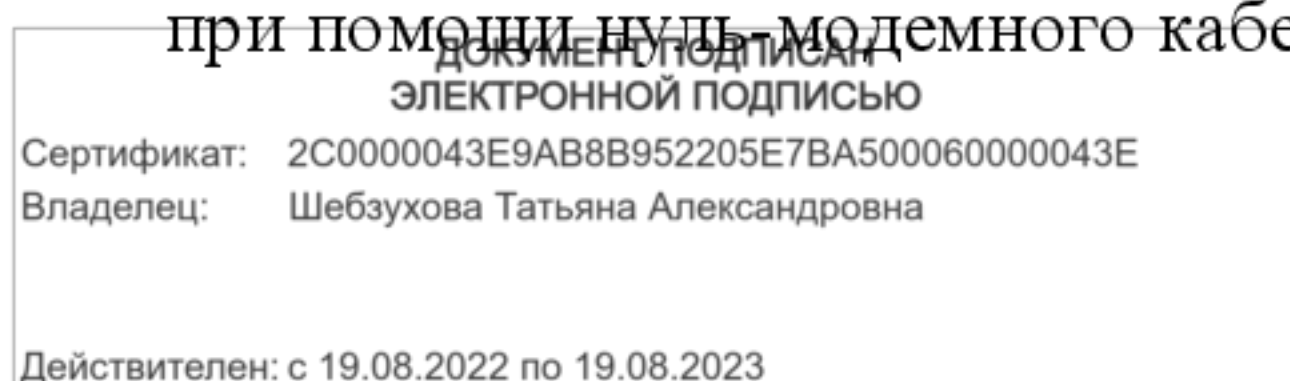
Нажатием кнопки «Печать» производится распечатка измеренных величин с указанием реального времени и информации о владельце прибора. Информация о владельце прибора вводится им в программу, входящую в комплект поставки и передается в прибор через интерфейс RS 232.

2.3. Методика использования программы «ИНФРАКАР-ГРАФИЧЕСКИЙ»

Программа "ИНФРАКАР-ГРАФИЧЕСКИЙ" версии 1.02 предназначена для графического отображения и обработки показаний автомобильных анализаторов выхлопных газов "ИНФРАКАР" всех моделей.

2.3.1. Подключение газоанализатора к компьютеру

Соединить COM-порт компьютера с гнездом RS-232 газоанализатора при помощи нуль-модемного кабеля.



Для отображения показаний газоанализатора предусмотрены режимы "Показания", "Информация" и "Таблица". Эти режимы отображаются иконками в нижнем левом углу окна программы.

В первом случае показания выводятся в отдельные окна с крупными символами рис.4, в остальных - в единую таблицу, рис.5 и 6.

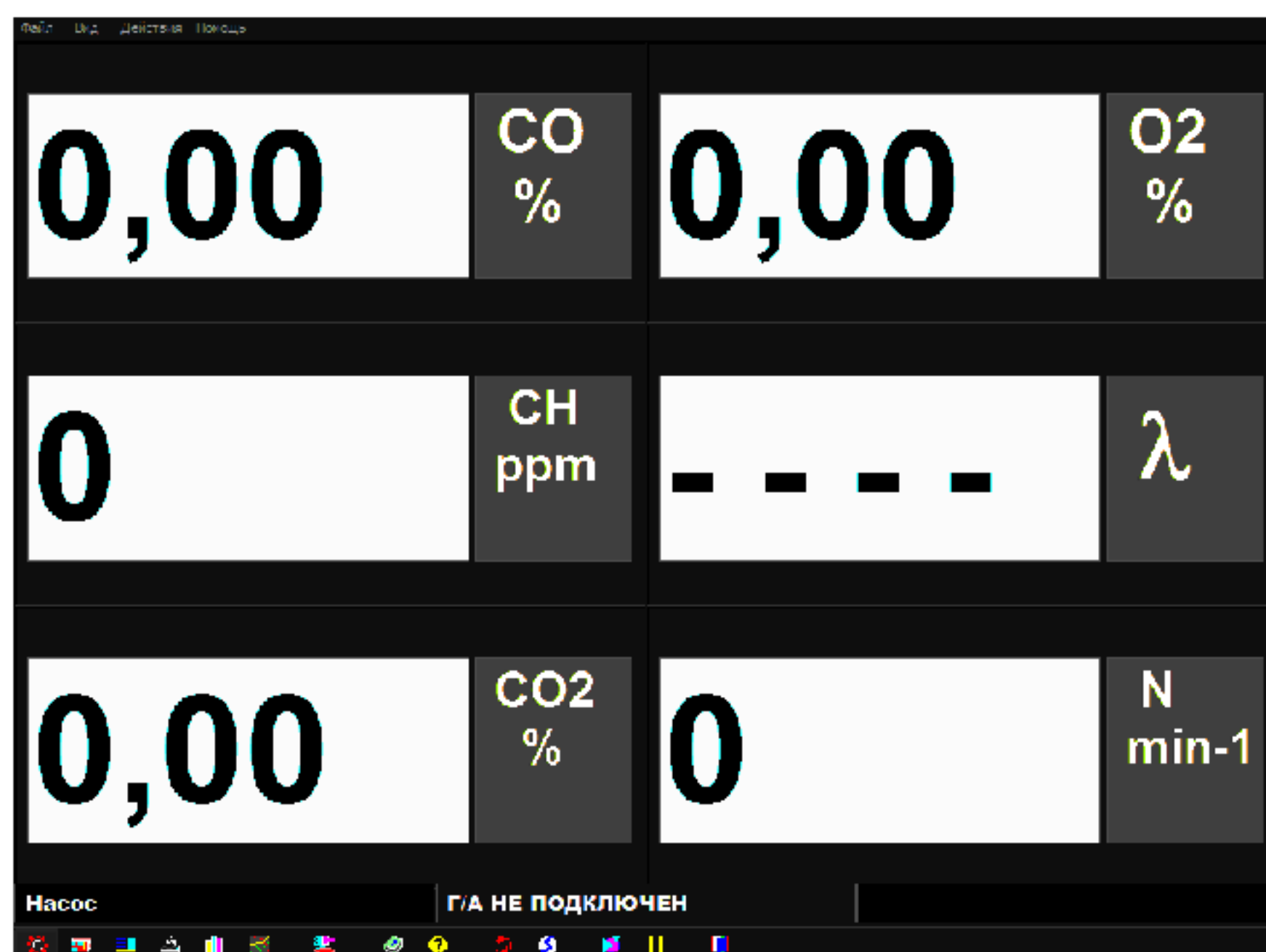


Рис. 4. Окно показаний газоанализатора.

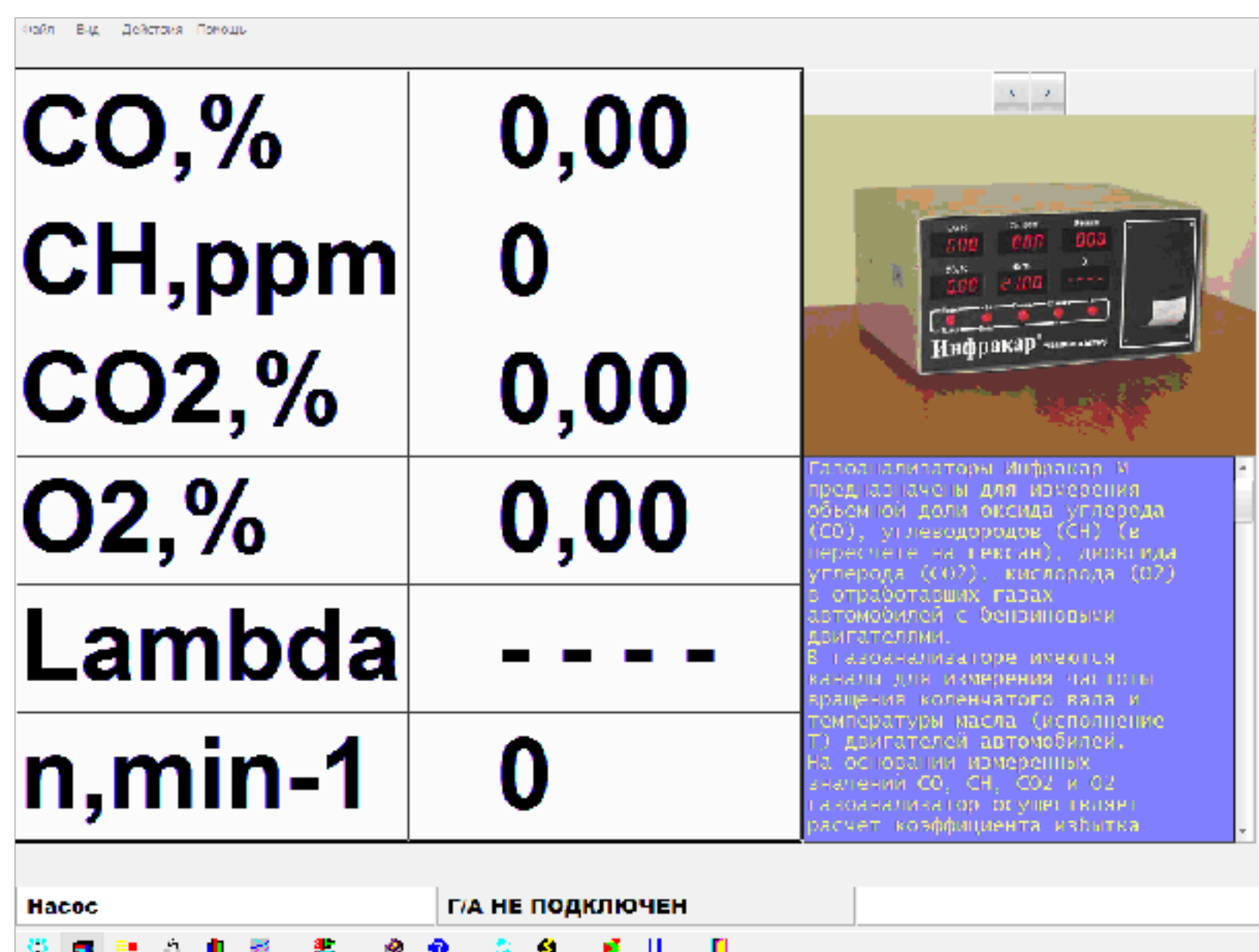


Рис. 5. Окно вывода информации.

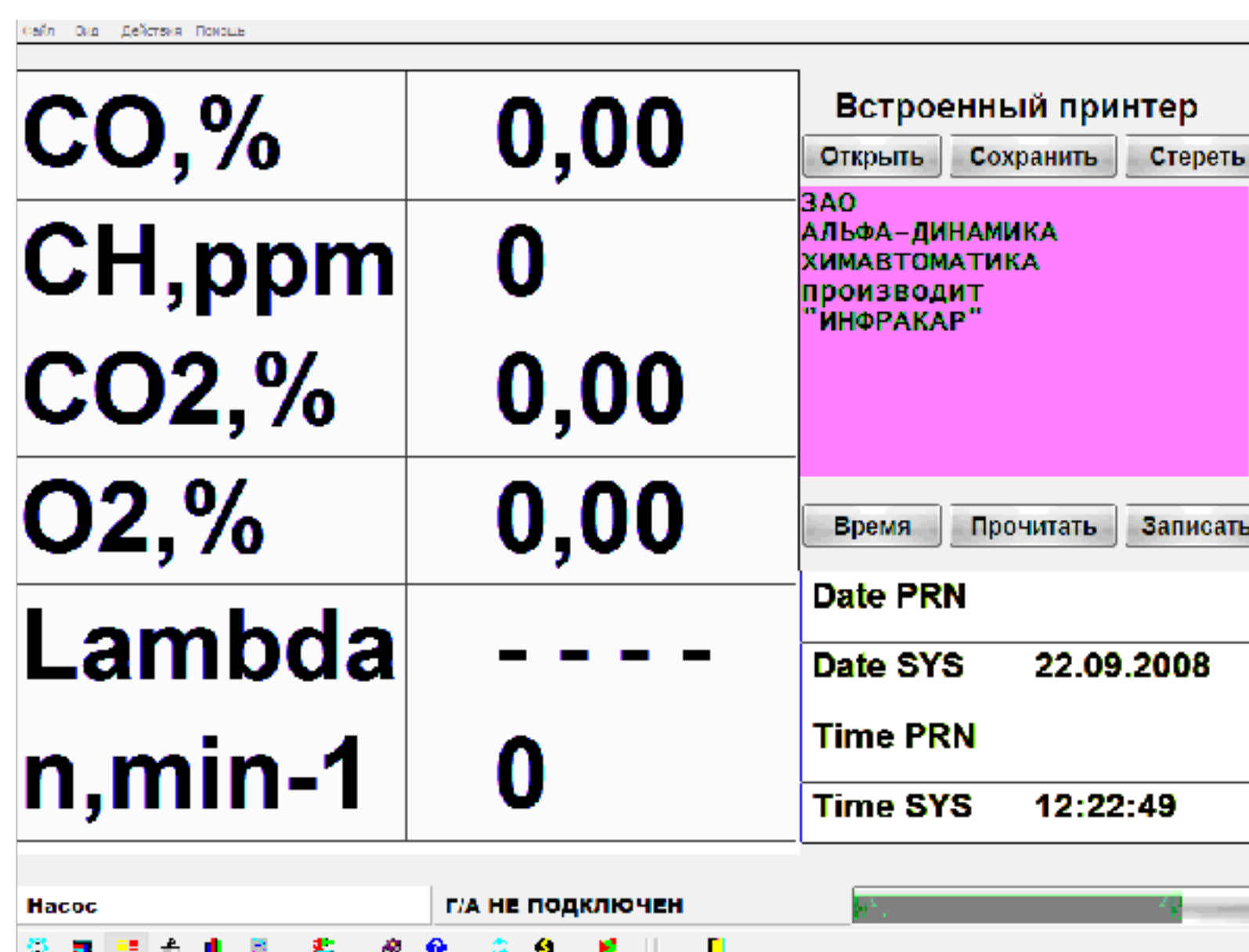


Рис. 6. Окно вывода табличной информации.

Для 4х-компонентных выводятся показания - CO, CH, CO₂, O₂, лямбда и тахометра, а также предусмотрены следующие дополнительные функции:

- Отображение установленного в приборе вида топлива.
- Отображение температуры масла при подключении термозонда.
- Индикация включения насоса и корректировки нуля.

В режиме "Информация", помимо таблицы с показаниями прибора, на экране присутствуют окна с фотографиями и текстом. Они демонстрируют приборы, разрабатываемые и производимые ЗАО "Альфа-динамика ХИМАВТОМАТИКА". Для просмотра можно воспользоваться кнопками "прокрутка информации" над фотографией. При достижении связи с прибором программа определяет его тип и выводит относящуюся к нему информацию. Файлы хранятся в папке "Info".

Кнопка (Связь) осуществляет соединение с прибором. Кнопкой (Насос) можно включать/выключать насос в приборе. Кнопка (Стоп/Пуск) позволяет останавливать опрос, например, чтобы просмотреть эти же данные в других режимах или занести их в отчет. Кнопка (ДЕМО) позволяет познакомиться с

работой программы, не подключая к компьютеру прибор.

1. Владелец,
2. Марка,
3. VIN.

Для хранения файлов-отчетов программа создает папку "Text". По умолчанию имена файлов получаются из номера автомобиля, "2-й характеристики", месяца и числа.

В режиме «Диаграмма» в окне отображаются показания газоанализатора в виде вертикальных столбиков (рис.8).

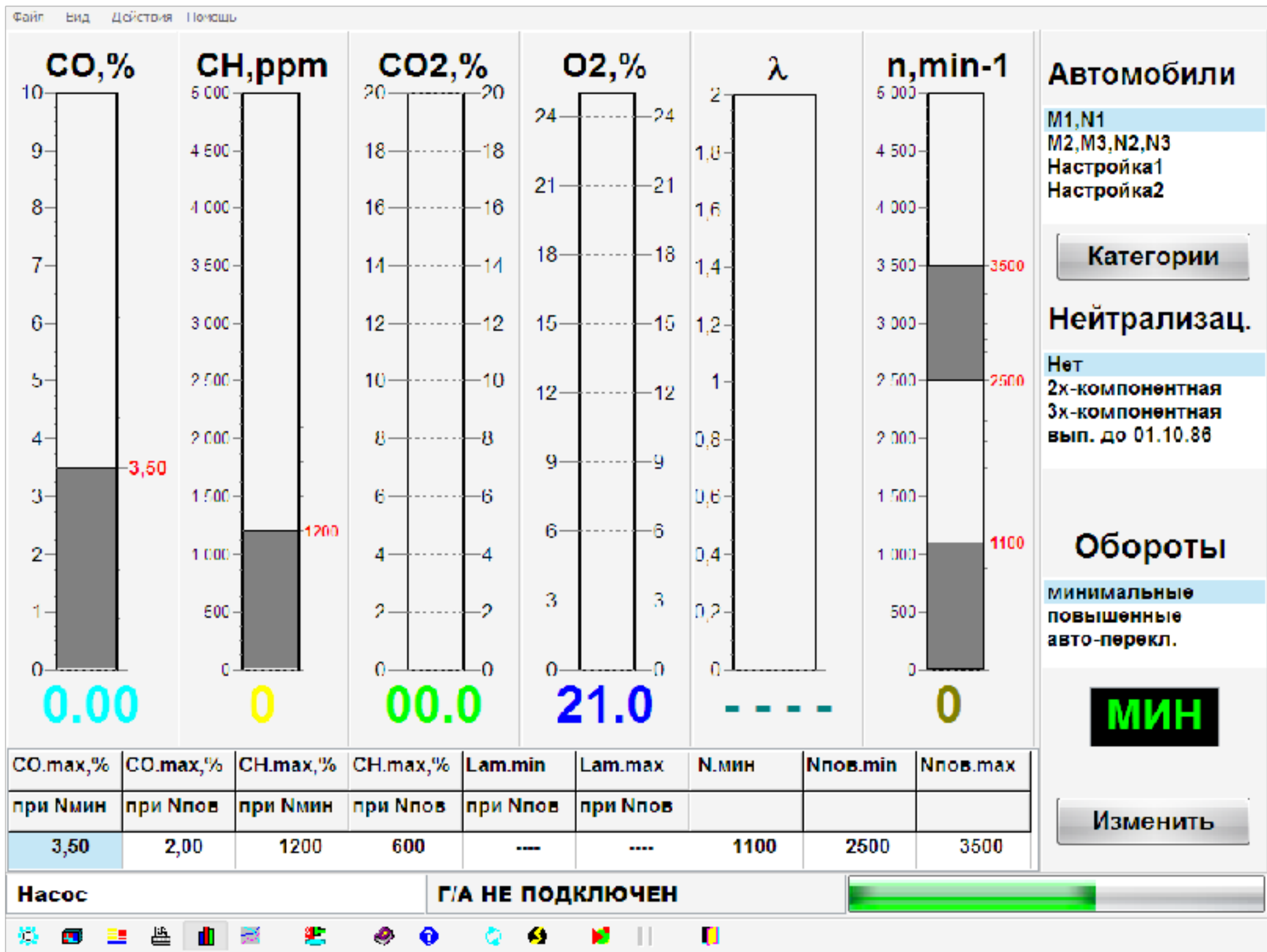


Рис. 8. Окно вывода информации в виде столбцов.

Цвет, соответствующий каждому газу для диаграмм и графиков, можно выбрать в "Опциях" (рис. 9). Для этого необходимо выбрать режим «Вид» на панели управления (верхний левый угол).

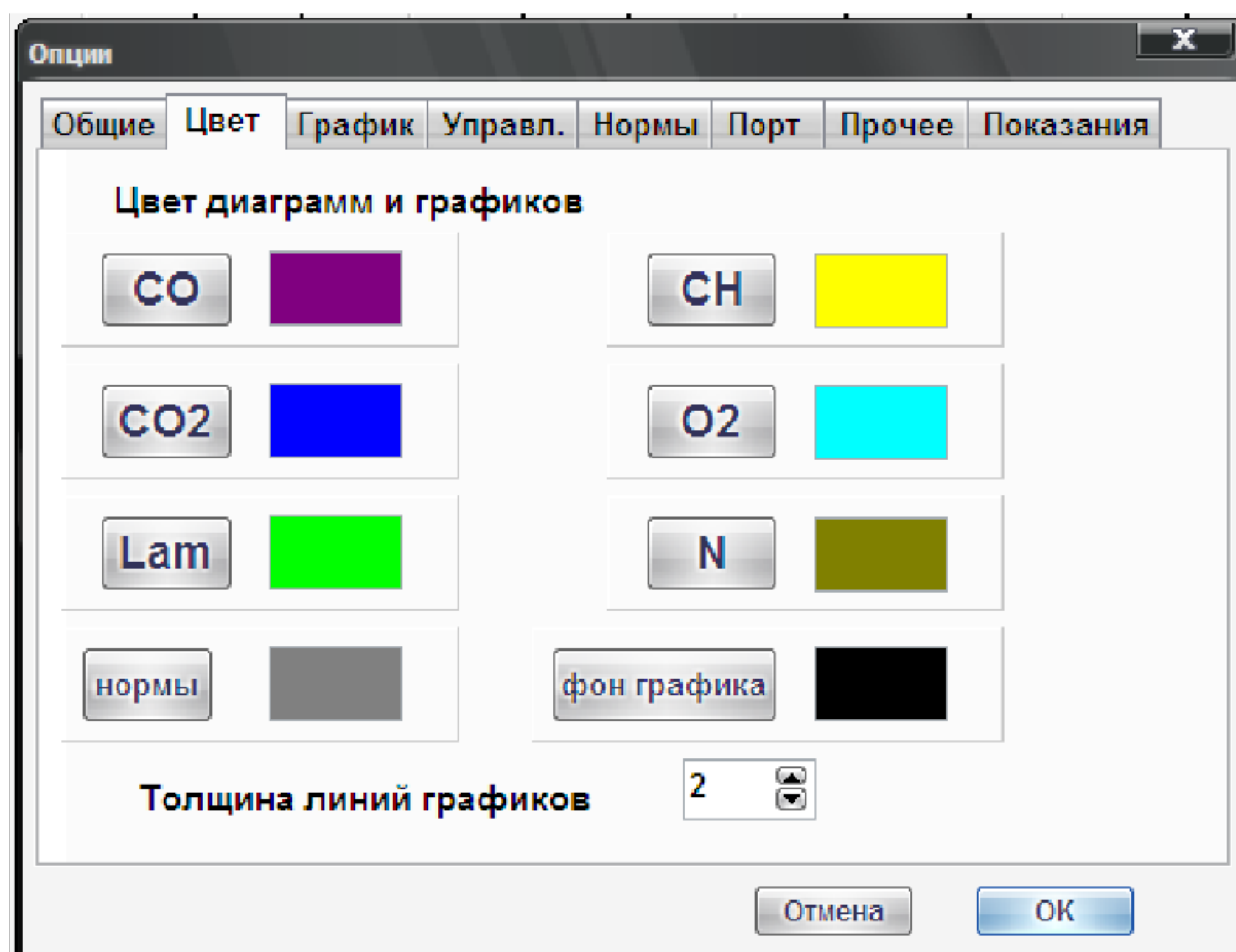


Рис. 9. Окно опций настройки программы.

Также на диаграммах показаны нормы в виде диапазонов, выделенных цветом, с указанием численных значений границ.

Ниже диаграмм расположена таблица, в которой отображен полный набор норм для конкретной категории автомобилей с конкретной системой нейтрализации отработанных газов. Категорию можно выбрать в окне "Автомобили" или более подробно - нажав кнопку (Категории), рис. 10.

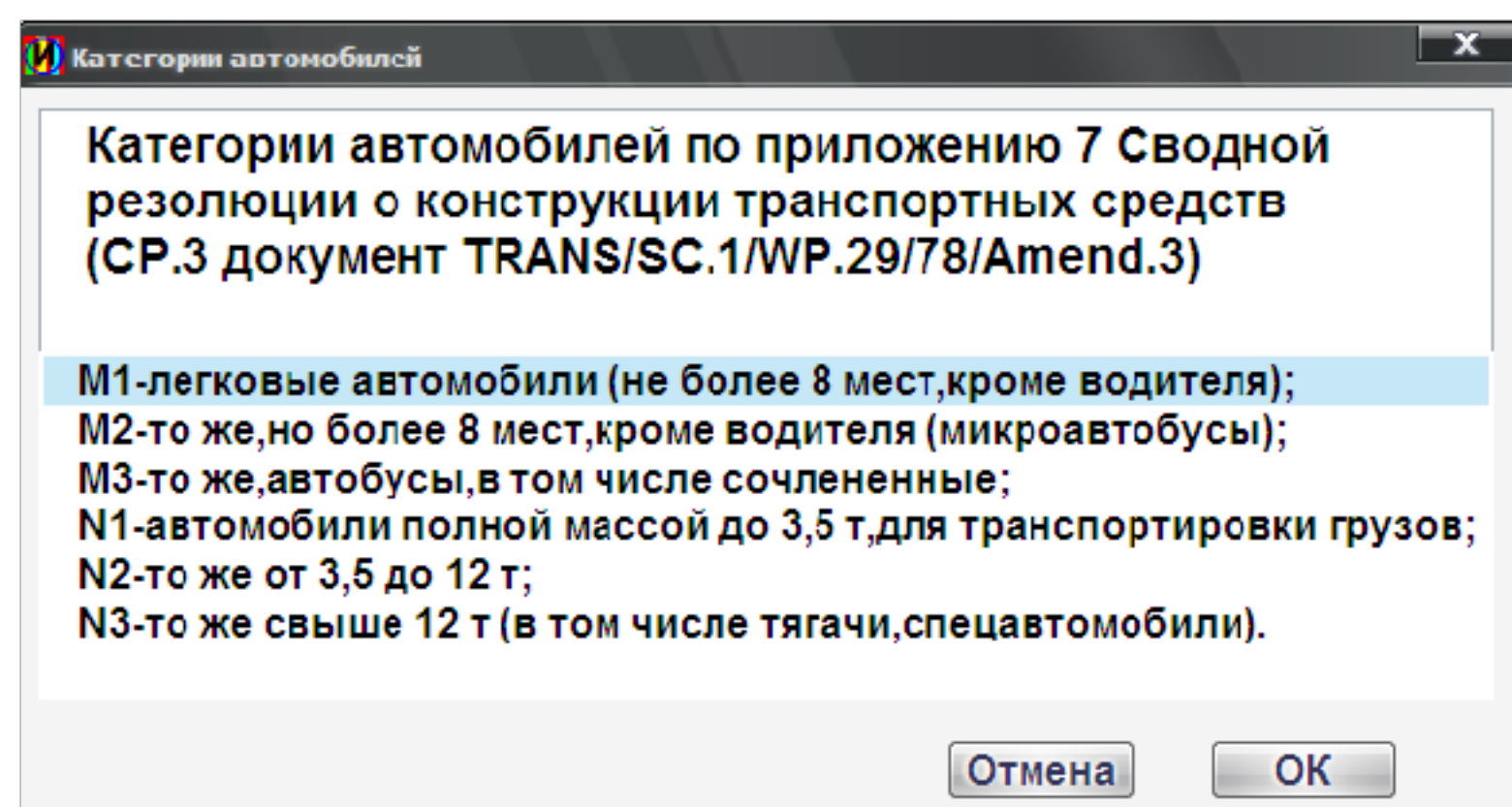


Рис. 10. Окно категории автомобилей.

Систему нейтрализации можно выбрать в окне "Нейтрализация". На диаграммах отображаются нормы, соответствующие минимальным либо повышенным оборотам двигателя. Переключение осуществляется в окне "Обороты". Там же можно выбрать пункт "авто-переключение", в результате набор норм на диаграммах будет переключаться в зависимости от высоты столбика, показывающего обороты двигателя. В окне ниже видно, для каких оборотов показаны нормы в данный момент.

Для отображения показаний газоанализатора в виде графика используется режим «График». Записью графика можно управлять кнопкой (Запись/Остановить), при повторном нажатии кнопки (Запись) запись продолжается с точки остановки. Для очистки поля графика есть кнопка (Стереть), рис. 11.

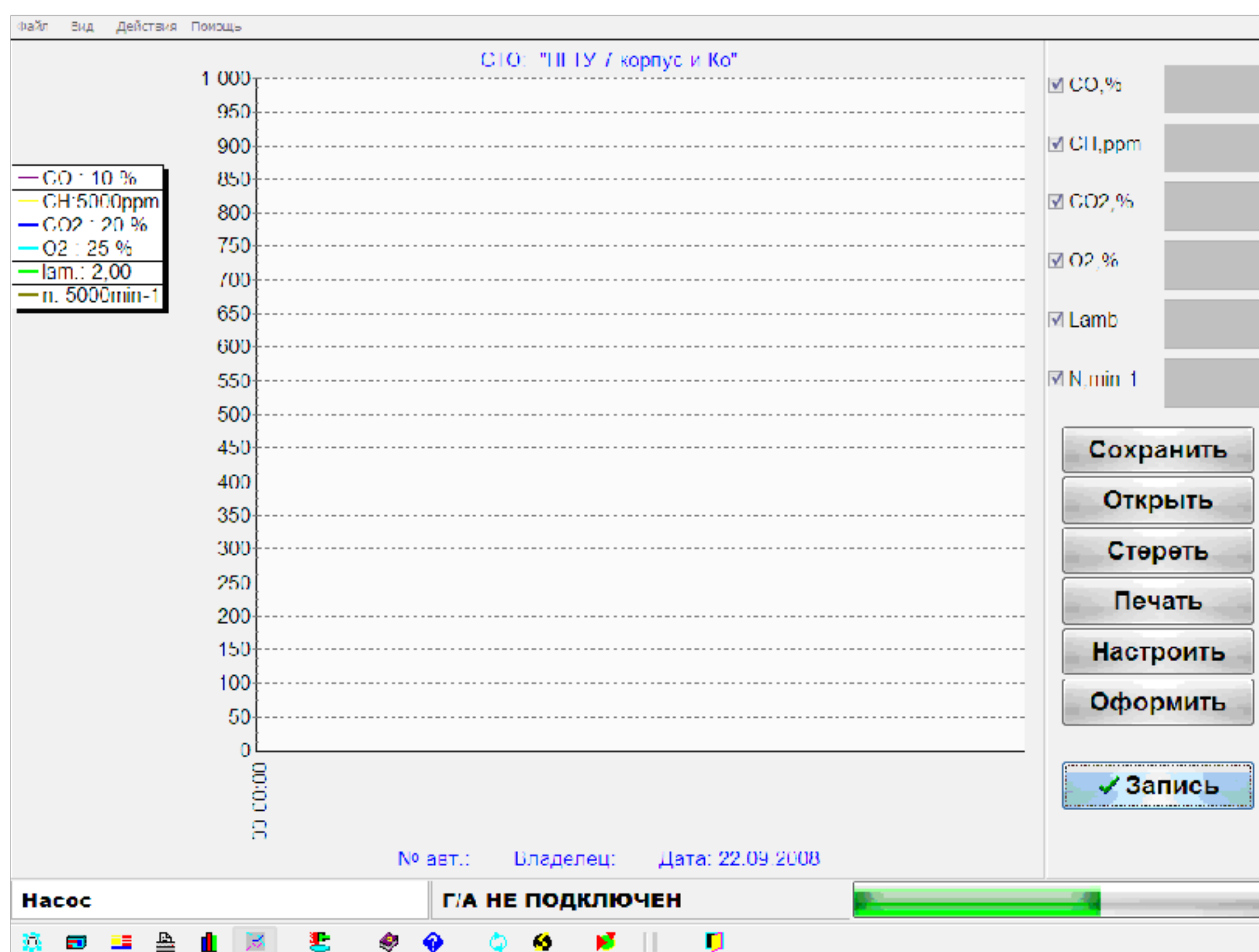


Рис. 11. Окно отображения графиков.

Кроме того, в "Опциях" есть пункт "Включать запись графика при достижении связи с прибором". Запись продолжается вне зависимости от работы Таблицы, Отчета и Диаграммы, в т.ч. когда графика не видно.

На графике отображаются все показания прибора, а в численной форме - в правом верхнем углу. Там же предусмотрена возможность отключать вывод отдельных графиков (но запись их продолжается).

Слева выводится легенда, в которой, помимо прочего, указаны верхние границы шкалы. Можно менять верхние границы для каждого графика в (Опциях) - "Управление", попасть туда можно щелчком мыши на легенде. Отключать легенду, изменять цвет графиков и фона, а также толщину линий можно в Опциях. По горизонтальной оси откладываются метки времени. В поле графика выводится текстовая информация, внесенная в полях, открываемых кнопкой (Оформить) или клавишей F10, а также текущая дата.

График может быть во много раз шире экрана. Для его просмотра надо захватить поле графика правой кнопкой мыши и протянуть влево или вправо.

Щелчок левой кнопкой мыши в поле графика (при остановленной записи) приводит к отображению значений показаний в этой точке в численном виде.

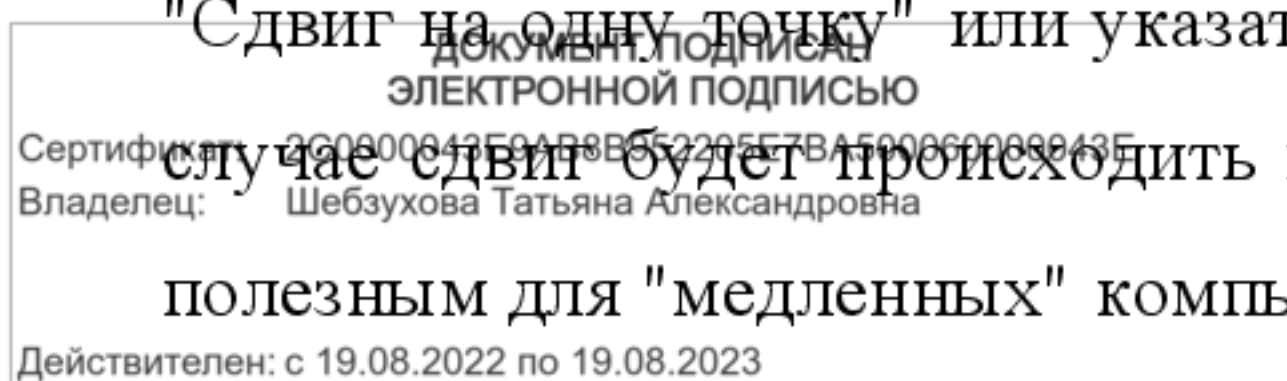
Видимая часть графика может быть выведена на печать (на это время цвет фона переключается на белый) или сохранена в графических файлах (*.bmp-в точечной форме, *.emf-в векторной).

Весь график вместе с текстовой информацией может быть Сохранен/Открыт в специальных файлах данных (*.dan). После открытия его запись можно продолжить. Помимо этого возможно создание текстового файла со значениями всех точек для последующей обработки, например, в Excel. Файлы сохраняются по умолчанию в папке Graph с именами, состоящими из № автомобиля, месяца, числа и времени.

В "Опциях" есть пункт "Точек времени на экране". Параметр позволяет изменять масштаб изображения по оси времени. За 10% до края поля график начинает сдвигаться влево, освобождая место для новых точек. Можно задать

"Сдвиг на одну точку" или указать величину сдвига в % экрана. В последнем случае сдвиг будет происходить периодически, рывком, что может оказаться

полезным для "медленных" компьютеров.



"Интервал заполнения графика" определяет время между записью соседних точек. "Всего точек времени" накладывает ограничение на размер всего графика. На основании этих двух параметров программа показывает максимальный размер файла данных (*.dan) и время его заполнения. Можно выбрать "По заполнении всего графика:"

1. Сдвигать график, стирая начало.
2. Останавливать запись с сообщением.

В первом случае сдвиг и стирание будут происходить на ту же величину, что и сдвиг в пределах экрана. Таким образом, заполнение графика идет в три стадии:

1. Запись в пределах экрана, до величины ("Точек времени на экране" - 10%).
2. Сдвиг за пределы экрана, до величины "Всего точек времени".
3. Сдвиг со стиранием начала - до бесконечности.

2.4. Регулировка СО на автомобиле ВАЗ и ГАЗ с инжекторными двигателями с помощью сканера и газоанализатора

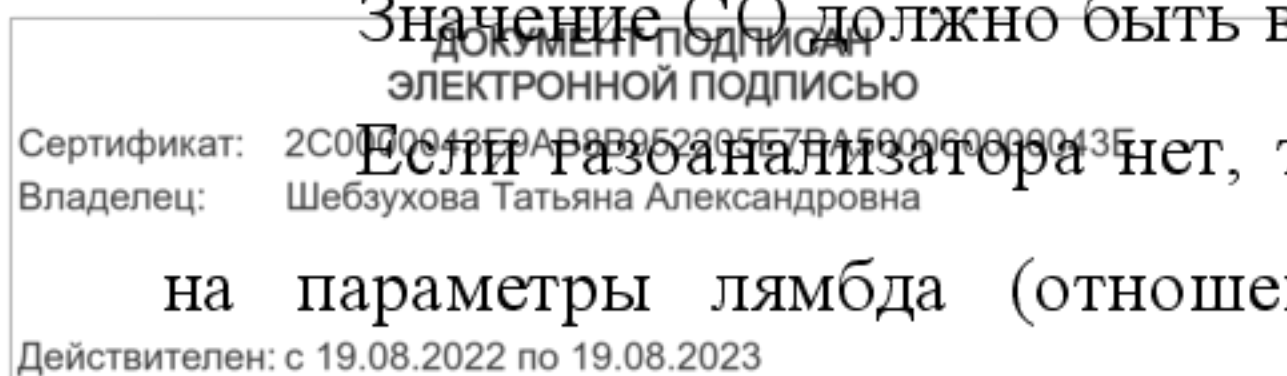
2.4.1. Регулировка СО на автомобиле ВАЗ

Регулировка СО на автомобиле проводится после проверки давления топлива в системе, очистке свечей зажигания и установки зазора на электродах свечей зажигания.

Регулировка СО проводится путем изменения коэффициента коррекции топливоподачи на холостом ходу и малых нагрузках. Заводская установка RCO соответствует – 0,004. Увеличение RCO в плюс приводит к увеличению топливоподачи и СО возрастает и наоборот уменьшение в минус - уменьшает.

Значение СО должно быть в пределах 0,6-0,9 %.

Если газоанализатора нет, то можно приблизительно ориентироваться на параметры лямбда (отношение воздух/топливо $\lambda_{\text{FAVAL}}=1,020-1,023$),



параметры JQT (часовой расход топлива) = 0,7 л/час и INJ (время впрыска) = 2,0 – 2,2 мсек.

Если установить нормативное значение СО получается только при установке RCO близким к своим граничным значениям (-0,250 или +0,250), то скорее всего ДМРВ потерял свою чувствительность.

По работе системы зажигания (автоматическая установка УОЗ на холостом ходу) можно судить о стабильности работы системы и двигателя в целом. Если УОЗ имеет частые отклонения от своего среднего положения более 4 гр. п.к.в., то это говорит о нестабильности рабочего процесса в цилиндрах двигателя. Нужно выставить коэффициент RCO таким, чтобы, с одной стороны, время открытия форсунки было минимальным, а с другой, добиться стабильности параметра угла опережения зажигания.

В отдельных случаях можно вернуть на автомобиль СО-потенциометр. На ЭБУ без катализатора 44 контакт связан с колодкой диагностики и его соединяют с СО-потенциометром. Другой провод с СО-потенциометра соединяют с массой.

2.4.2. Регулировка СО на автомобиле ГАЗ

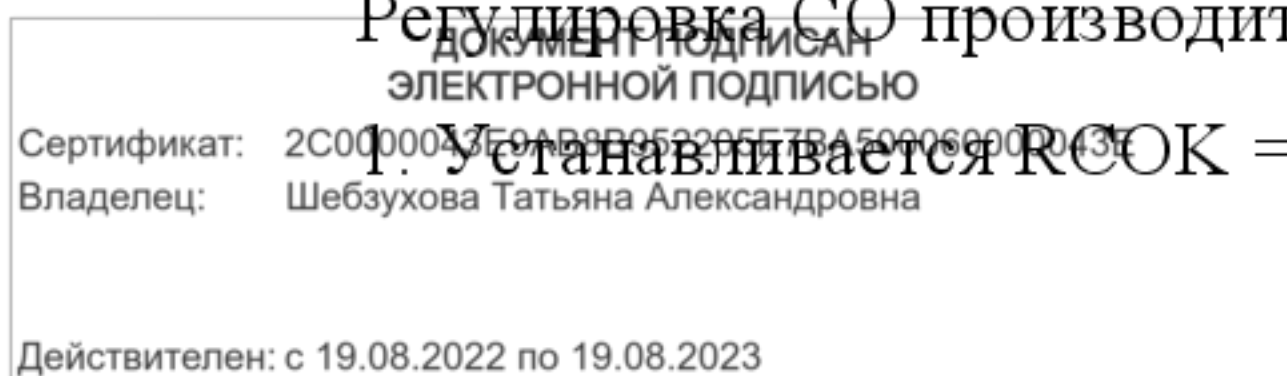
Регулировка СО производится изменением параметров RCOD и RCOK.

RCOD – коэффициент коррекции СО на холостом ходу. Отражает величину сигнала с потенциометра, преобразованную в смещение относительно нуля. Коэффициент RCOD изменяется в пределах от -0,05 до +0,05.

RCOK- коэффициент коррекции топливоподачи. Коэффициент служит для компенсации отклонений параметров двигателя и автомобиля, вызванных факторами, которые не определяются блоком управления; например загрязнение топливных форсунок.

Регулировка СО производится в следующей последовательности:

1. Устанавливается RCOK = 0.



2. Путем изменения коэффициент RCOD выставляется содержание СО на «холостом» ходу 0,8%-1,0%.

Для ДМРВ проволочного типа RCOD изменяется вращением винта на корпусе, а для ДМРВ пленочного типа – сканером. Содержание СО контролируется газоанализатором.

3. С помощью сканера, войти в режим управления РДВ и установить устанавливают частоту вращения коленчатого вала на «холостом» ходу 2000 об/мин.. Содержание СО при этом должно снизиться примерно до 0,2-0,3 %.

4. Увеличивается постепенно значение параметра RCOК до такой величины, при которой СО будет равно 3,0÷3,5 %. При этом частота вращения может измениться, но это не имеет значения.

5. Сбрасываются обороты до 880 об/мин и уменьшается значение RCOК на 0,10÷0,12 затем полученную величину вводят в долговременную память ЭБУ.

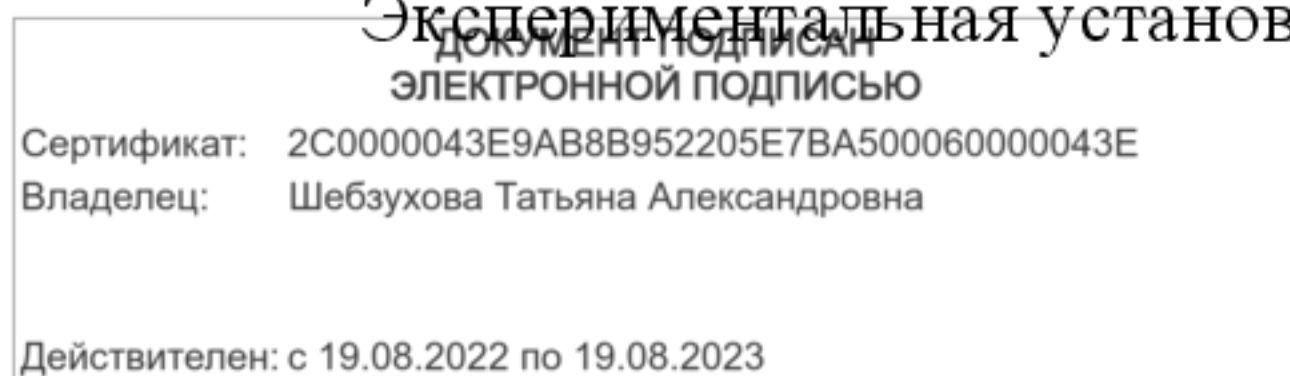
6. С помощью коэффициента RCOD устанавливаем СО = 0,8%-1,0%. При этом коэффициент лямбда должен находиться в пределах VALF=1,02-1,03, а часовой расход топлива JQT = 1,2 л/час.

7. Проверяется содержание СО при нажатой педали акселератора на оборотах коленчатого вала 3000 об/мин. Концентрация СО должна упасть с исходного уровня 0,8%-1,0% до 0,2%-0,3%. При этом СН должно быть 200-300 ppm.

2.5. Исследование влияния коэффициента избытка воздуха на содержание выхлопных газов

Эксперименты проводятся на инжекторных двигателях ВАЗ или ГАЗ без кислородного датчика и катализатора. При этом появляется возможность изменять коэффициент коррекции топливоподачи с помощью сканера и тем самым изменять содержание выхлопных газов.

Экспериментальная установка представлена на рис. 12.



содержание CO_2 достигает максимальных значений (14,0- 14,5 %), а содержание кислорода в выхлопных газах примерно 1,0-1,5%.

Эмиссия NO_x при $\lambda = 1,05-1,1$ имеет свое максимальное значение и снижается как в богатой, так и в бедной областях. Это связано с температурой в камере сгорания, которая имеет максимальное значение вокруг $\lambda = 1$ и снижается в обе стороны.

Если содержание CO выше нормы, то смесь называют «богатой», а если ниже нормы – «бедной».

Окислы углеродов образуются в процессе сгорания топлива при недостатке воздуха, т.е. при богатой смеси ($\text{CO} > 1,5\%$ и $\lambda < 1$), когда подается слишком много топлива. Завышенное содержание CO на холостом ходе приводит к перерасходу топлива и провалу в начале движения дроссельной заслонки. При обогащении смеси содержание кислорода O_2 существенно снижается и становится меньше 1%, так как он весь практически без остатка участвует в окислении топлива, т.е. в его сгорании.

Причинами повышенного содержания CO могут быть неверные показания датчика массового расхода воздуха (ДМРВ), датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) или датчика кислорода, повышенное давление топлива, неверная регулировка топливной системы и др.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

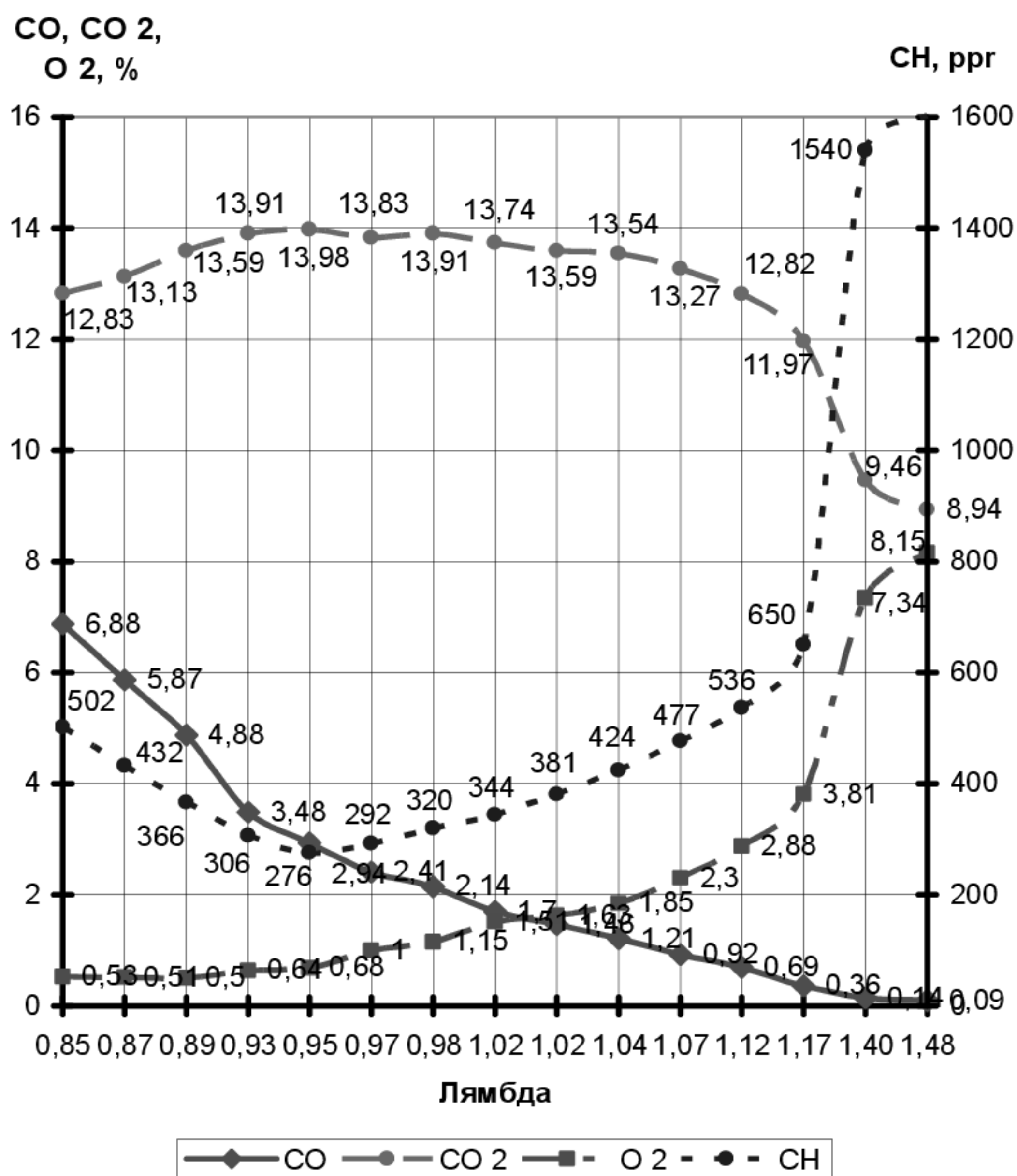


Рис. 13. Зависимость содержания основных компонентов отработавших газов от состава смеси λ .

В области $\lambda=1$ количество выбросов CO зависит от качества приготовления топливной смеси (однородности) и равномерности ее распределения.

В отличие от CH, CO образуется только в результате сгорания. Например, отсутствие искры вызывает повышенное содержание CH, но так как не было сгорания CO в выхлопных газах не будет.

Недостаток воздуха, как и у (CO), приводит к неполному сгоранию бензина, а следовательно к повышенному содержанию CH.

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0900043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание углеводородов СН в выхлопных газах показывает качество сгорания топливной смеси. Чем полнее сгорает бензин, тем ниже содержание СН. Любое отклонение по составу топливной смеси приводит к увеличению содержания несгоревших углеводородов. При излишне "богатой" смеси (высокое СО) скорость её горения замедляется. Часть топлива до начала открывания выпускных клапанов не успевает сгореть и выбрасывается в выхлопную трубу.

Заниженное значение СО (бедная смесь, газоанализатор покажет $CO < 0,3\%$ и $\lambda > 1$) вызывает "вялый" разгон, начальный провал. При этом воспламенение и горение горючей смеси в цилиндрах происходит без «пропусков», и содержание несгоревшего топлива в отработавших газах, т.е. СН минимально (100 – 150 ppm), так как отсутствуют пропуски зажигания.

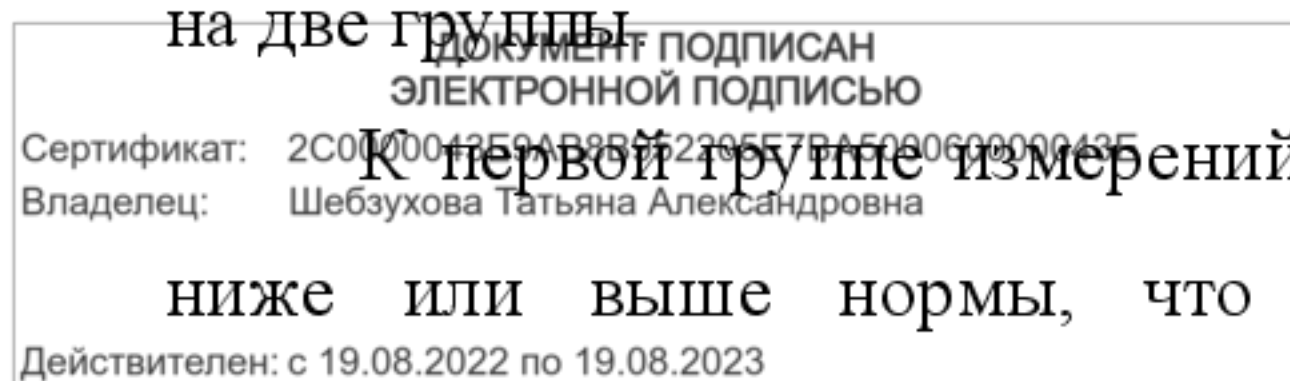
Значительное обеднение смеси ($CO < 0,1\%$) приводит к появлению пропусков воспламенения, которое сопровождается резким ростом содержания СН в отработавших газах и, следовательно, перерасходом топлива.. Содержание кислорода (O_2) вследствие уменьшения количества нормально сгоревшего топлива растёт. При этом содержание СО уже практически не изменяется, а содержание CO_2 падает вследствие «разбавления» избыточным количеством воздуха.

Причинами бедной смеси могут быть низкое давление топлива, неверные показания ДМРВ, кислородного датчика, неверная регулировка топливоподачи.

При «бедной» смеси повышается вероятность детонации, так как происходит перегрев двигателя из-за высокой скорости сгорания топлива. Повышенное содержание кислорода и одновременно низкое значение СО в выхлопных газах – это индикатор работы на обедненной смеси.

Результаты измерений содержания выхлопных газов можно разделить на две группы:

К первой группе измерений можно отнести результаты, в которых СО ниже или выше нормы, что приводит к повышенному содержанию

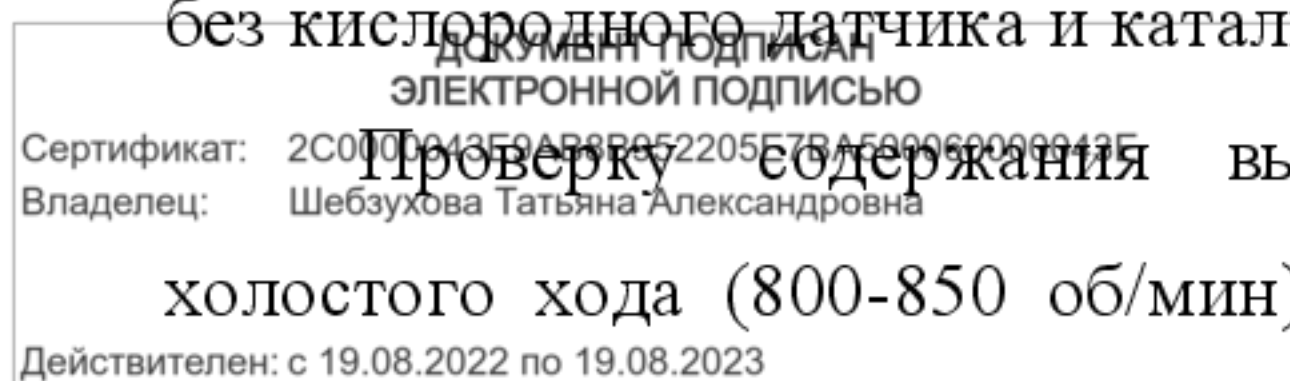


углеводородов, но не очень высокому, примерно до 300 – 700 ppm. В этом случае соотношение CO и CH соответствуют графику (рис.13.), т. е. смесь или бедная, или богатая. Причинами неисправности могут быть: неправильная регулировки CO (на автомобилях без нейтрализатора); неисправность топливной системы, например, из-за повышенного или пониженного давления в топливной магистрали; неисправность датчиков СУД, например, датчика массового расхода воздуха (ДМРВ), датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) или датчика кислорода.

Ко второй группе измерений можно отнести результаты, в которых CO не отклоняется или незначительно отклоняется от нормы, а содержание углеводородов CH резко возрастает. В этом случае, признаки богатой или бедной смеси отсутствуют и как правило система управления не виновата. Это наиболее сложный случай для диагностики, так как причин возникновения неисправности много: пропуски искрообразования, например из-за неисправных свечей зажигания и высоковольтных проводов; нарушение установки момента зажигания; нарушение фаз газораспределения; неправильные зазоры в клапанах; низкая компрессия в цилиндрах или в одном из цилиндров двигателя; не плотности в клапанах; подсос воздуха во впускном коллекторе; плохой распыл топлива форсунками; неисправность выхлопной системы, например, забит нейтрализатор; попадание в камеру сгорания большого количества масла, например, через сальники клапанов или из-за неисправности цилиндропоршневой группы (выброс через систему вентиляции двигателя). Выброс через неисправный клапан адсорбера.

2.6. Исследование влияния оборотов коленчатого вала двигателя на содержание выхлопных газов

Эксперименты проводятся на инжекторных двигателях ВАЗ или ГАЗ без кислородного датчика и катализатора.



Проверку содержания выхлопных газов проводят на оборотах холостого хода (800-850 об/мин) и на повышенных оборотах коленчатого

вала двигателя (2500-3000 об/мин). Диагност должен понимать разницу в содержании компонентов выхлопных газов на этих режимах.

При проведении эксперимента изменяется частота вращения коленчатого вала двигателя с шагом 400 об/мин в диапазоне значений от 840 до 3200 об/мин. При фиксированных значениях частоты вращения коленчатого вала двигателя с использованием четырех компонентного газоанализатора «Инфракар М» измеряются значения компонентов выхлопных газов CO, CO₂, O₂, CH. Полученные значения записываются в таблицу. Для записи показаний может также использоваться программа "ИНФРАКАР-ГРАФИЧЕСКИЙ" в режиме построения графиков (рис. 14).

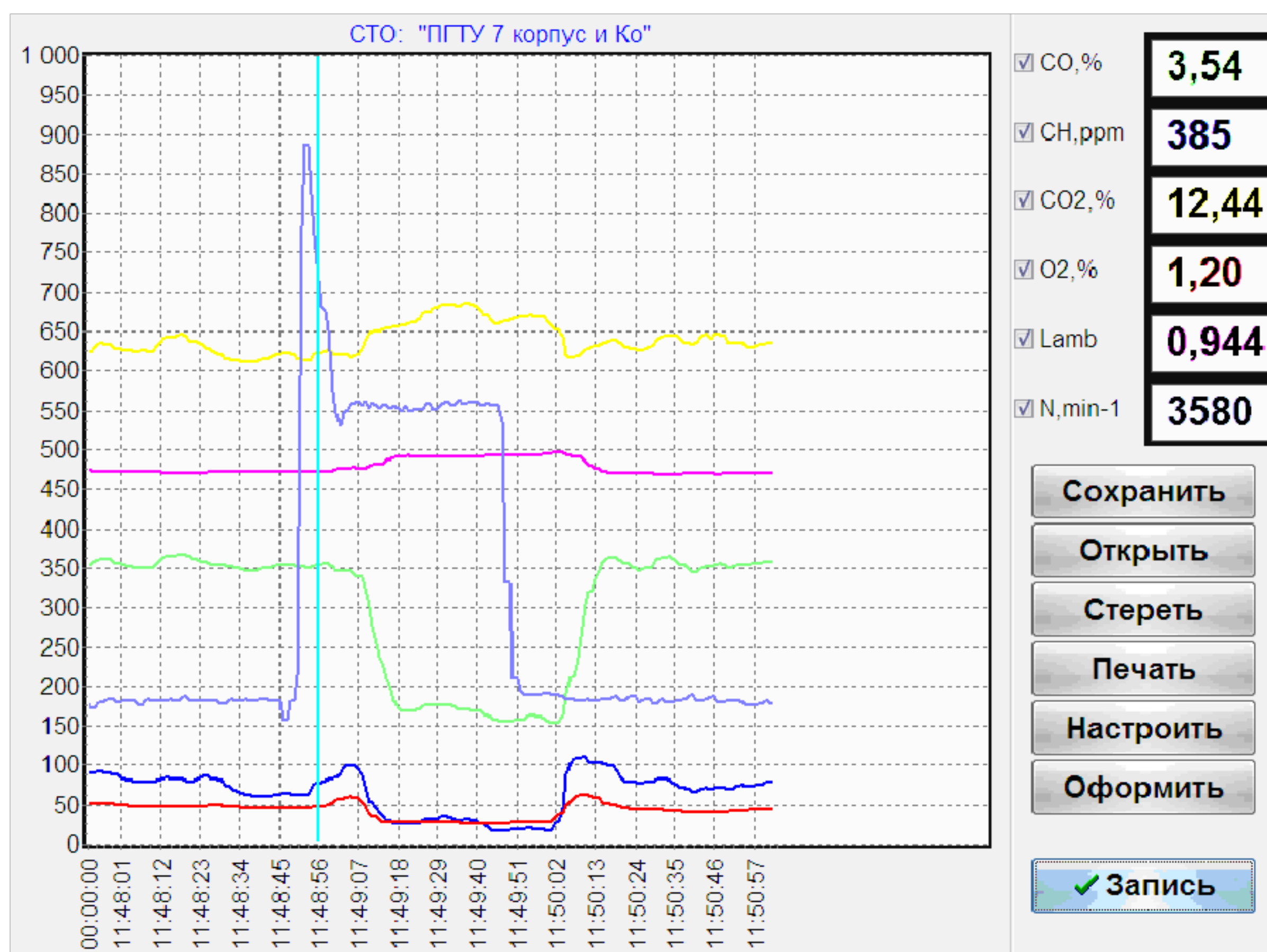


Рис. 14. Запись показаний газоанализатора.

Считывание данных с графика производится путем перемещения с помощью курсора красного визира. При этом в правом верхнем ряду окна отображаются значения измеряемых параметров.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

На основе результатов эксперимента строится график зависимости компонентов выхлопных газов CO , CO_2 , O_2 , CH от частоты вращения коленчатого. В качестве примера на рисунке 15 приведена зависимость содержания CO и CH в отработавших газах для двигателя автомобиля ВАЗ 2110 от частоты вращения коленчатого.

Из рисунка 15 видно, что по мере увеличения частоты вращения коленчатого вала начинает плавно падать, достигая 0,2-0,3% на высокой частоте вращения. При этом CH плавно падает с исходного уровня, не превышающего 200 – 350 ppm. Это объясняется повышением температуры в камере сгорания из-за увеличения нагрузки.

Двигатель с приведенным характером изменения содержания CO и CH на холостом ходу при условии правильной установки угла опережения зажигания будет обеспечивать одновременно высокую мощность и низкий расход топлива.

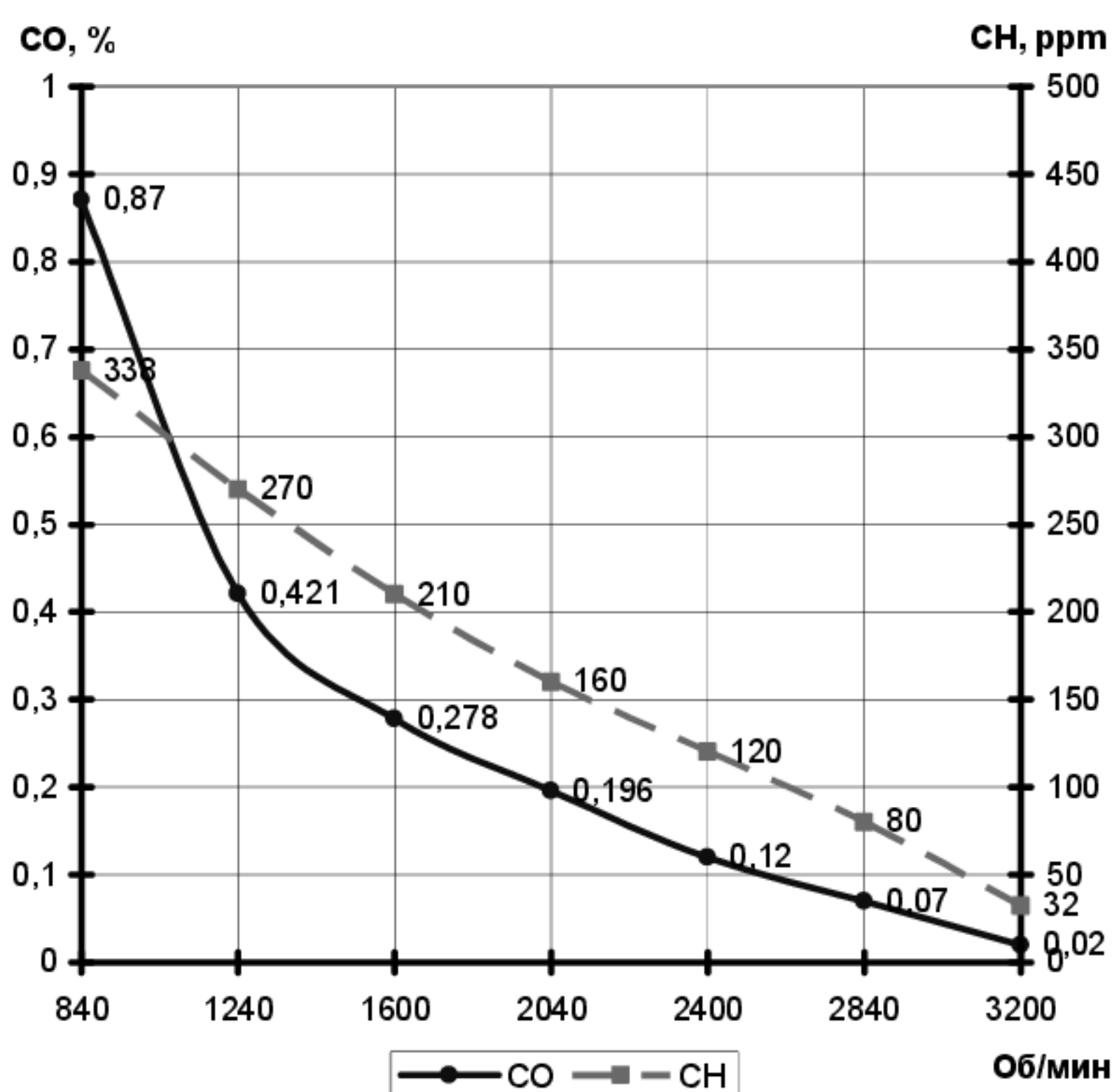


Рис. 15. Зависимость содержания CO и CH от частоты вращения коленчатого вала для инжекторного двигателя.

2.7. Исследование влияния дефектов систем двигателя на содержание выхлопных газов

Целью эксперимента было определить, можно ли с помощью газоанализатора отыскать какие-либо неисправности в двигателе или заметно сузить круг возможных поисков.

Эксперименты проводятся с использованием четырех компонентного газоанализатора «Инфракар М».

Искусственным путём в двигателе и системы его управления последовательно моделировали наиболее характерные и часто встречающиеся дефекты и неисправности. После этого регистрировали состав выхлопных газов и сравнивали его с исходными, соответствующим нормальной работе двигателя. Были выбраны следующие возможные ситуации.

- неисправна свеча зажигания;
- раннее зажигание;
- позднее зажигание;
- подсос воздуха во впускной коллектор;
- полностью не работающая форсунка;
- форсунка «льёт»;
- не герметична выхлопная система.

В качестве примера в таблицах 1 и 2 представлены результаты экспериментов по определению состава выхлопных газов, полученные при испытании двигателя автомобиля ВАЗ 2110.

Результаты измерения состава выхлопных газов автомобиля без каталитического нейтрализатора.

Таблица 1

Параметр	CO, %	CH, ppm	CO ₂ , %	O ₂ , %	λ
Неисправность					
Рекомендуемые значения	1,0 – 1,5	150 – 400	13 – 14,5	1 – 2	0,9 – 1,1
Исходная регулировка	1,3	310	14	1,4	1,01
Неисправна свеча зажигания	0,4	2500	8,5	6,4	1,3
Раннее зажигание	2,5	1420	12,3	3,9	1,03
Позднее зажигание	1,9	280	14,3	1,6	1,04
Подсос воздуха во впускной коллектор	0,26	1200	12,1	5.8	1,28

Результаты измерения состава выхлопных газов автомобиля с каталитическим нейтрализатором.

Таблица 2

Параметр	CO, %	CH, ppm	CO ₂ , %	O ₂ , %	λ
Неисправность					
Рекомендуемые значения	0,05 – 0,3	5 – 75	14,0 – 15,5	0,1 – 0,25	0,98 – 1,05
Исходная регулировка	0,15	75	14,5	0,14	1,01
Неисправна свеча зажигания	0,25	840	10,5	5,8	1,4
Полностью не работающая форсунка	0,17	80	14,3	9,5	1,25
Форсунка «льёт»;	2,2	940	9,1	5	0,97
Не герметична выхлопная система	0,6	250	14,2	5-8	1, 3
Неисправность датчика температуры двигателя	4,4	450	12,1	2	0,8
Неисправность	0,1	910	10,3	6,1	1, 15

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шибанова Татьяна Александровна

Действителен с 19.08.2022 по 19.08.2023

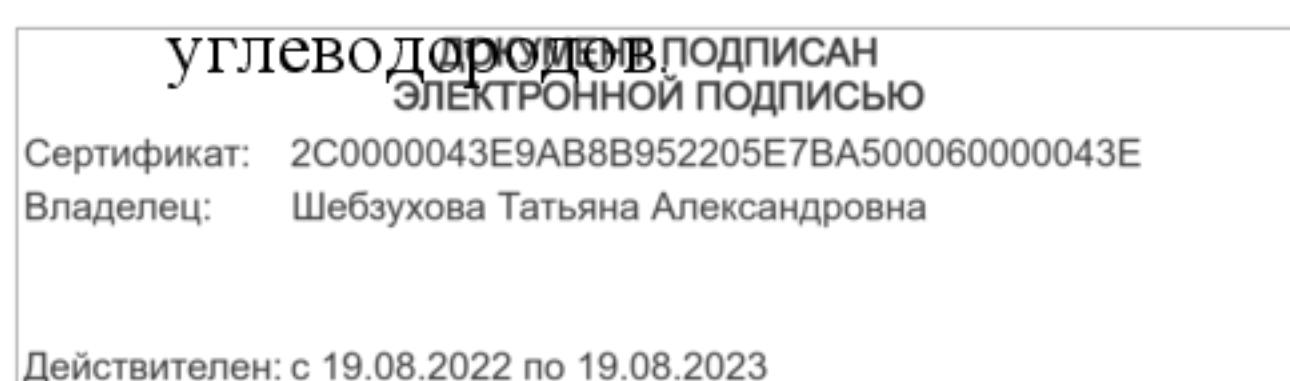
датчика температуры двигателя (короткое замыкание в цепи)					
Подсос воздуха во впускной коллектор	0,26	1200	9,1	7,1	1,49

После анализов результатов измерения содержания выхлопных газов двигателя автомобиля ВАЗ 2110 были сделаны следующие выводы:

1. Все вводимые неисправности вызывают увеличение выбросов углеводородов СН, кроме случаев позднего зажигания и при полностью не работающей форсунки. Это объясняется тем, что процесс сгорания смеси в отдельных или всех цилиндрах ухудшается, что приводит к отклонению состава выхлопных газов от нормативных значений;

2. Наибольшее количество углеводородов СН в выхлопных газах наблюдается при неисправности свечи зажигания (СН увеличилось более чем в 7 раз), при этом выбросы СО и СО₂ уменьшаются, так как нет полного сгорания топлива в цилиндре СО и СО₂ не образуется. Как показывает опыт диагностики к резкому увеличению содержания СН приводят и другие причины, например: нарушение фаз газораспределения, неправильные зазоры в клапанах, низкая компрессия в цилиндрах или в одном из цилиндров двигателя, не плотности в клапанах, попадание в камеру сгорания большого количества масла, например, через сальники клапанов или из-за неисправности цилиндропоршневой группы (выброс через систему вентиляции двигателя).

3. Угол опережения зажигания в значительной степени влияет на процесс сгорания топлива в двигателе, а, следовательно, и на выброс



На позднем зажигании при некотором росте CO заметно снизились выбросы углеводородов, потому что двигатель работает более плавно, условия сгорания топлива лучше, кроме того часть топлива догорает в выхлопной системе. Только чрезмерно «позднее» зажигание (далеко после ВМТ) может привести к нарушению воспламенения смеси в цилиндре и вызовет рост CH.

Установка более раннего зажигания, даже не выходя за пределы наиболее экономической работы двигателя, всегда приводит к росту CH. Слишком раннее зажигание приводит к перебоям в работе двигателя и значительному росту CO и CH, кроме того не эффективное сгорание топлива приводит к снижению содержания CO₂ и большому количеству кислорода не вступившего в реакцию горения. Необходимо обратить внимание диагноста, что при пропусках зажигания в цилиндрах двигателя происходит большой разброс показаний параметров выхлопных газов и газоанализатор некорректно рассчитывает значение λ . И расчётное значение λ , может значительно отличаться от действительного.

4. При наличие подсоса воздуха наблюдается сильное обеднение топливной смеси, что приводит к пропускам зажигания в цилиндрах и не равномерной работе двигателя, поэтому содержание углеводородов CH и кислорода O₂ резко увеличивается, а содержание CO₂ уменьшается. Из таблицы видно, что регулировка подачи воздуха на холостом ходу параметров почти не меняет, двигатель работает неустойчиво. При увеличении числа оборотов доля несанкционированного воздуха уменьшается, и параметры принимают нормальные значения. На двигателе с распределенным впрыском подсос воздуха можно зафиксировать по заниженному показанию датчика массового расхода воздуха.

5. При не герметичности выпускной системы через не плотности подсосивается атмосферный воздух, смешивается с отработавшими газами, приводит к резкому увеличению кислорода в выхлопных газах, а содержание

CO₂ в выхлопных газах изменится незначительно, так как в атмосферном воздухе содержание CO₂ не велико. Подсос воздуха обычно, сопровождается повышенной шумностью работы выхлопной системы, и в этом случае нет смысла производить измерения содержания выхлопных газов, так как показания будут не правдоподобными.

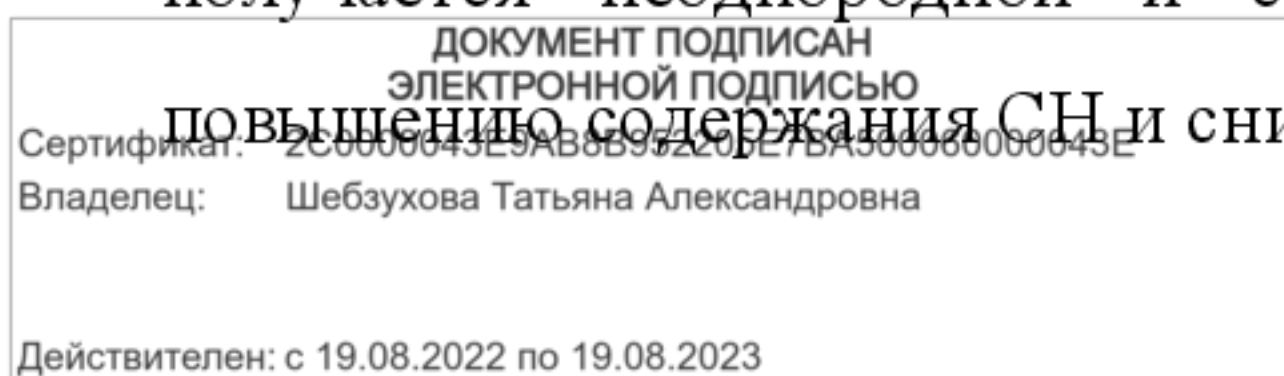
При анализе содержания выхлопных газов с каталитическим нейтрализатором автомобиля были сделаны следующие выводы:

1. Из таблицы видно, что каталитический нейтрализатор, дожигает CO и CH практически полностью превращая их в CO₂ и H₂O, поэтому диагностирование по содержанию выхлопных газов вызывает определённые сложности. И для более точной диагностики требуется дополнительная информация о содержании других компонентах выхлопных газов CO₂ и O₂. Поэтому для диагностики автомобилей с каталитическими нейтрализаторами, необходимо использовать четырёх или пяти компонентные газоанализаторы.

Для диагностики исправности каталитического нейтрализатора можно воспользоваться следующим правилом: у исправного нейтрализатора в выхлопных газах содержание O₂ примерно равно содержанию CO. Если содержание O₂ превышает содержание CO и содержание CO выше 0,5%, то ресурс компонентов нейтрализатора израсходован;

2. В случае не работающей форсунки, топливо в цилиндр подаваться не будет, а количество воздуха поступающего в этот цилиндр остаётся прежним. Поэтому в выхлопных газах имеет место чрезмерно большое содержание кислорода и, как следствие, запредельное значение лямбда. Снижается CO, CO₂ и CH изменяется незначительно;

3. Форсунка льёт – плохое распыление. Топливно-воздушная смесь получается неоднородной и сгорает не полностью, что приводит к повышению содержания CH и снижению содержания CO₂;



4. При обрыве в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости наблюдается обогащение топливной смеси, а при коротком замыкании в цепи датчика, обеднение топливной смеси. В обоих случаях наблюдается повышение содержания CH и O_2 .

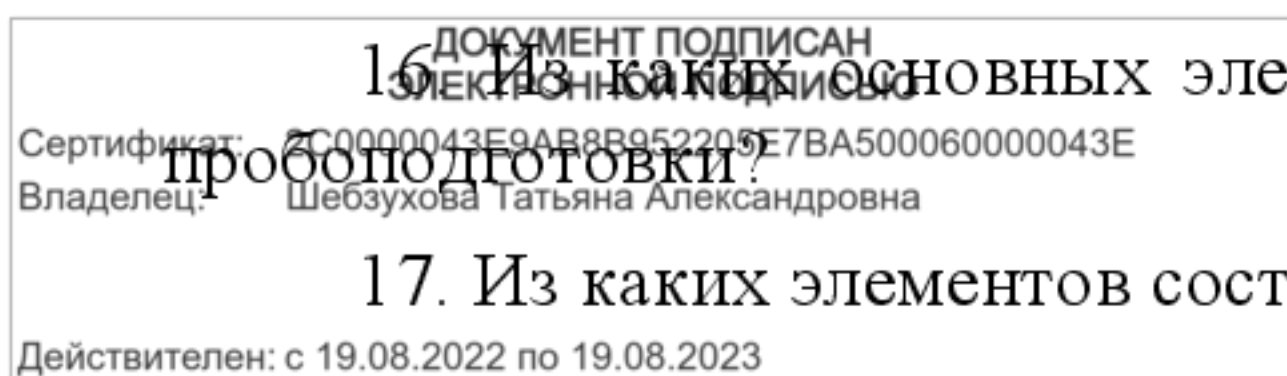
При анализе возможных причин неисправностей, полученные результаты измерений содержания выхлопных газов можно разделить на две характерные группы.

Контрольные вопросы

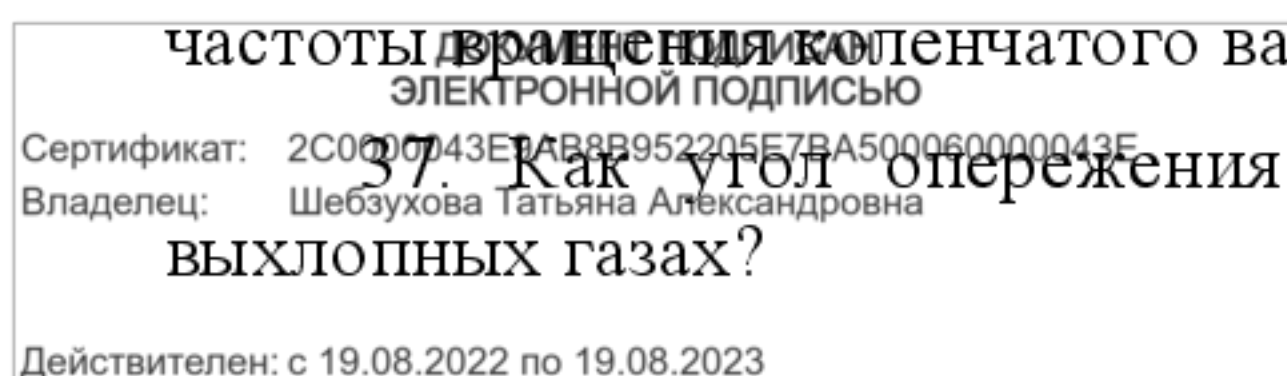
1. Из каких основных компонентов состоит воздух?
2. Из каких основных компонентов состоит бензин?
3. Почему содержание диоксида углерода (CO_2) принимают за критерий эффективности сгорания топлива?
4. Каких значений достигает CO_2 в выхлопных газах исправного двигателя?
5. Как в выхлопную систему попадает вода (H_2O)?
6. Какие компоненты входят в состав выхлопных газов?
7. Какие компоненты выхлопных газов загрязняют атмосферу?
8. Какие компоненты выхлопных газов измеряют 4-х и 5-и компонентные газоанализаторы?
9. Как градуируются шкалы газоанализатора?
10. Какое соотношение топлива и воздуха принимают за стехиометрическую пропорцию?
11. Какие значения коэффициента избытка воздуха принимают при работе двигателя на бедной и богатой смесях?
12. Какие параметры измеряет газоанализатор «Инфрокар М»?
13. Как измеряется частота вращения коленчатого вала с помощью газоанализатора?
14. Как измеряется температура масла в картере двигателя с помощью газоанализатора?
15. Из каких основных систем состоит газоанализатор?

16. Из каких основных элементов состоят системы пробоотборника и пробоподготовки?

17. Из каких элементов состоит и как работает измерительный блок?



18. Как производится подготовка газоанализатора к работе?
19. Как производится выбор типа двигателя (двух-четырёхтактный) для установки тахометра газоанализатора?
20. Как производится переключение режимов вычисления параметра «лямбда» для различных видов топлива?
21. В каких режимах в программе «Инфракар-графический» отображаются показания газоанализатора?
22. В каком режиме и как создаётся отчёт об анализе выхлопных газов?
23. Как отображаются показания газоанализатора в режиме «Диаграмма»?
24. Как приводится контроль норм токсичности содержания выхлопных газов в режиме «Диаграммы»?
25. Как отображаются показания газоанализатора в режиме «График»?
26. Как регулируется СО на автомобиле ВАЗ с инжекторным двигателем?
27. Как регулируется СО на автомобиле ГАЗ с инжекторным двигателем?
28. Как строится график зависимости содержания выхлопных газов от коэффициента избытка воздуха?
29. Какие значения принимают компоненты выхлопных газов при стехиометрическом составе топливной смеси?
30. Как изменяются компоненты выхлопных газов при работе двигателя на бедной смеси?
31. Как изменяются компоненты выхлопных газов при работе двигателя на богатой смеси?
32. На какие две группы можно разделить результаты измерений содержания выхлопных газов?
33. Какие могут быть причины неисправности при высоком содержании углеводородов (СН)?
34. На каких двух режимах работы двигателя измеряют содержание выхлопных газов?
35. Как строится график зависимости содержания выхлопных газов от частоты вращения коленчатого вала двигателя?
36. Как изменяются компоненты выхлопных газов с увеличением частоты вращения коленчатого вала?



37. Как угол опережения зажигания влияет на содержание СН в

38. Как изменятся показания выхлопных газов при подсосе воздуха во всасывающий коллектор?

39. Как изменятся показания выхлопных газов при неисправности свечи зажигания?

40. Как изменятся показания выхлопных газов при полностью не работающей форсунке?

41. Как изменятся показания выхлопных газов, когда форсунка «льёт»?

42. Какие значения принимают компоненты выхлопных газов при работе исправного двигателя с катализатором?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

ТЕМА № 4 Диагностика вспомогательных систем двигателя с помощью осциллографа

1. Общие сведения о автомобильных цифровых осциллографах и системах зажигания

1.1. Назначение и принципиальное устройство цифровых осциллографов

Автомобильный осциллограф – это универсальный цифровой электронный прибор, который подсоединяется к персональному компьютеру и предназначен для диагностики систем управления автомобилем. В отличие от тестера, осциллограф позволяет, увидеть не только средние значения напряжения в измеряемых цепях, но и процесс изменения напряжения во времени (рис.1), а так же измеряемые величины представлять в графическом виде и записывать в память для последующего просмотра и анализа.

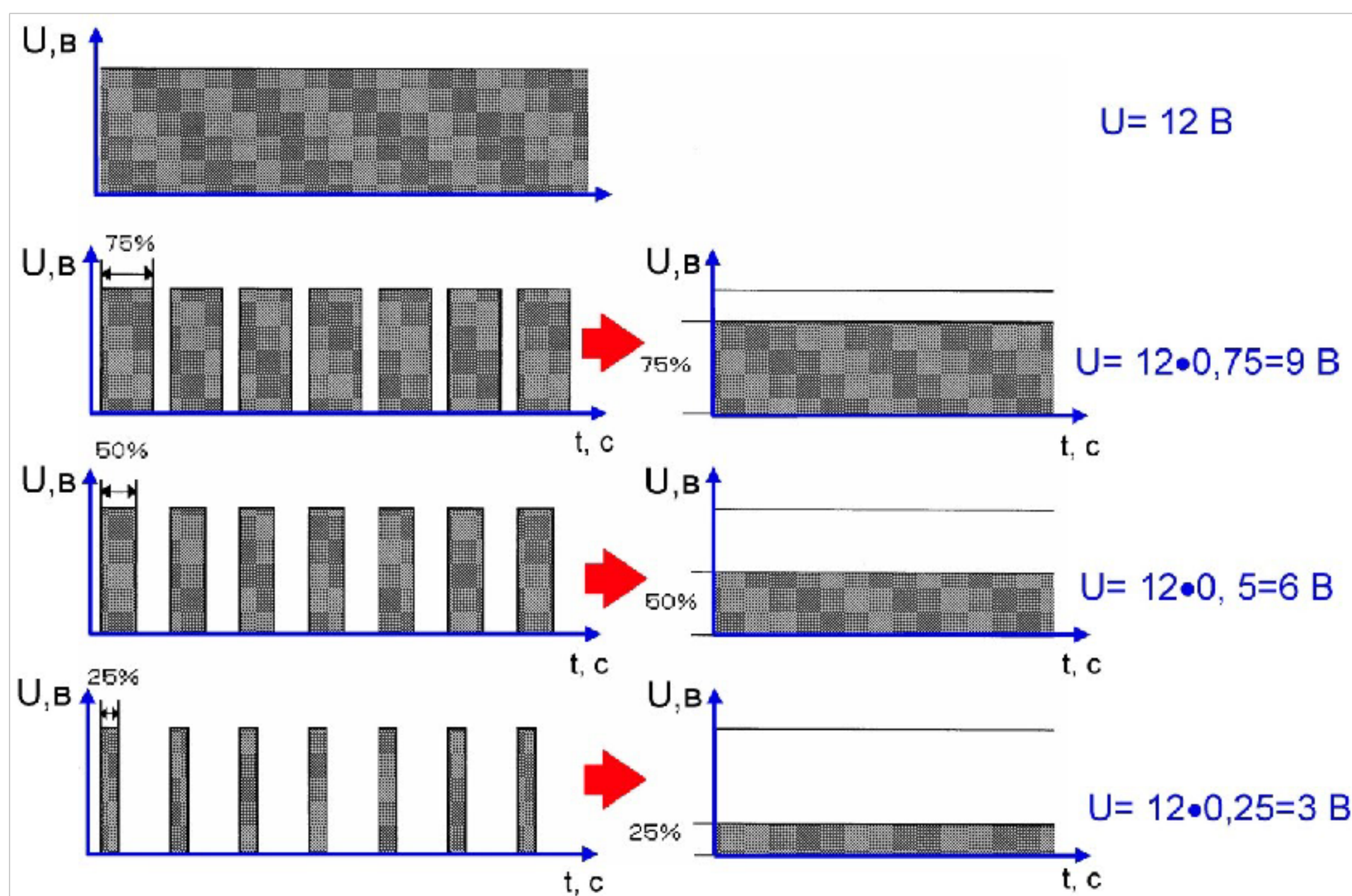


Рис. 1. Импульсный сигнал, отображаемый осциллографом и среднее напряжение выходного сигнала, измеряемое тестером.

По форме осциллограмм в первичной и вторичной цепях катушки зажигания можно:

- выявить неисправные элементы систем зажигания (состояния свечей и высоковольтных проводов, неисправности катушек и модулей зажигания, определение угла замкнутого состояния катушек зажигания);
- диагностировать неисправности механической части двигателя (оценка относительной компрессии по цилиндрам, определение правильной установки фаз газораспределения и др.);
- оценивать состав смеси по цилиндрам двигателя.

С помощью осциллографа проводится диагностика датчиков и исполнительных устройств систем управления двигателем, а так же диагностика работы генератора.

Форма сигнала выводится на экран в виде графика в координатах амплитуда (напряжение) и время. По графику изменения сигнала, кроме напряжения и времени, можно измерить частоту сигнала (время между двумя сходными точками кривой сигнала) и скважность (продолжительность) сигнала или « угол замкнутого состояния» в % - т.е. отношение времени наличия сигнала к общему времени периода сигнала (рис.2). Типичная форма сигнала указывает на примерное положение сигнала относительно нулевой линии.

Скважность сигнала: $E = t/T \cdot 100$, где E – скважность сигнала, %; T_n – время действия (продолжительность) сигнала, мс; T_c – период цикла, мс.

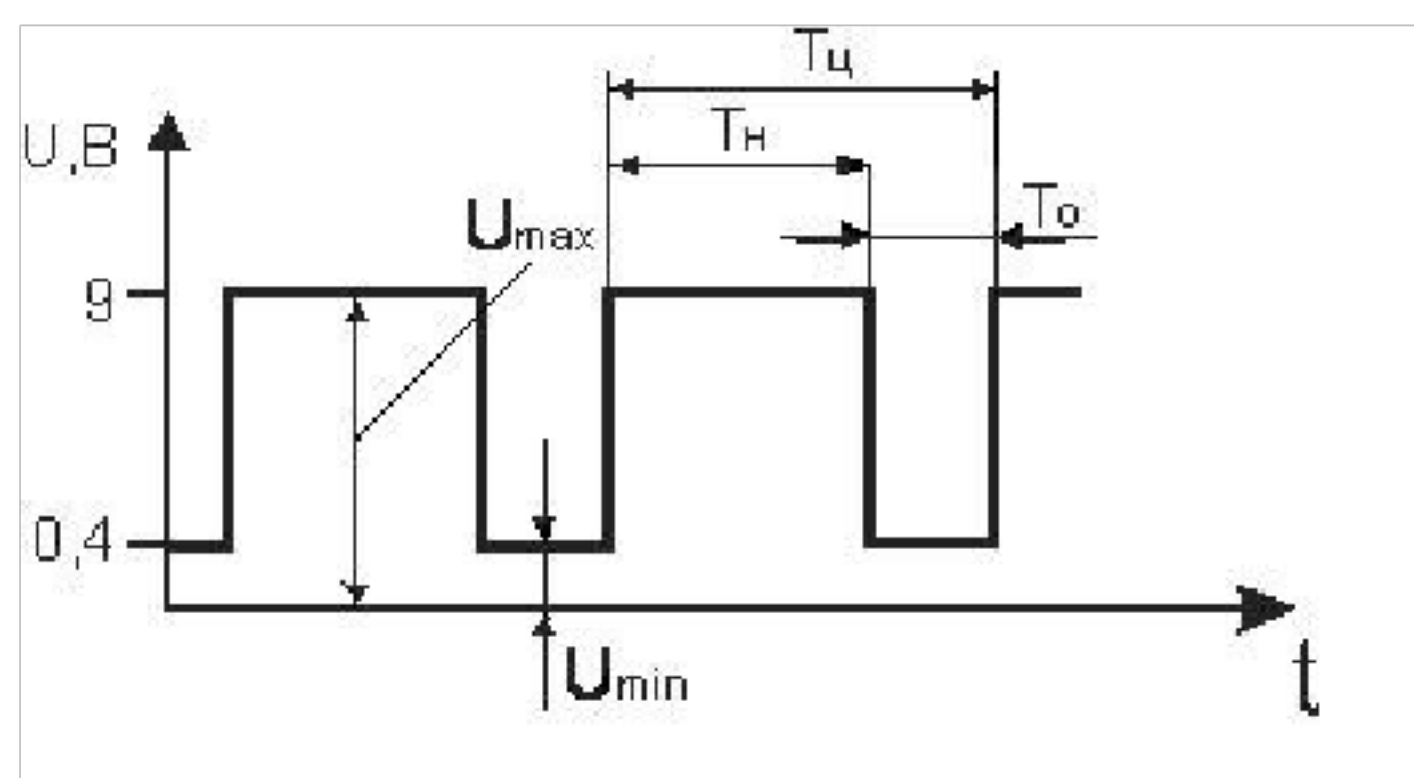


Рис. 2. Осциллограмма импульсного сигнала: U_{max} , U_{min} – максимальное и минимальное значение напряжения; T_n – время действия сигнала (поддержания U_{max}); T_0 – время поддержания U_{min} ; T_c – время цикла

и фиксируется форма полученного сигнала, которая затем сравнивается с «образцовым» сигналом, что позволяет принять решение о наличии дефекта и работоспособности данного элемента системы управления.

1.2. Принципиальное устройство систем зажигания автомобильных двигателей

Наибольшее распространение на автомобильных двигателях нашли контактные, транзисторные и микропроцессорные системы зажигания. Транзисторные системы зажигания подразделяются на транзисторные системы зажигания с датчиком Холла и индукционным датчиком, а микропроцессорные на системы зажигания «холостая искра» и с индивидуальными катушками зажигания.

В основу конструкций систем зажигания положена одна или несколько катушек зажигания. При замыкании первичной обмотки катушки зажигания на «массу» по первичной обмотке проходит ток (рис.3). В этот момент времени происходит накопление энергии в катушке зажигания, а в момент размыкания первичной обмотки от массы ток резко исчезает и во вторичной обмотке индуцируется электрический ток высокого напряжения. Под воздействием этого тока в зазоре между электродами свечи зажигания образуется искра, которая поджигает топливную смесь.

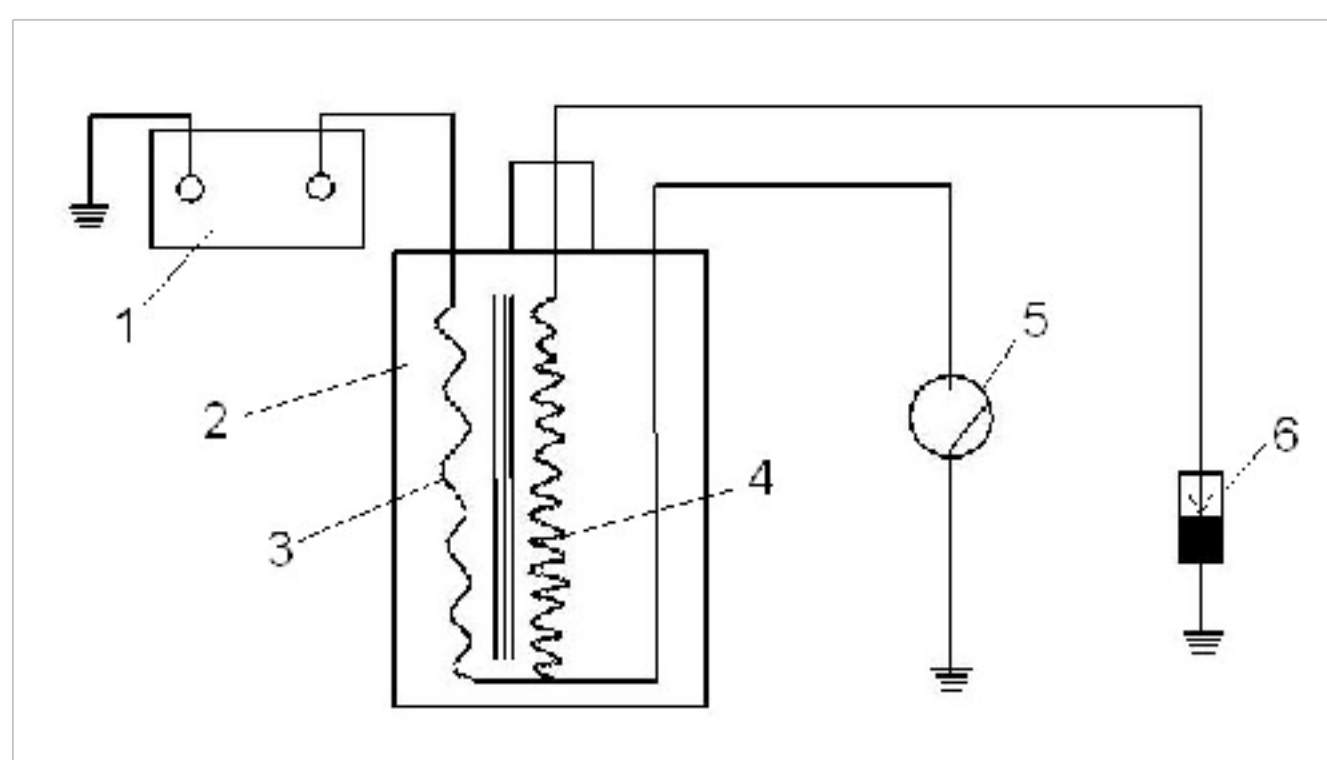


Рис. 3 Система зажигания: 1-аккумулятор; 2-катушка зажигания; 3-первичная обмотка катушки зажигания; 4-вторичная обмотка катушки зажигания; 5-ключ; 6-свеча зажигания.

Напряжение, при котором происходит искровой разряд между электродами свечи, называют «пробивным». Так, согласно экспериментальному закону Пашена, пробивное напряжение для однородных полей зависит от зазора между электродами свечи δ , давления P (степени сжатия) и температуры топливной смеси T .

$$U_{np} = f\left(\frac{P\delta}{T}\right)$$

Пробивное напряжение увеличивается с повышением степени сжатия рабочей смеси и расстояния между электродами и снижается с повышением температуры рабочей смеси.

Пониженные значения пробивных напряжений повышают число циклов с «вялым» начальным периодом сгорания, вследствие меньшего объема горючей смеси между электродами свечи зажигания и следовательно приводят к неполному сгоранию топлива.

1.3. Осциллограммы первичной и вторичной цепей систем зажигания

При замыкании первичной обмотке катушки зажигания на «массу» по обмотке начинает идти ток, который создает вокруг витков обмотки магнитное поле. Магнитный поток, пересекая витки этой обмотки, индуцирует в них э.д.с. самоиндукции, направленную против тока и, следовательно, замедляющую его нарастание. Поэтому ток в первичной обмотке достигнет своего максимального значения $I = U/R = 12/3 = 4\text{А}$ не мгновенно, а через несколько миллисекунд (кривая 3, рис.4).

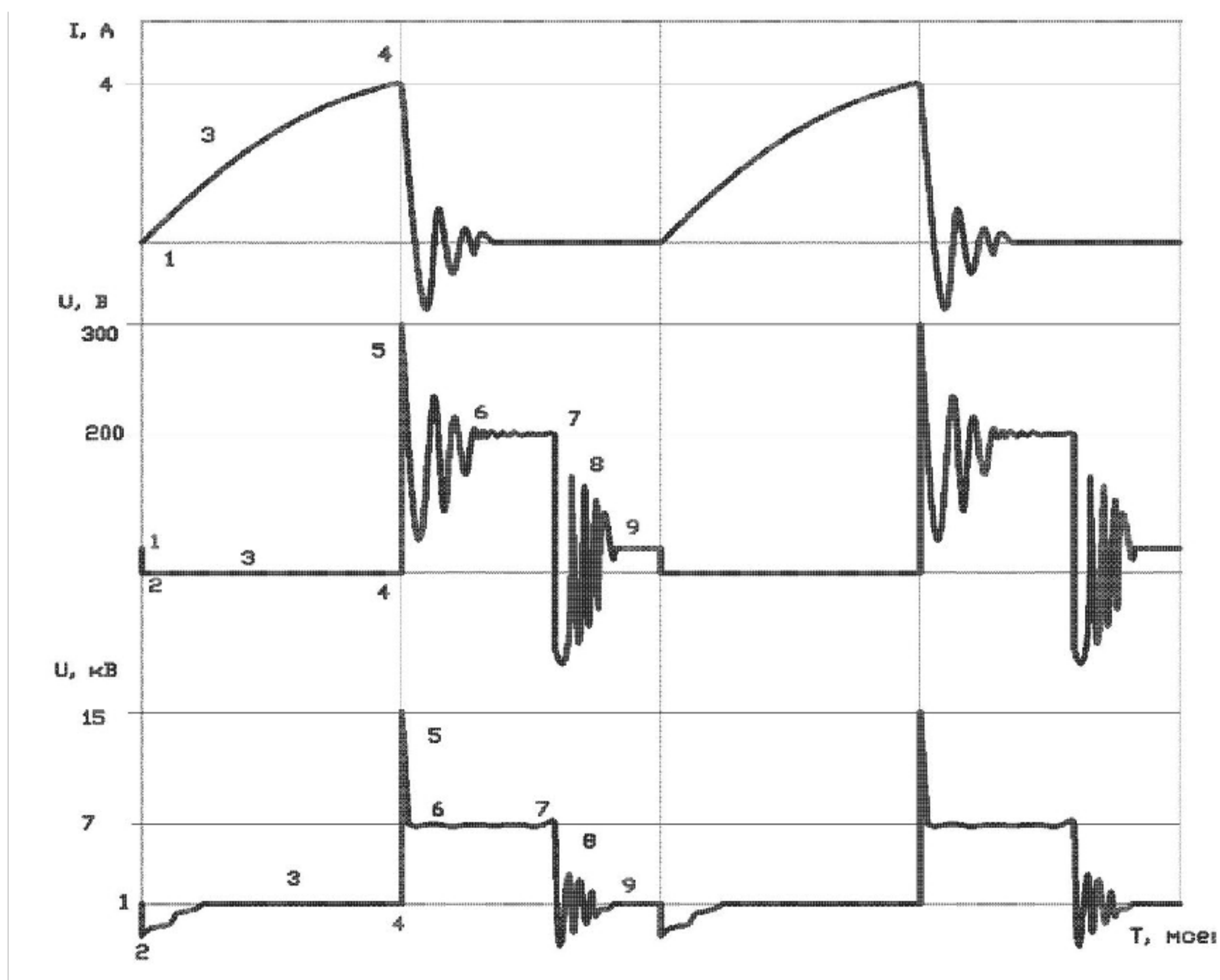


Рис. 4. Осциллограммы первичной и вторичной обмоток катушки зажигания

Кривая 3 характеризует время в течение которого, первичная обмотка остается замкнутой на «массу». Это называется периодом накопления энергии или углом замкнутого состояния катушки (УЗСК).

Так как ток в первичной обмотке нарастает медленно, то, следовательно, и магнитный поток тоже будет нарастать медленно. Согласно закону Майкла Фарадея, величина индуцируемой э.д.с. зависит от скорости изменения (нарастания или уменьшения) магнитного потока. Поэтому в витках вторичной обмотки будет индуцироваться э.д.с. взаимоиндукции не более 2-3 кВ (точка 2), рис.4).

Размыкание первичной обмотки катушки зажигания от массы приведет к резкому снижению тока в первичной обмотке (точка 4, рис.4), и, следовательно, ускорит исчезновение магнитного потока в ней. Вследствие

этого, э.д.с. индуцируемая в первичной обмотке катушки зажигания достигает напряжения примерно 300 В, а во вторичной обмотке примерно 15

кВ. Под действием высокого напряжения происходит пробой искрового промежутка (точка 5), и к возникновению между электродами канала горячей плазмы с высокой проводимостью, шунтированию вторичного контура и резкому падению напряжения между электродами свечи (участок 5-6, рис.4).

Участок представленной кривой 6, отражает длительность искрового разряда (время горения искры), т. е. наличия канала плазмы между электродами цепи. В это время катушка отдает накопленную энергию и поддерживает горение искры. Обычно время горения искры составляет величину порядка $0,8 \div 2,0$ мс.

Пробивное напряжение и время горения искры находятся в противофазе. Т.е. чем выше пробивное напряжение, тем меньше время горения искры.

В точке 7, энергия катушки больше не способна поддерживать искру между электродами свечи.

После прекращения искры небольшое количество энергии, оставшейся в магнитном поле катушки, рассеивается в виде колебаний (кривая 8, рис.4). Процесс затухания занимает интервал времени (8-9). В точке 9, энергия катушки и конденсатора рассеяны; тока в первичных и вторичных цепях нет.

В момент времени (точка 1) цепь первичной обмотки катушки вновь замыкается, и весь процесс повторяется.

Напряжение во вторичной обмотке имеет отрицательную полярность, но практически все диагностические приборы для удобства наблюдения инвертируют сигнал вторичной цепи, т. е. представляют его как показано на рис. 4.

Таким образом, при анализе осциллограмм основными диагностическими параметрами являются: напряжение пробоя искрового зазора свечей зажигания, время горения искры и напряжение, при котором горит искра.

1.4. Конструктивные особенности систем зажигания

1.4.1. Контактные системы зажигания

В контактных системах зажигания, катушка замыкается и размыкается от «массы» с помощью контактов. Электрическая схема контактной системы зажигания (рис.5.) состоит из аккумуляторной батареи АБ, замка зажигания ЗЗ, катушки зажигания КЗ, распределитель зажигания РЗ, первичной обмотки катушки зажигания 1, вторичной обмотки катушки зажигания 2, кулачка распределителя зажигания 3, контактной группы 4 (состоящей из подвижных и неподвижных контактов), конденсатора 5, бегунка 6, крышки распределителя зажигания 7, высоковольтных проводов 8, свеч зажигания 9.

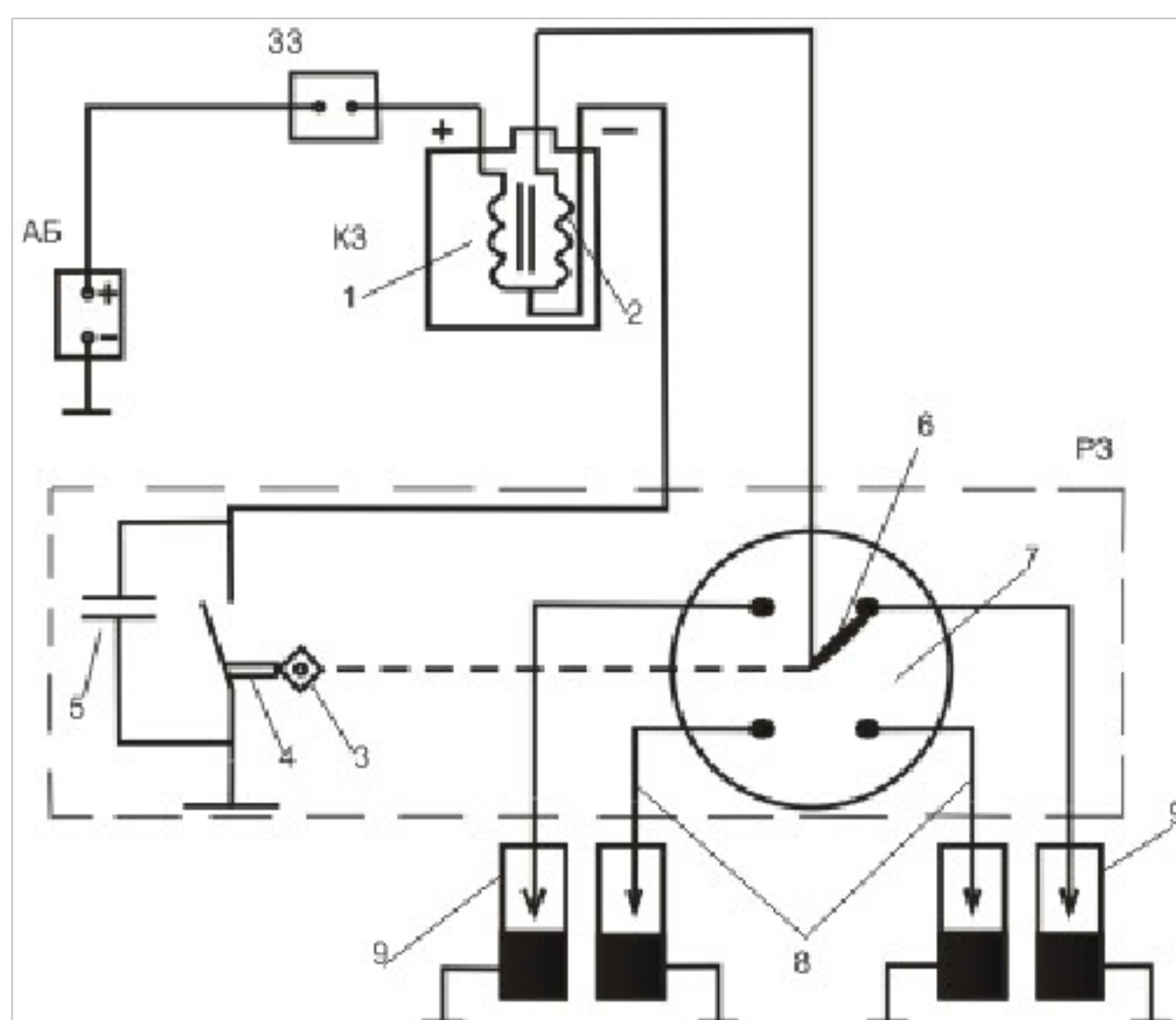


Рис. 5. Электрическая схема контактной системы зажигания.

Распределитель зажигания приводится в движение двигателем автомобиля и вращается со скоростью распределительного вала. На валу распределителя закреплены кулачок 3 и бегунок 6 (рис.5). Кулачок имеет выступы, количество которых соответствует количеству цилиндров двигателя. При вращении кулачка один из его выступов перемещает подвижный контакт, размыкая или замыкая контакты.

В момент размыкания контакта бегунок 6 распределителя подходит к одному из контактов. В крышке распределителя, и электрический ток высокого напряжения от катушки зажигания передается к свече зажигания по цепочке: вторичная обмотка катушки

зажигания - центральный высоковольтный провод - бегунок, контакт крышки распределителя - высоковольтный провод с наконечником - свеча зажигания и «масса».

Для резкого исчезновения тока при размыкании первичной обмотки катушки зажигания от массы и уменьшения искрения между контактами параллельно им включается конденсатор 5 (рис. 4)

На рисунке (6) представлены осциллограммы токов и напряжений в первичной и вторичной цепях катушки зажигания при работе контактов без конденсатора. Из осциллограммы токов видно, что при размыкании контактов (точка 4) и отсутствии конденсатора ток падает медленно, так как э.д.с. самоиндукции, индуцируемая в первичной обмотке, направлена в сторону движения тока и будет стремиться задержать его исчезновение. Это приведет к возникновению сильного искрения между контактами прерывателя (ток продолжает идти через открывающуюся зазор), и в первичной цепи на некоторое время сохраняется ток, что препятствует резкому уменьшению магнитного потока, в результате чего во вторичной обмотке индуцируется э.д.с, не превышающая 4–6 кВ. Такое низкое напряжение приводит к возникновению слабой искры и, как следствие, к плохому сгоранию топлива. Кроме того, ввиду сильного искрения между контактами прерывателя происходит их пригорание (окисление).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

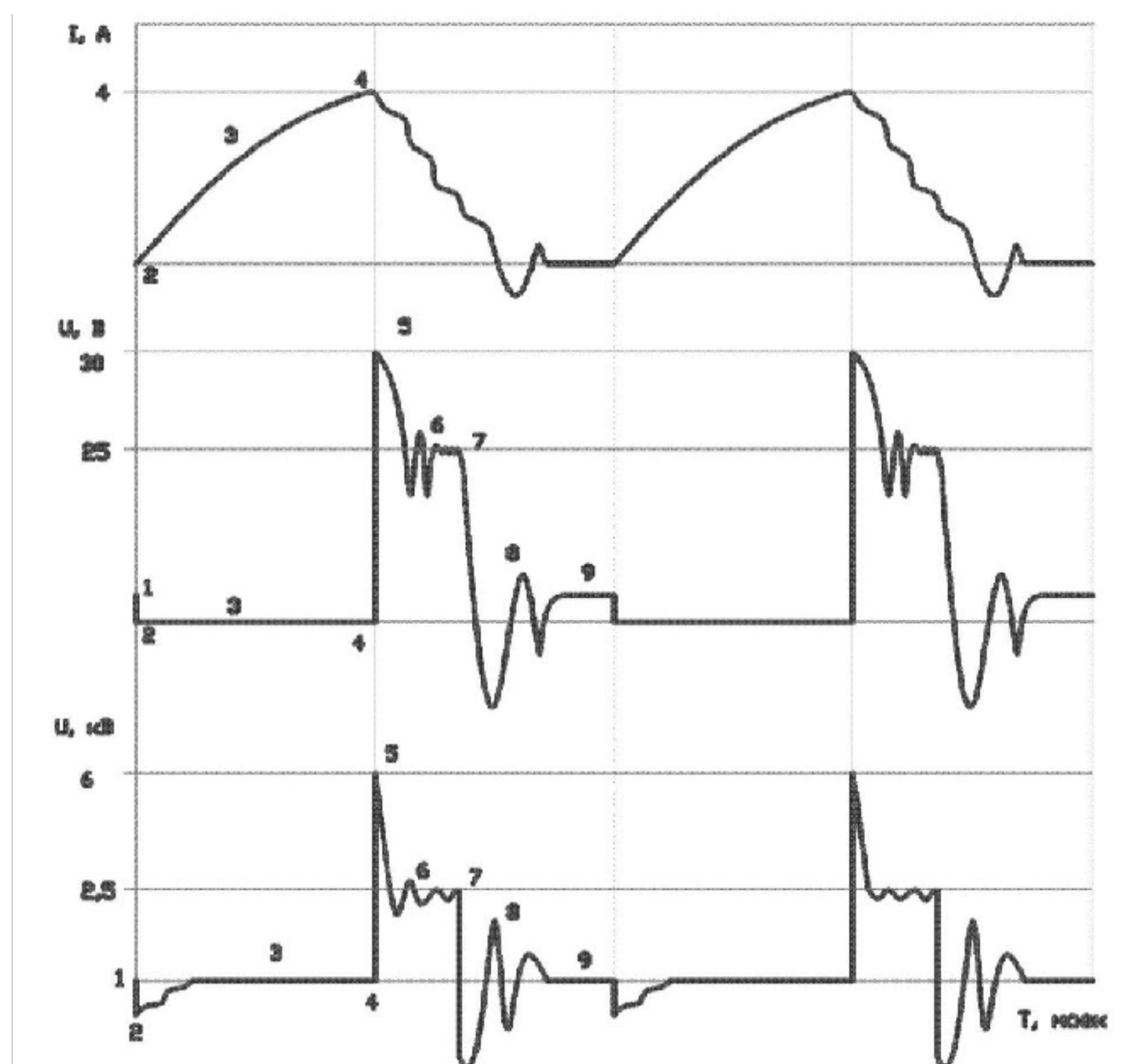


Рис. 6. Осциллограмма первичной и вторичной обмоток катушки зажигания при работе контактов без конденсатора.

Для уменьшения искрения между контактами параллельно им включается конденсатор 5 (рис. 5). В начальный момент размыкания контактов конденсатор заряжается, что уменьшает искрение между контактами. А после зарядки конденсатор будет разряжаться через первичную обмотку катушки, создавая ток обратного направления, что приведет к резкому снижению тока в первичной обмотке, и, следовательно, ускорит исчезновение магнитного потока в ней. Вследствие этого, э.д.с индуктируемая в цепях катушки зажигания резко повышается.

Диагностическим параметром контактной системы зажигания является УЗСК. Величина УЗСК, например, для автомобилей ВАЗ с контактной системой зажигания должен составлять 54-58 градусов. Если УЗСК выше или ниже нормы, то искра начнет слабеть.

УЗСК регулируется путем изменения зазора между контактами. Чем больше зазор, тем меньше УЗСК и, следовательно, остается меньше времени для накопления энергии, т. е. ток не успевает достигнуть максимального

значения, что приводит к снижению напряжения во вторичной обмотке. При увеличении оборотов УЗСК остается таким же, но времени на накопление энергии остается еще меньше. Поэтому при малом значении УЗСК и больших оборотах коленчатого вала двигатель может давать сбои из-за пропусков искрообразования, так как катушка не успевает запасть энергией.

С уменьшением зазора между контактами увеличивается УЗСК, и ток успевает достигать максимальной величины. Однако из-за малого зазора между контактами наблюдается искрение, следовательно, нет резкого исчезновения тока в первичной цепи, и поэтому вторичное напряжение уменьшается.

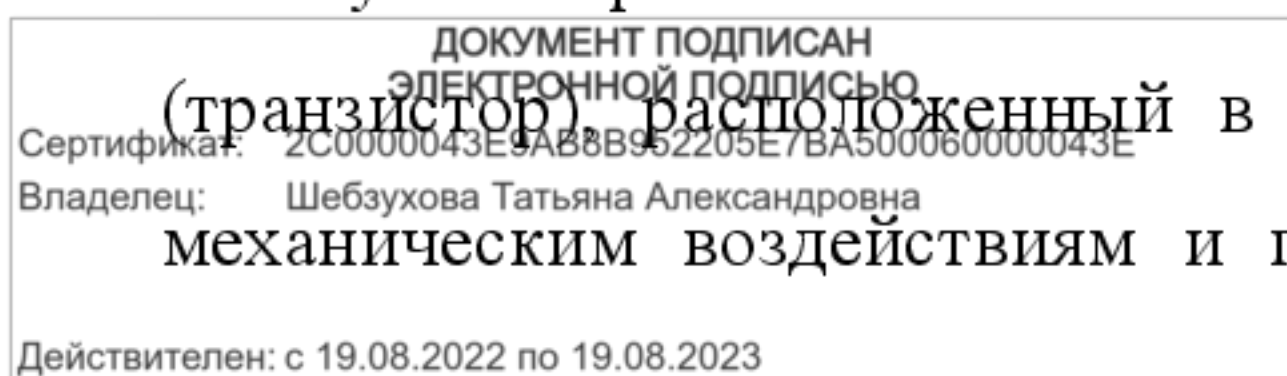
Измерение УЗСК производится с помощью специального прибора, который подключается между выводами «—» катушки зажигания и «массой» автомобиля. Угол измеряется в градусах или процентах. На современных стробоскопах также имеется функция измерения УЗСК.

Изменение УЗСК приводит к изменению угла опережения зажигания. Чем больше УЗСК, тем позже произойдет замыкание контактов, и, следовательно, будет более позднее зажигание, и наоборот. Поэтому, после регулировки УЗСК проверяется и корректируется угол опережения зажигания.

При увеличении частоты вращения до 3000 об/мин изменение УЗСК не должно превышать 2-3 градусов. Если оно больше, то возможны следующие неисправности: ослабление пружины подвижного контакта; люфт подвижной пластины прерывателя; большое биение валика распределителя.

1.4.2. Транзисторные системы зажигания

В транзисторных системах зажигания отсутствует контактная группа и ее функцию, т.е. замыкания первичной обмотки катушки зажигания на «массу» и размыкания от «массы», выполняет «электронный ключ» (транзистор), расположенный в коммутаторе. Транзистор не подвергается механическим воздействиям и поэтому более надежный, чем контактная

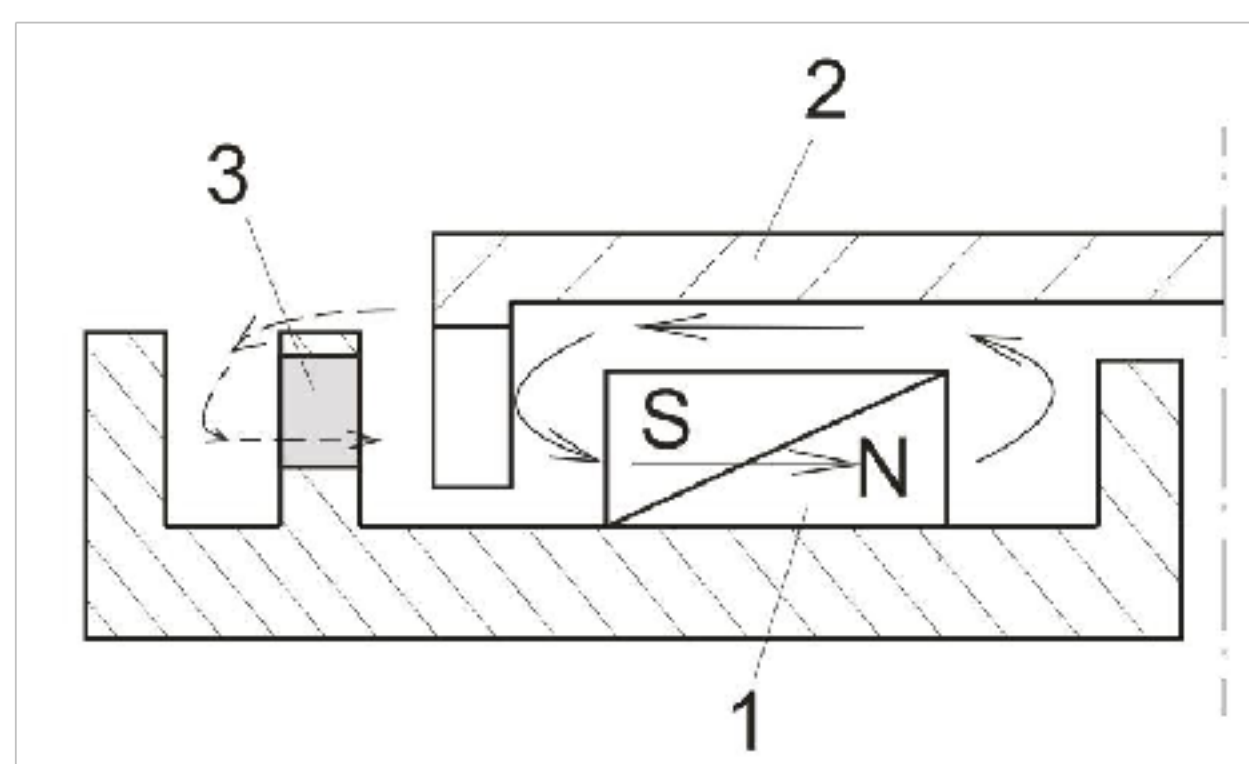


группа. Наибольшее распространение получили транзисторные системы зажигания с датчиком Холла и с индуктивным датчиком.

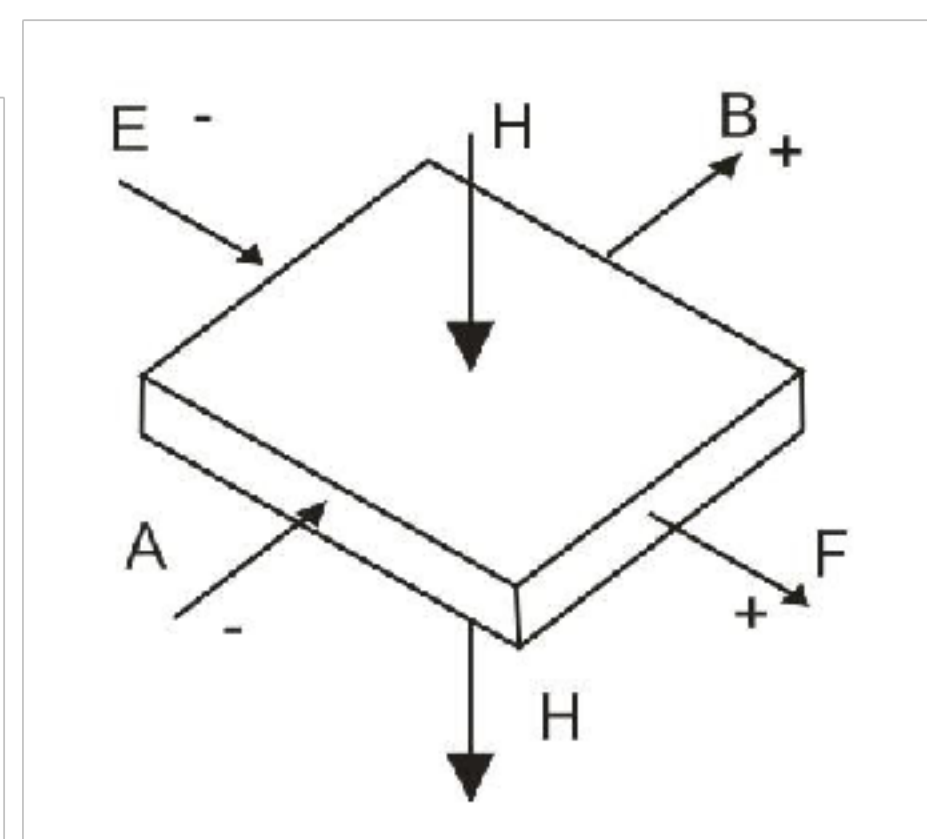
1.4.2.1. Транзисторная система зажигания с датчиком Холла

Датчик холла, схема которого представлена на рис.7а, включает постоянный магнит 1, ротор (шторку) 2 и элемент холла 3.

Известно, что, если через пластину полупроводника проходит ток, и пластина пронизывается магнитным полем, то на гранях пластины, перпендикулярных току возникает ЭДС (рис. 7 а). На этом принципе работает датчик холла.



а)



б)

Рис. 7. Схема датчика импульсов напряжений (датчик Холла)

Магнитное поле создается постоянным магнитом 1 датчика, а прерывание магнитного поля осуществляется ротором (шторкой) 2 с прорезями, укрепленным на валу распределителя зажигания. При прохождении прорези ротора около постоянного магнита силовые линии его магнитного поля пронизывают поверхность элемента Холла 3, и на его выходе возникает ЭДС.

При прохождении лопасти зубца ротора около постоянного магнита его магнитное поле экранируется, ЭДС Холла исчезает.

Величина ЭДС Холла очень мала и поэтому должна быть усилена вблизи кристалла. Функцию усиления сигнала выполняет специальная микросхема, встроенная в датчик, которая усиливает сигнал примерно до 9В.

Интегральная микросхема, встроенная в датчик, инвертирует сигнал датчика Холла. Таким образом, когда тело экрана находится в зазоре датчика, то на его выходе имеется напряжение $U_{\max}$ (примерно 9В), а при прохождении прорези напряжение резко падает до 0,4В (рис.9).

Транзисторная система зажигания с датчиком Холла состоит из катушки зажигания 1 (рис.8), коммутатора 4, распределителя зажигания 2, свечей зажигания 7, высоковольтных проводов 6 и соединительного жгута.

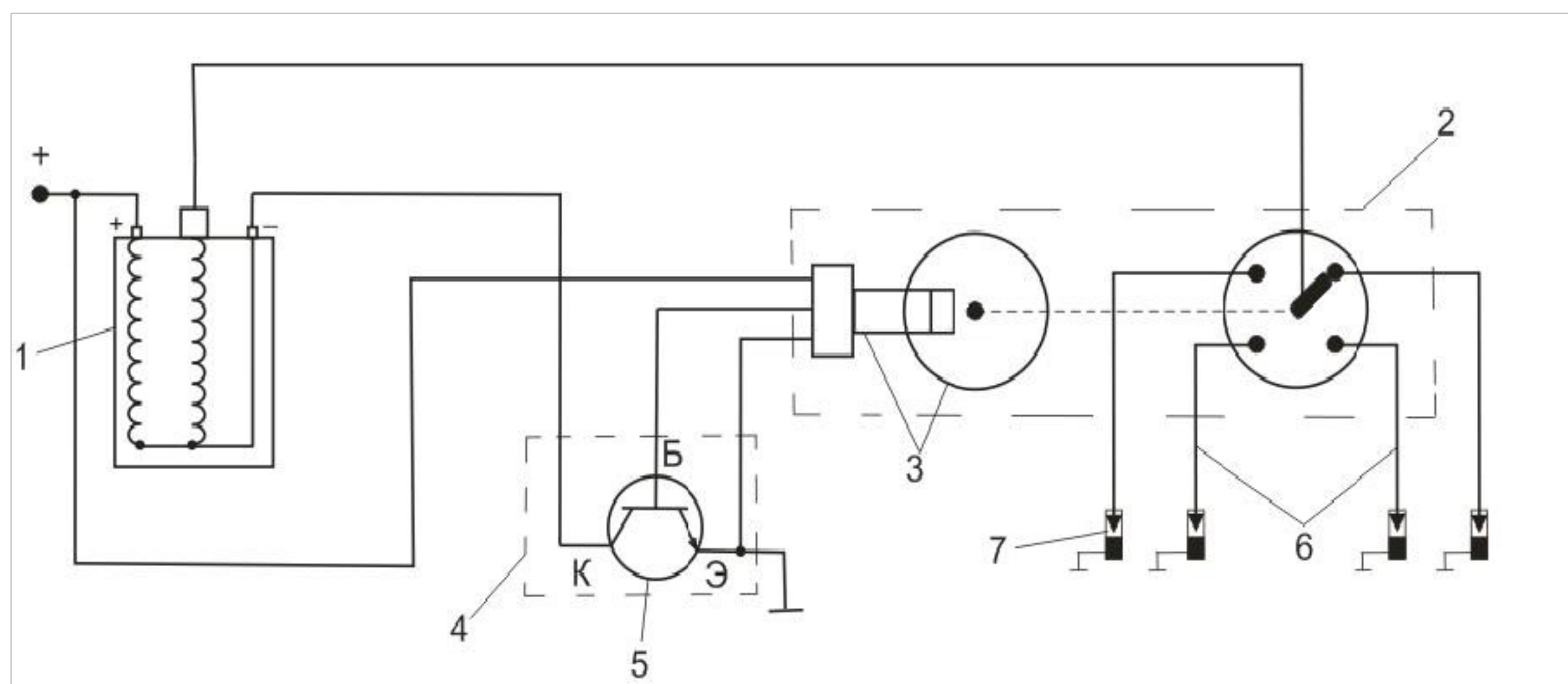


Рис 8. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с датчиком Холла: 1 – катушка зажигания; 2 – распределитель зажигания; 3 – датчик Холла; 4 – коммутатор; 5 – выходной транзистор; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания.

Управляющие импульсы на коммутатор подаются от бесконтактного датчика Холла, расположенного в распределителе зажигания. На выходном блоке коммутатора установлен транзистор. Базой транзистора управляет датчик Холла, который при вращении вала распределителя вырабатывает сигналы прямоугольной формы (рис. 9,10).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

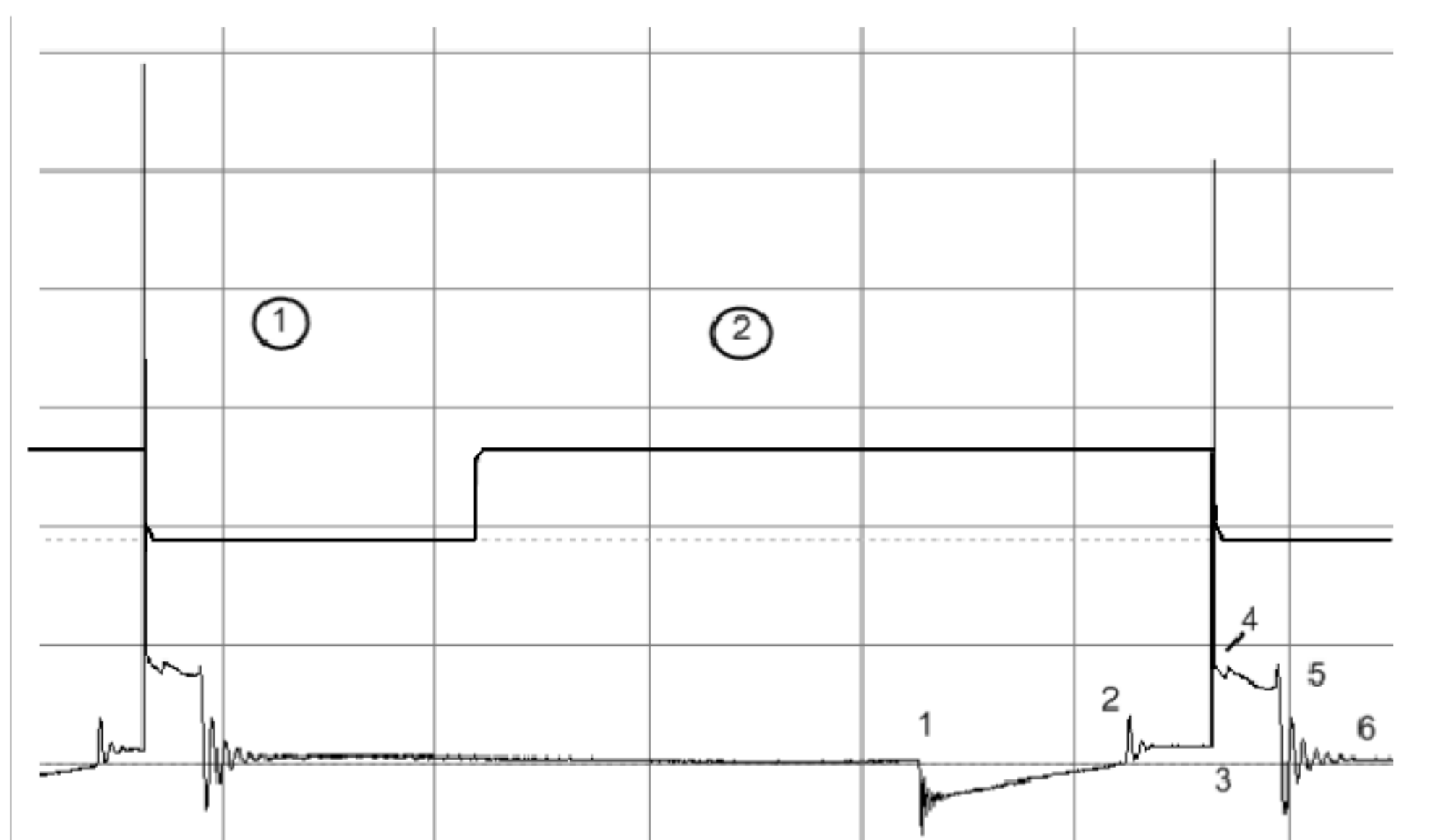


Рис. 9. Диаграмма датчика Холла и вторичной цепи зажигания на холостом ходу: 1-2 время накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания (момент открытия силового транзистора коммутатора); 2-3 переход коммутатора в режим ограничения тока в первичной цепи; в точке 3 происходит пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания; 4-5 участок горения искры; 5-6 конец горения искры и начало затухающих колебаний.

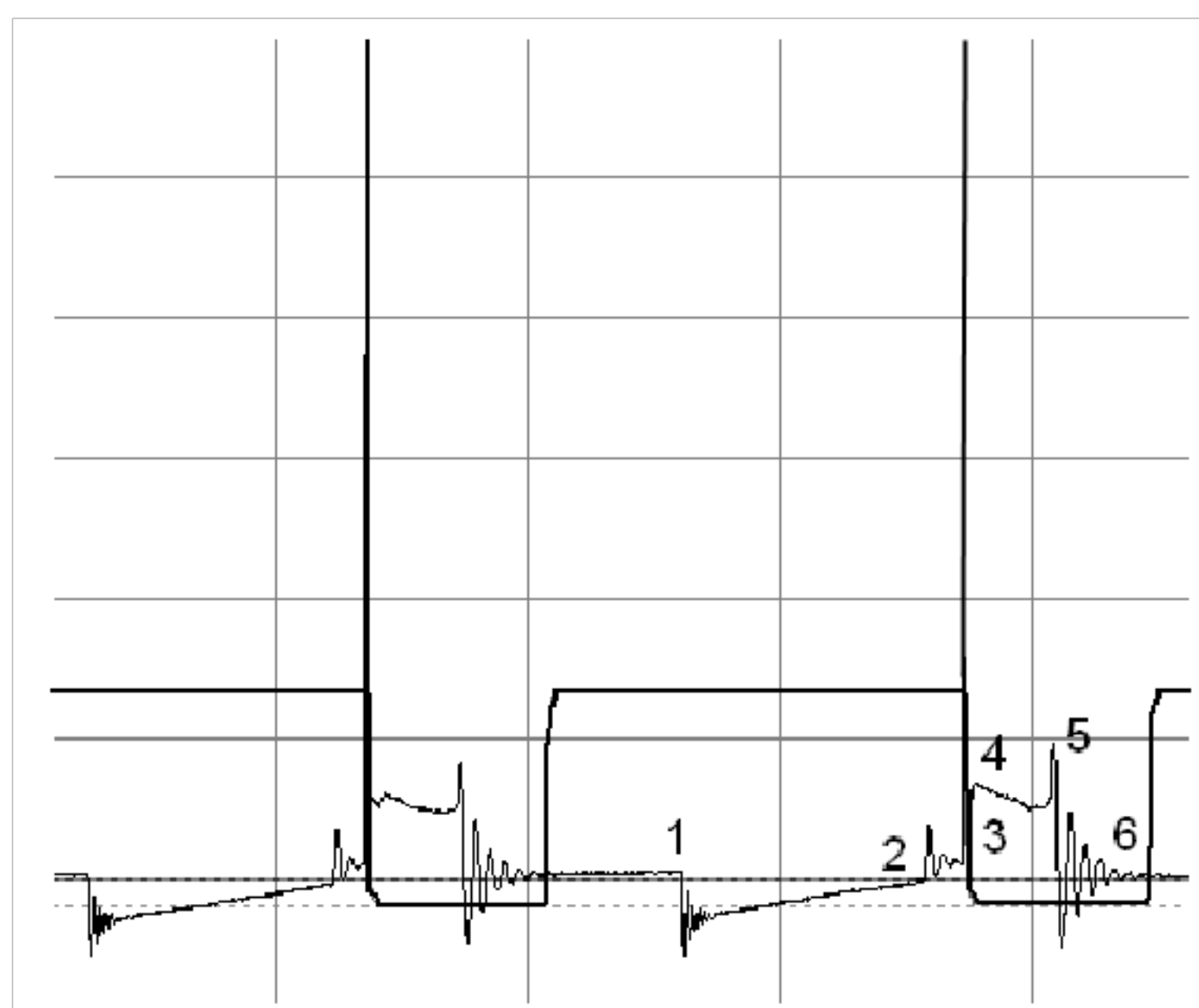


Рис. 10. Диаграмма датчика Холла и вторичной цепи зажигания при 3000об/мин

При прохождении окна ротора 1 около постоянного магнита датчика Холла на выходе этого датчика напряжение 0,4 В, а при прохождении щетки 2-9 В (рис.9,10).

Чтобы обеспечить малое время накопления и одновременно увеличить значение запасаемой энергии, в транзисторных системах зажигания используются катушки с низким значением сопротивления первичной обмотки (обычное значение $R_n = 0,3 - 0,5 \text{ Ом}$), в этом случае максимальное значение тока в первичной обмотке может достигать значения $I = U/R = 12/0,3 = 40 \text{ А}$. При таком большом токе энергия тратится бесполезно на нагрев катушки, особенно на низких оборотах двигателя. Поэтому электронный блок коммутатора ограничивает ток на уровне $6 \div 10 \text{ А}$ (рис.9,10).

Ротор распределителя зажигания имеет соотношение шторка–окно 70:30%, тем самым обеспечивается постоянный УЗСК. Однако на высоких оборотах двигателя время замкнутого состояния может оказаться недостаточным для нарастания тока в первичной обмотке до необходимого уровня (из-за индуктивности катушки), и искра начинает слабеть или вообще пропадать.

1.4.2.2. Транзисторная система зажигания с индукционным датчиком

магнита 3 и обмотки 4 (рис.11).

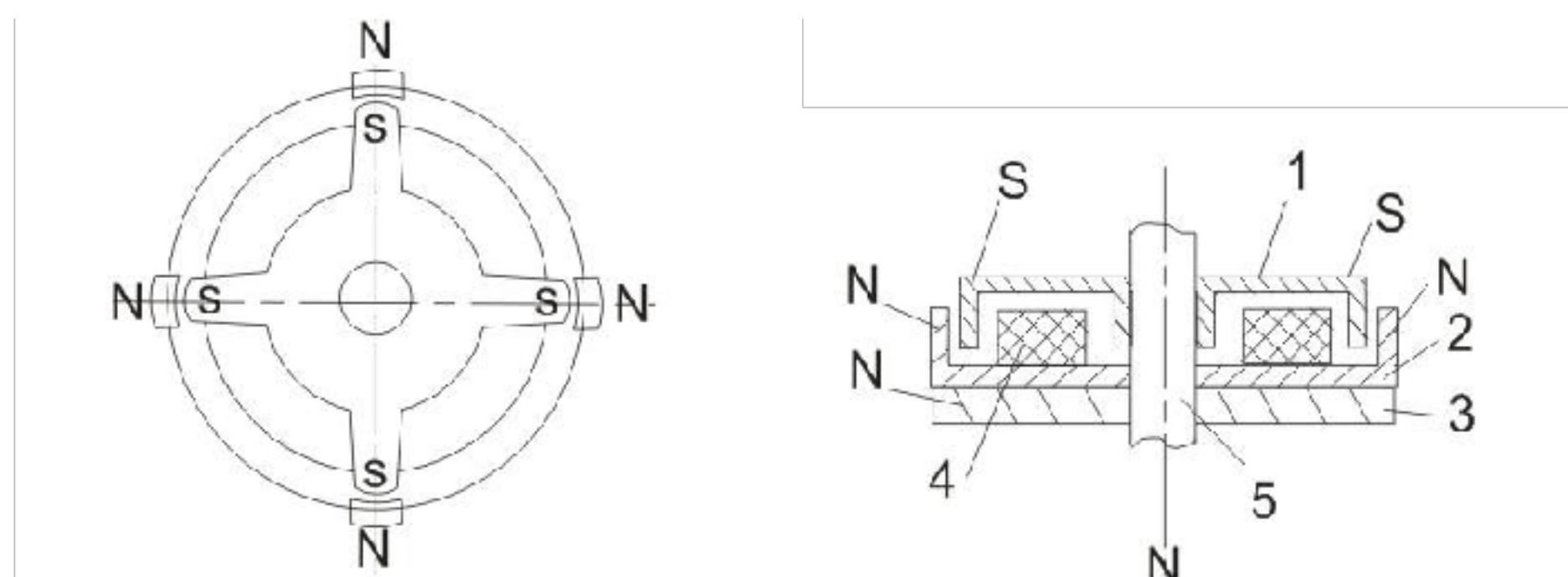


Рис. 11 . Схема индукционного датчика: 1 – ротор; 2 – статор; 3 – постоянный магнит; 4 – обмотка статора; 5 – вал распределителя зажигания.

Ротор 1 закреплен на валу распределителя зажигания и вращается вместе с ним. Ротор имеет заостренные загнутые зубья. Их количество соответствует количеству цилиндров двигателя. Статор 2 выполнен из пластины с загнутыми зубьями. К нижней части статора крепится постоянный магнит 3, а к верхней – обмотка 4.

При вращении зубчатого ротора в обмотке датчика индуцируется переменное напряжение (рис.12). Когда один из зубьев ротора приближается к зубу статора, магнитный поток резко увеличивается, и индуцируемое в обмотке напряжение достигает максимального значения. Известно, что величина индуцируемого напряжения зависит от скорости изменения магнитного потока, т.е. от первой его производной. При совпадении средних линий зубьев ротора и статора магнитный поток меняет направление, и производная становится равной нулю. Поэтому напряжение начинает резко изменяться в противоположном направлении.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

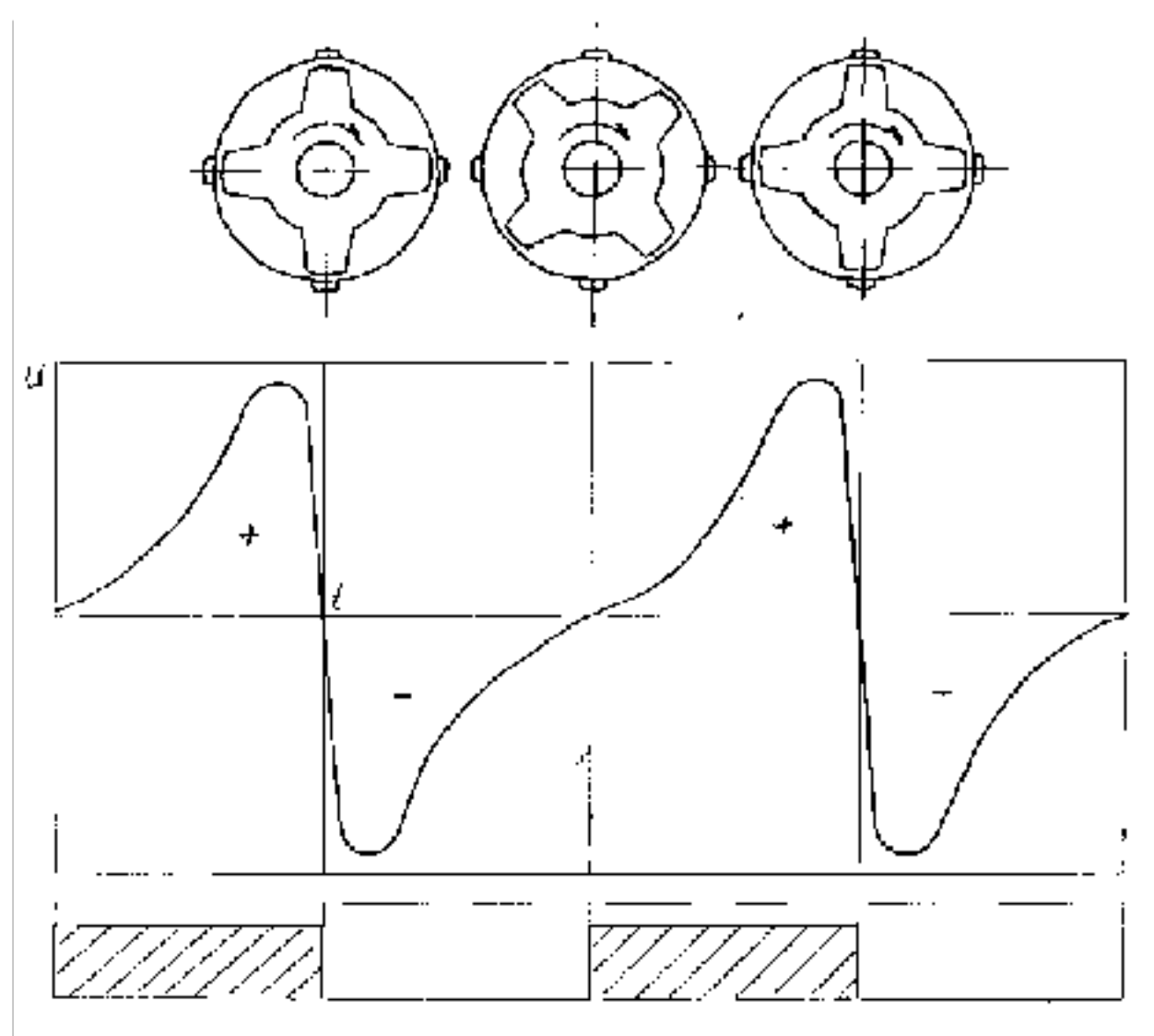


Рис.12. Изменение напряжения на обмотках катушки индукционного датчика в зависимости от угла поворота ротора: U – управляющее напряжение; t -момент возникновения искры, I – управляющий ток..

Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индукционным датчиком представлена на рис.13. Данная система работает следующим образом. С индукционного датчика на транзистор коммутатора подаются сигналы переменного напряжения. Положительные полупериоды этого напряжения открывают транзистор, и первичная обмотка катушки зажигания замыкается на «массу». При прохождении амплитуды через точку $U=0$, транзистор закрывается, что приводит к размыканию первичной цепи катушки зажигания и возникновению искры.

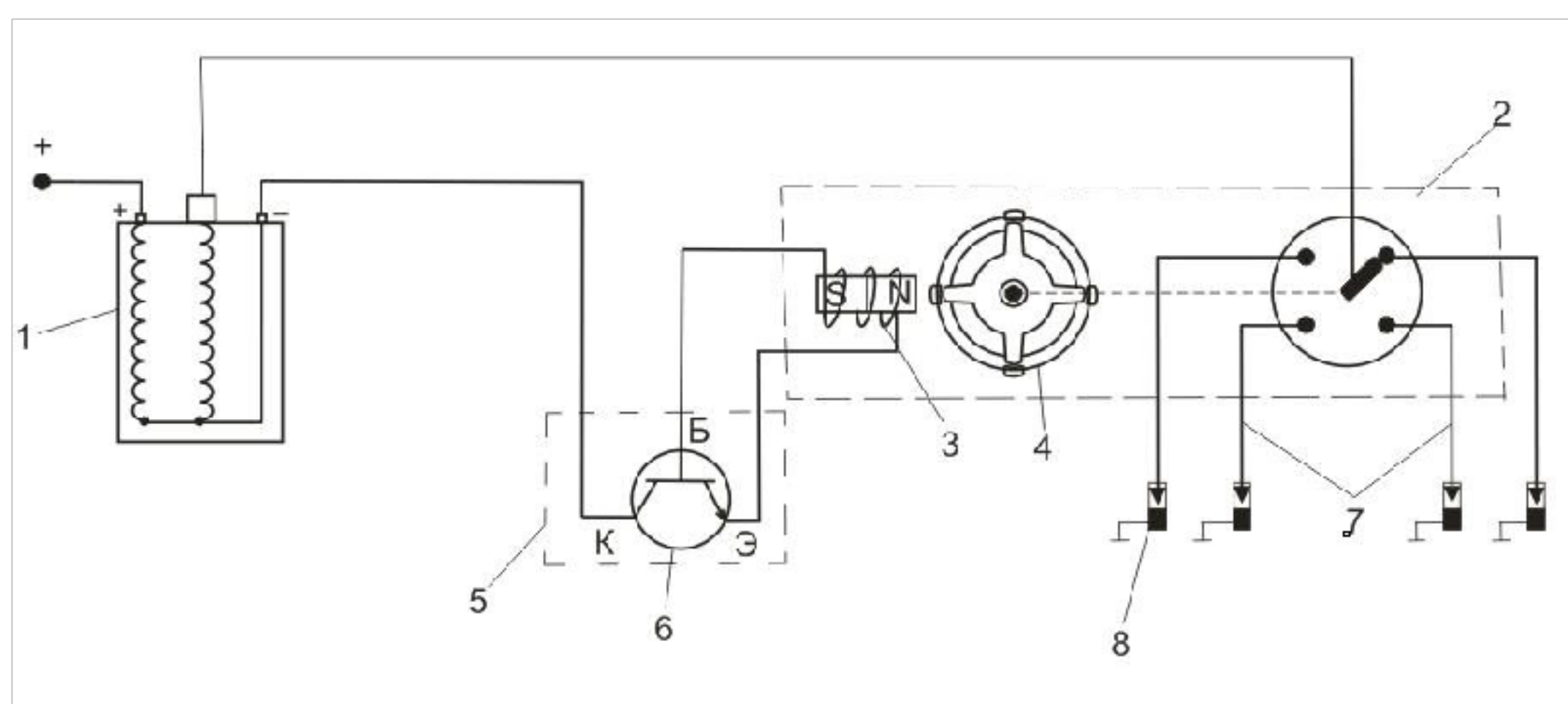


Рис. 13. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индуктивным датчиком: 1-катушка зажигания; 2-распределитель зажигания; 3-индукционный датчик; 4-зубчатый ротор; 5-коммутатор; 6-транзистор; 7-высоковольтные провода; 8-свечи зажигания

1.4.3. Микропроцессорная система зажигания «холостая искра»

Микропроцессорные системы зажигания позволяют более точно определить оптимальный угол опережения зажигания, обеспечивая тем самым улучшение динамических характеристик автомобиля, топливную экономичность и снижение вредных выбросов в атмосферу. А поддержание угла опережения зажигания на пороге начала детонации позволяет обеспечить повышение мощности и приемистости двигателя.

Блок – схема микропроцессорной системы зажигания «холостая искра» представлена на рис.14 и состоит из датчиков, электронного блока управления (ЭБУ), катушек зажигания, высоковольтных проводов и свечей зажигания.

Угол опережения зажигания рассчитывается блоком управления на основе информации от датчиков частоты вращения и положения коленчатого вала n , нагрузки на двигатель P, Q , температуры охлаждающей жидкости $t_{ж}$, детонации $Дет$, учитывается также величина напряжения аккумуляторной батареи U . Если напряжение аккумулятора отличается от эталонного, то в момент включения катушки угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) сдвигается вперед или назад для достижения постоянной мощности разряда.

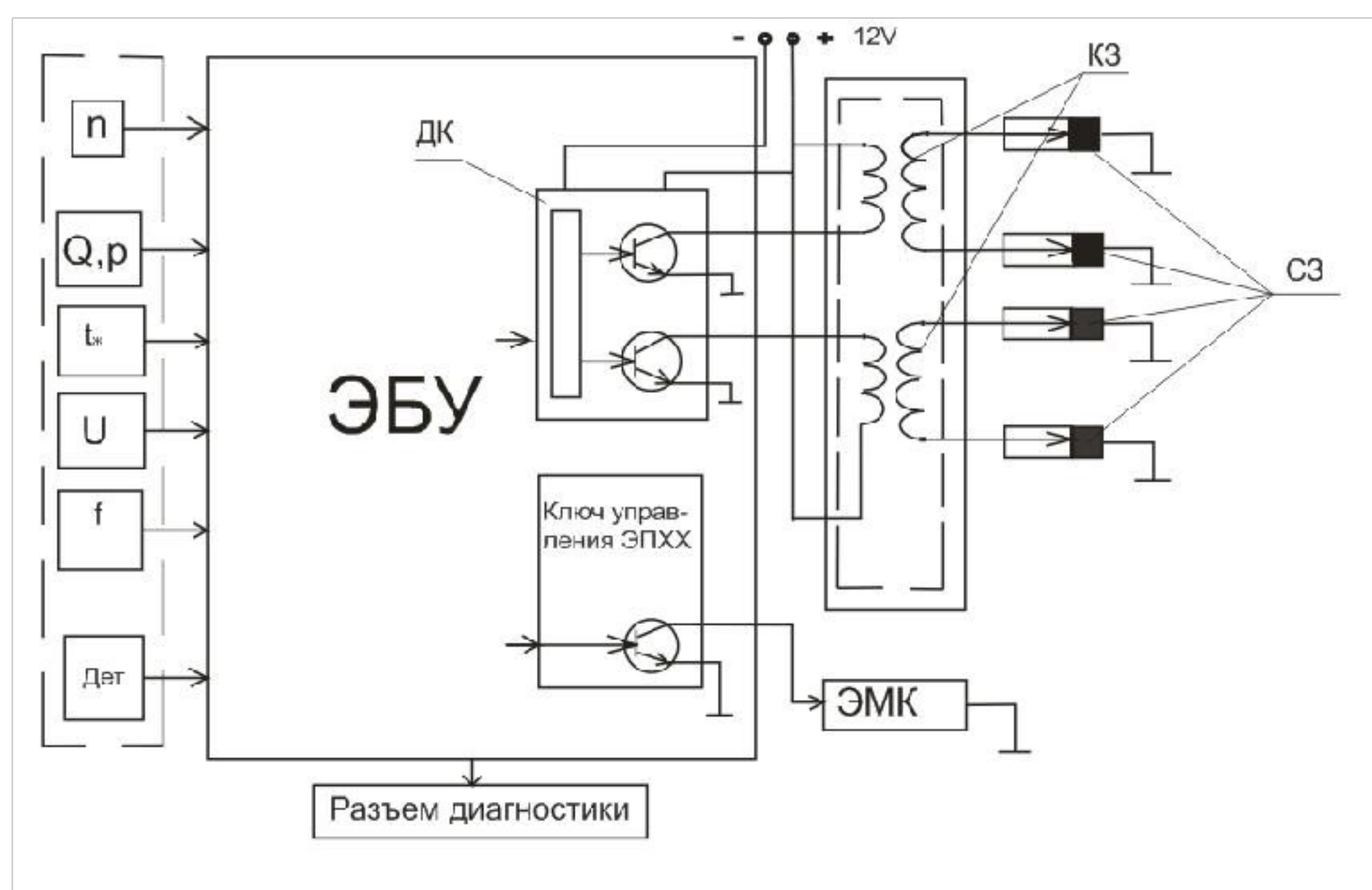


Рис. 14. Блок-схема микропроцессорной системы зажигания: n – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; Q, P – датчик нагрузки на двигатель; $t_{ж}$ – датчик температуры охлаждающей жидкости; U – сигнал напряжения аккумулятора; $Дет$ – датчик детонации; f – конечный

выключатель дроссельной заслонки; ЭБУ – электронный блок управления; ДК – двухканальный коммутатор; КЗ - катушки зажигания; СЗ – свечи зажигания; ЭМК – электромагнитный клапан системы ЭПХХ карбюратора.

Датчик частоты вращения и положения коленчатого вала устанавливается рядом с маркерным диском и предназначен для определения частоты вращения коленчатого вала (КВ) и положения 1-го и 4-го цилиндра относительно ВМТ. Для этого маркерный диск имеет два пропущенных зуба, которые обычно не доходят до ВМТ на угол 120град.

Нагрузка на двигатель определяется с помощью датчика абсолютного давления во всасывающем коллекторе или датчика расхода воздуха.

Импульсные сигналы от датчика частоты вращения и положения коленчатого вала поступают во входной формирователь, который преобразует их в импульсы прямоугольной формы.

При создании нового двигателя разработчики проводят его испытание в полном диапазоне скоростей и нагрузок. Для каждого сочетания скорости и нагрузки и при фиксированной температуре охлаждающей жидкости (прогретый двигатель) определяют оптимальное значение угла опережения зажигания. Полученные данные в виде матрицы записываются в ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) электронного блока управления (ЭБУ).

После получения информации о частоте вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель блок управления выбирает из матрицы, записанной в ПЗУ, необходимый в данный момент угол опережения зажигания. Затем выбранное значение корректируется в зависимости от температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха путем умножения базового значения УОЗ на коэффициент коррекции по температуре охлаждающей жидкости (чем ниже температура, тем выше УОЗ). Коэффициент коррекции по температуре также записан в одной из матриц ПЗУ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Способ распределения высоковольтной энергии одновременно к двум свечам зажигания называют методом «Waste Spark», т.е. – «холостая искра» (рис.14).

Когда вторичная обмотка получает сигнал на разряд, искры происходят сразу в двух цилиндрах. Разряд одной свечи происходит в цилиндре, где заканчивается такт сжатия, а второй свечи – в цилиндре, где заканчивается такт выпуска. Первая свеча поджигает рабочую смесь, а вторая искра тратится вхолостую. Полярность искры будет правильным только в одной свече, а в другой - неправильным, так как направление тока будет обратным. Центральный электрод должен быть положительным, а периферийный – отрицательным. Напряжение вторичной обмотки составляет 37кВ, что вполне достаточно для поддержания разряда в двух свечах одновременно. Из-за наличия «холостой искры» свечи изнашиваются быстрее, и поэтому их приходится заменять каждые 20 тыс. км пробега. Первичная обмотка катушки зажигания имеет сопротивление $0,5 \div 0,05$ Ом, а вторичная – от 11 до 16 кОм.

1.4.4. Микропроцессорные системы зажигания с индивидуальными катушками

В системе зажигания с индивидуальными катушками каждая свеча зажигания обслуживается отдельной катушкой зажигания (рис. 15).

При замыкании первичной обмотки и из-за медленного нарастания тока в ней, во вторичной обмотке индуцируется относительно невысокое напряжение порядка 1-3 кВ. В системах зажигания с индивидуальными катушками этого напряжения достаточно для возникновения искрового разряда между электродами свечи зажигания и воспламенения рабочей смеси. Это может привести к повреждению двигателя.

Для предотвращения образования искры последовательно в цепь вторичной обмотки катушки зажигания устанавливается подавительный диод 8 (рис.15).

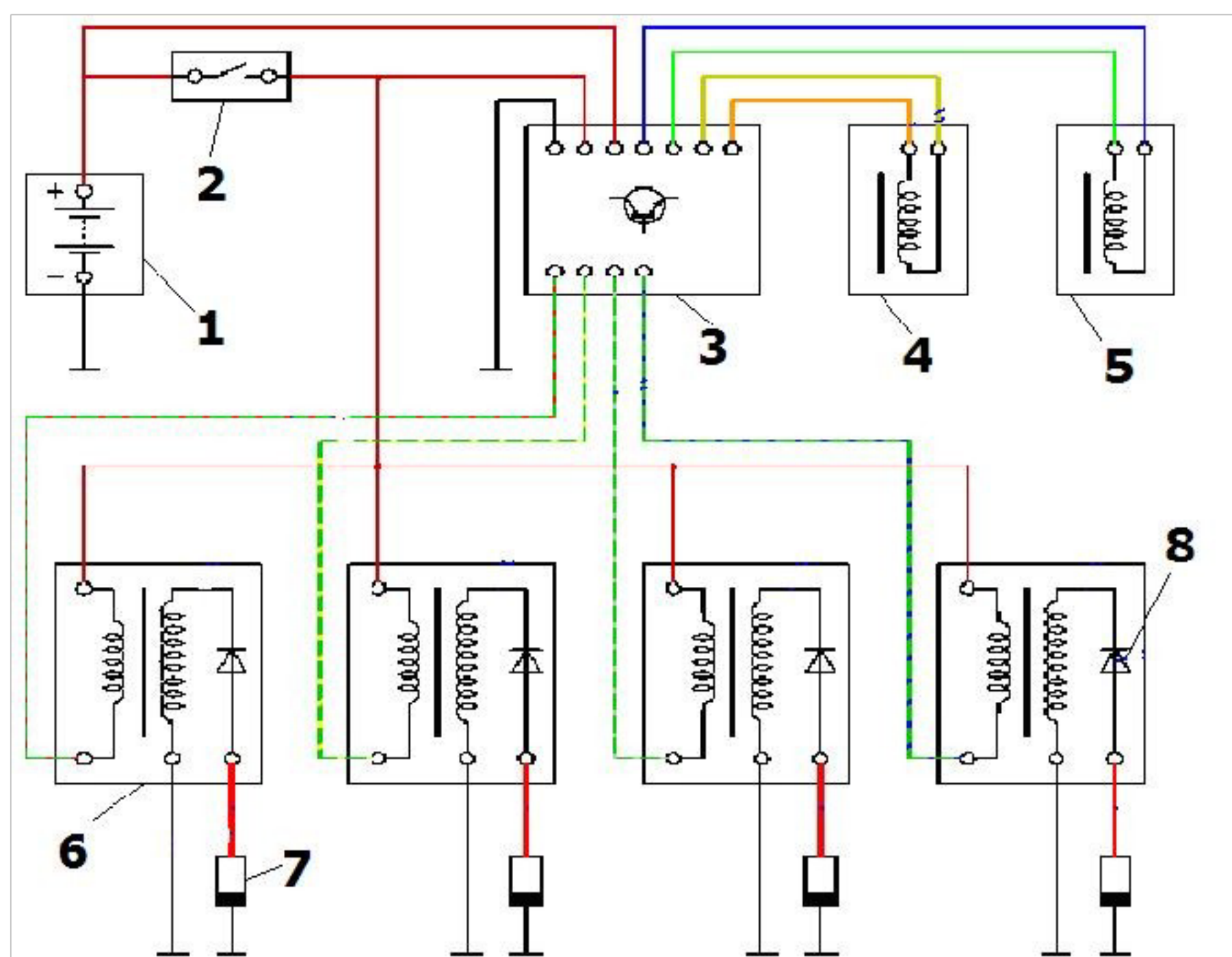


Рис. 15. Система зажигания с индивидуальными катушками: 1-аккумулятор; 2-замок зажигания; 3-блок управления; 4-датчик частоты вращения коленчатого вала; 5-датчик положения коленчатого вала; 6-катушка зажигания; 7-свеча зажигания; 8-подавительный диод.

При механическом распределении высокого напряжения этот разряд подавляется в искровом промежутке распределителя между бегунком и контактами на крышке распределителя зажигания. В системе зажигания «холостая искра» этот разряд подавляется за счёт высокого напряжения пробоя соединённых последовательно двух свечей зажигания.

Системы зажигания с индивидуальными катушками предпочтительно диагностировать по осциллограмме первичного напряжения. Для проведения диагностики осциллограммы напряжения снимаются путём поочерёдного подсоединения осциллографического щупа к первичным цепям катушек зажигания.

Однако в отдельных конструкциях в корпус индивидуальной катушки зажигания может быть встроен силовой каскад управления первичной

обмоткой катушки, из-за чего съём осциллограммы напряжения на первичной обмотке катушки может быть невозможен, что делает невозможным диагностику системы зажигания по первичному напряжению.

Для диагностики системы зажигания с индивидуальными катушками по вторичному напряжению, применяется универсальный накладной ёмкостной датчик, который поочерёдно устанавливается на катушки зажигания.

Индивидуальные катушки зажигания конструктивно могут быть объединены в модуль(и), который(е) устанавливается(ются) непосредственно над свечами зажигания, и крепится(ятся) к крышке головки блока цилиндров (рис. 16). Модуль индивидуальных катушек зажигания может состоять из двух-шести индивидуальных катушек. Кроме того, в модуль могут быть встроены силовые каскады управления первичными обмотками катушек, из-за чего съём осциллограмм напряжения на первичных обмотках катушек может быть невозможен.

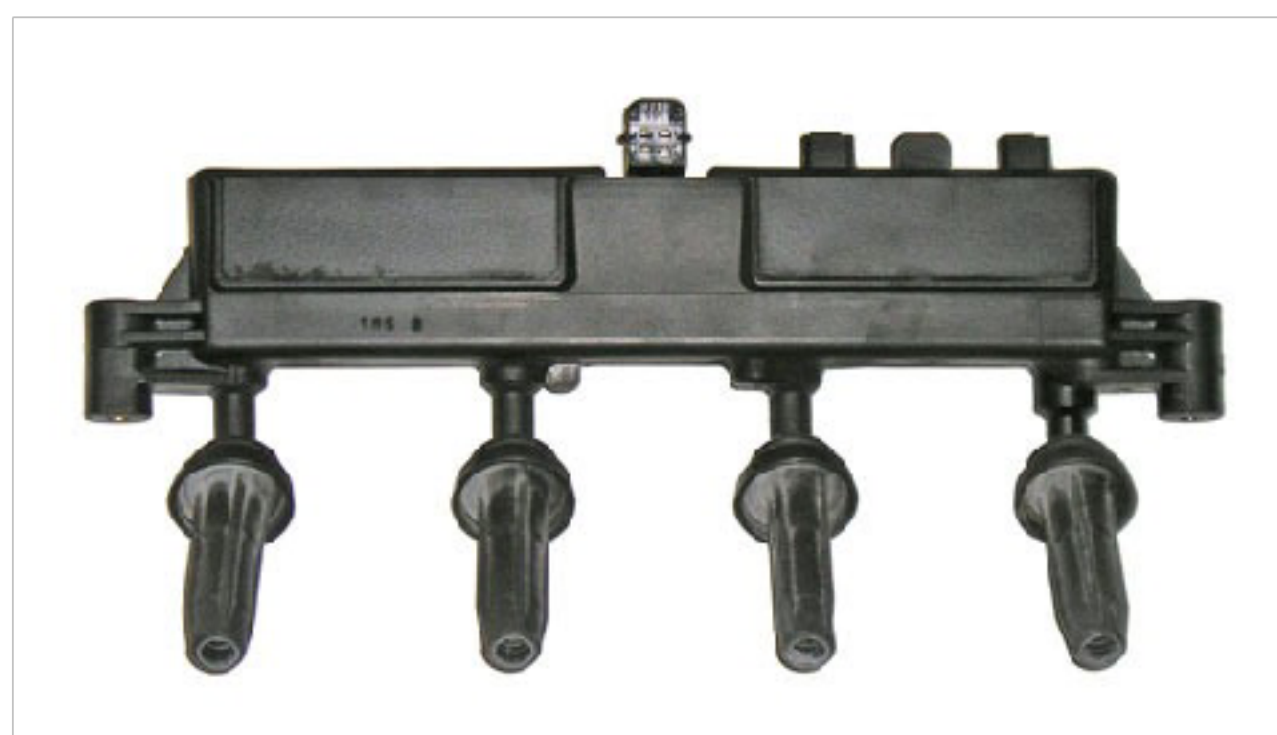


Рис. 16. Модуль индивидуальных катушек зажигания.

Для диагностики модуля(ей) индивидуальных катушек зажигания по вторичному напряжению, применяется универсальный накладной ёмкостной датчик, который поочерёдно устанавливается на катушки зажигания, встроенные в модуль.

В некоторых вариантах исполнения модулей индивидуальных катушек зажигания электрическое поле вторичных обмоток катушек конструктивно экранировано, вследствие чего съём сигнала с помощью накладных

ёмкостных пластин невозможен.

На некоторых двигателях применяется индивидуальное дистанционное зажигание, передача тока высокого напряжения от катушек к свечам зажигания обеспечивается высоковольтными проводами. В корпус катушки может быть встроен силовой каскад управления первичной обмоткой катушки, из-за чего съём осциллограммы напряжения на первичной обмотке катушки может быть невозможен, что делает невозможным диагностику системы зажигания по первичному напряжению. Такие катушки зажигания могут быть конструктивно объединены в один блок.

Для диагностики индивидуального дистанционного зажигания по вторичному напряжению, применяется универсальный накладной ёмкостной датчик, который поочерёдно устанавливается на катушки зажигания, встроенные в модуль.

В некоторых вариантах исполнения индивидуальных дистанционных катушек зажигания электрическое поле вторичных обмоток катушек конструктивно экранировано, вследствие чего съём сигнала с помощью накладных ёмкостных пластин невозможен.

Некоторые двигатели оснащаются индивидуальным двойным дистанционным зажиганием, благодаря чему существенно снижается риск детонационного сгорания, и повышается надёжность работы двигателя в целом. Каждый цилиндр такого двигателя оснащён двумя свечами зажигания (рис. 17).



Рис. 17. Индивидуальное двойное дистанционное зажигание.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Индивидуальное двойное дистанционное зажигание состоит из модулей зажигания, каждый из которых выполнен из двух индивидуальных дистанционных катушек зажигания. Каждый такой модуль обслуживает по две свечи одного цилиндра. Передачу тока высокого напряжения от катушек к свечам зажигания, обеспечивают высоковольтные провода.

Индивидуальное двойное дистанционное зажигание при проведении диагностики необходимо рассматривать как две независимые системы индивидуального дистанционного зажигания и диагностировать их поочередно.

2. Методика диагностики систем зажигания с помощью цифрового осциллографа «МОДИС ОСА 4/2»

Цель работы: изучить конструктивные особенности систем зажигания; освоить процедуру установки программного обеспечения цифрового осциллографа «ОСА»; изучить устройство и конструкцию цифрового осциллографа «ОСА»; освоить методику использования рабочей программы и порядок работы с осциллографом «ОСА»; исследовать влияние дефектов систем двигателя на величину пробивных напряжений.

2.1. Установка программного обеспечения

Для установки программы необходимо запустить файл Modis10104.exe на установочном диске программы. В появившемся окне нажать кнопку «Продолжить» и выбрать необходимые компоненты для установки (рис.18).

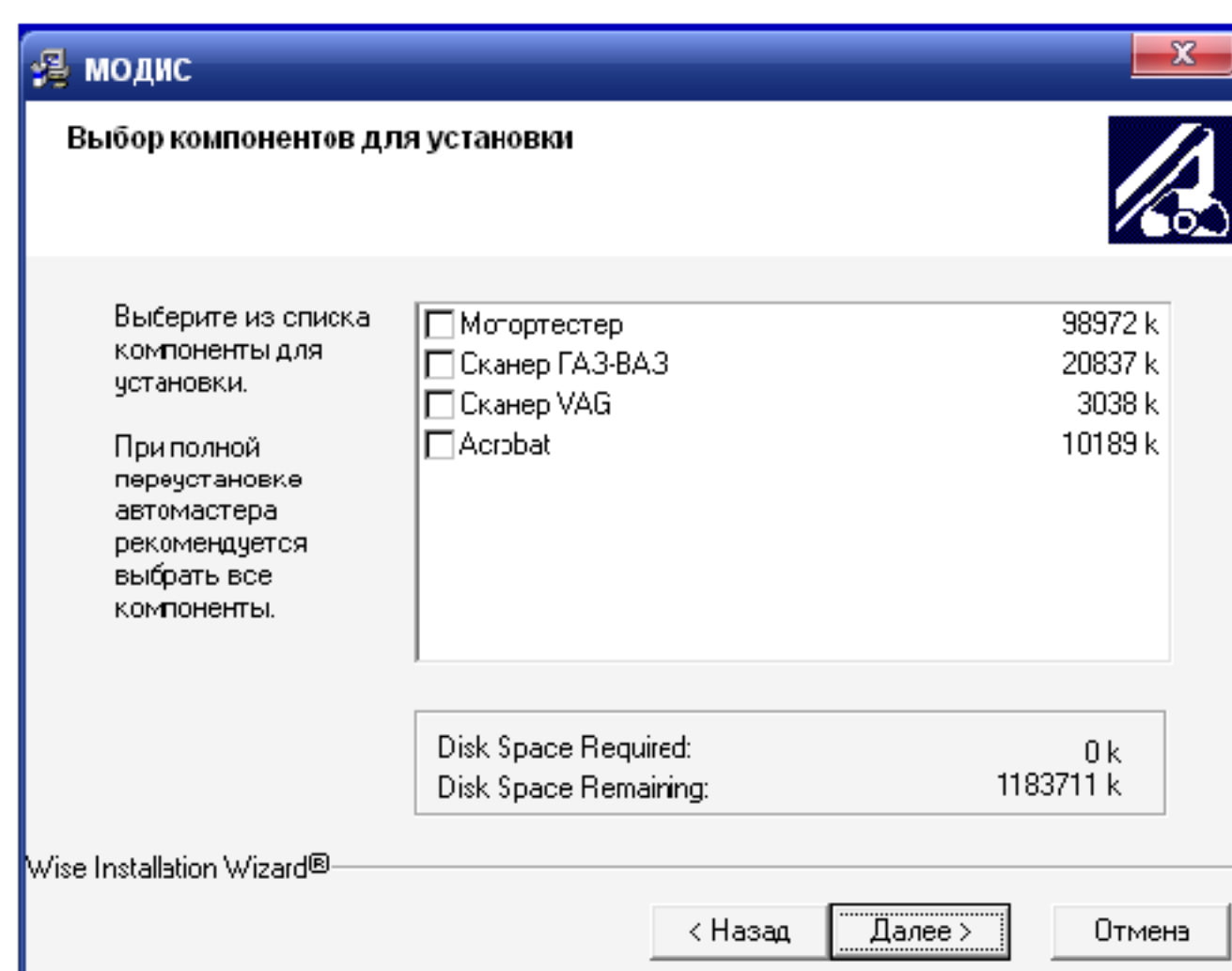


Рис.18 Выбор компонентов для установки.

Нажать кнопку «Далее» и дождаться установки программы. После установи компонентов необходимо указать название фирмы производящее обслуживание автомобилей. По умолчанию устанавливается название фирмы-производителя. Выбрать из предлагаемого списка газоанализатор (рис.19).

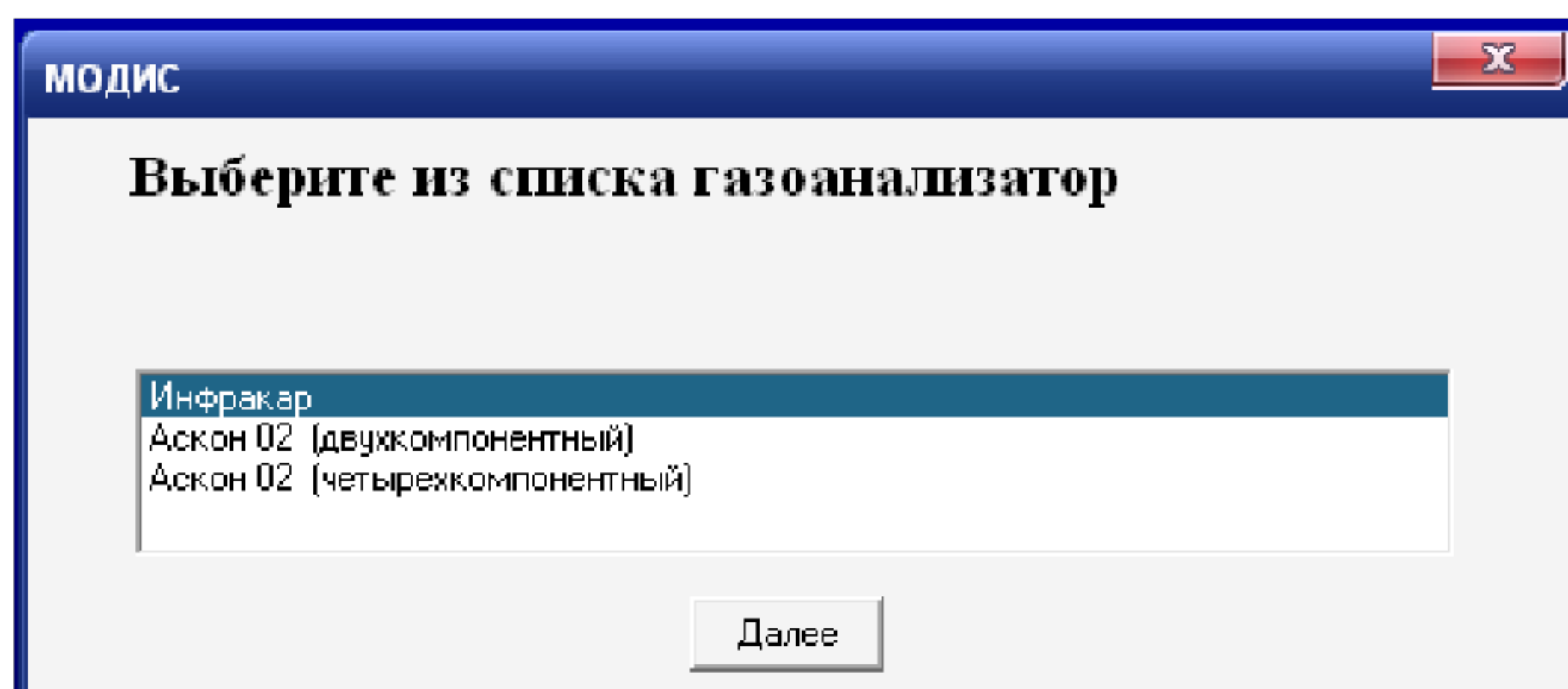


Рис. 19. Выбор типа газоанализатора.

Дождаться окончательной установки программы и нажать кнопку «Finish». По окончании установки необходимо перезагрузить компьютер.

После перезагрузки на рабочем столе появится ярлык программы осциллографа «ОСА».

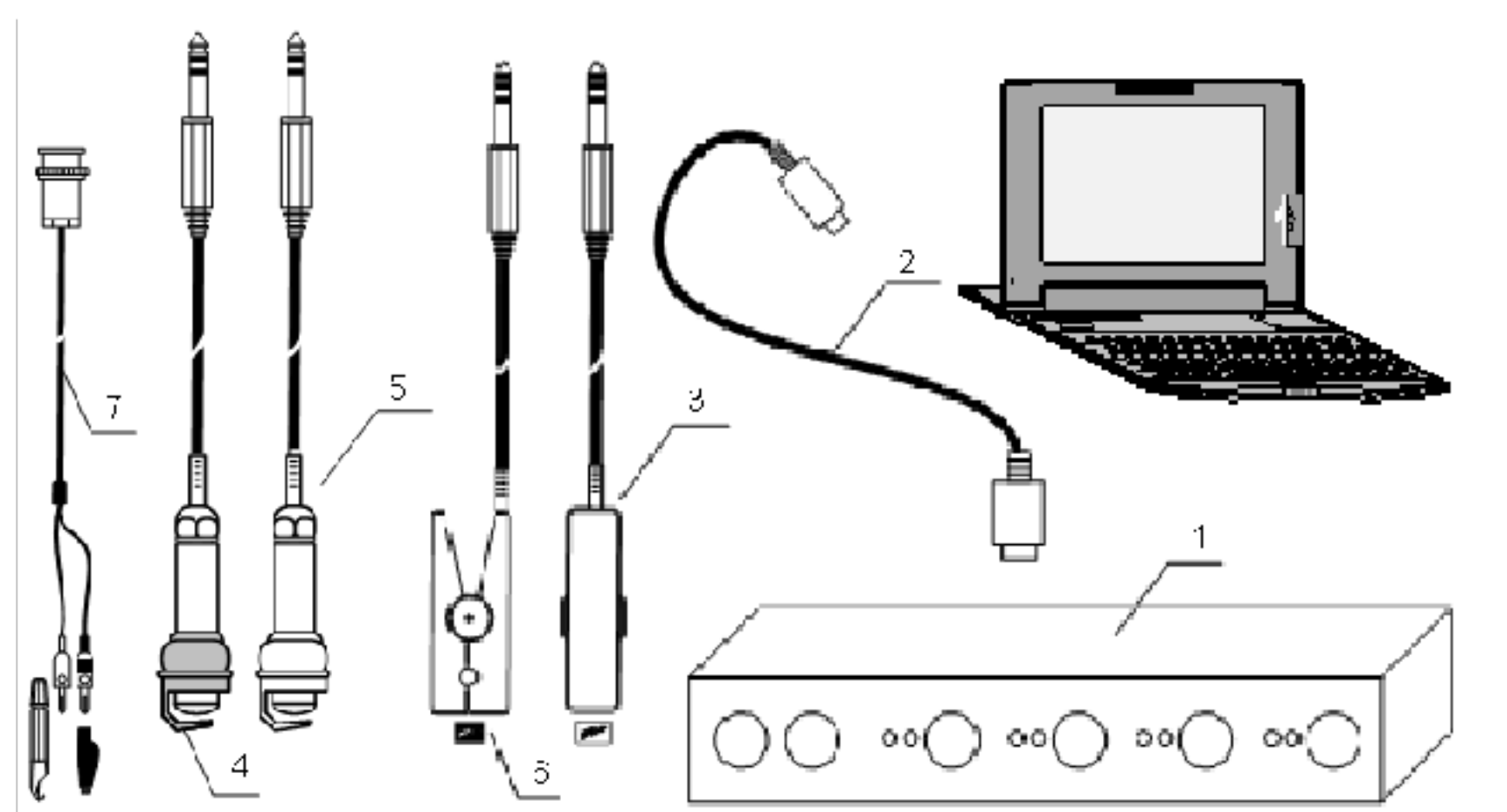


Рис. 20. Общий вид осциллографа: 1-модуль осциллографа; 2-USB-кабель; 3-датчик тока; 4,5- емкостные датчики высокого напряжения (положительный и отрицательный); 6-датчик первого цилиндра; 7-универсальный кабель.

Осциллограф представляет собой модуль обработки 1, подключаемый к компьютеру через кабель USB 2. К модулю обработки подключаются емкостные датчики высокого напряжения с положительной и отрицательной полярностью 4,5 и индуктивный датчик синхронизации 6, датчика тока 3, а также четыре универсальных кабеля с комплектом переходников 7.

На ПК устанавливается программное обеспечение осциллографа.

Модуль обработки обеспечивает нормирование входных сигналов осциллографа, защиту от перенапряжений и фильтрацию от помех. На задней панели модуля расположен разъем интерфейса USB для подключения к ПК, а также светодиод, индицирующий питание модуля.

На рис. 21 изображена передняя панель модуля обработки осциллографа.

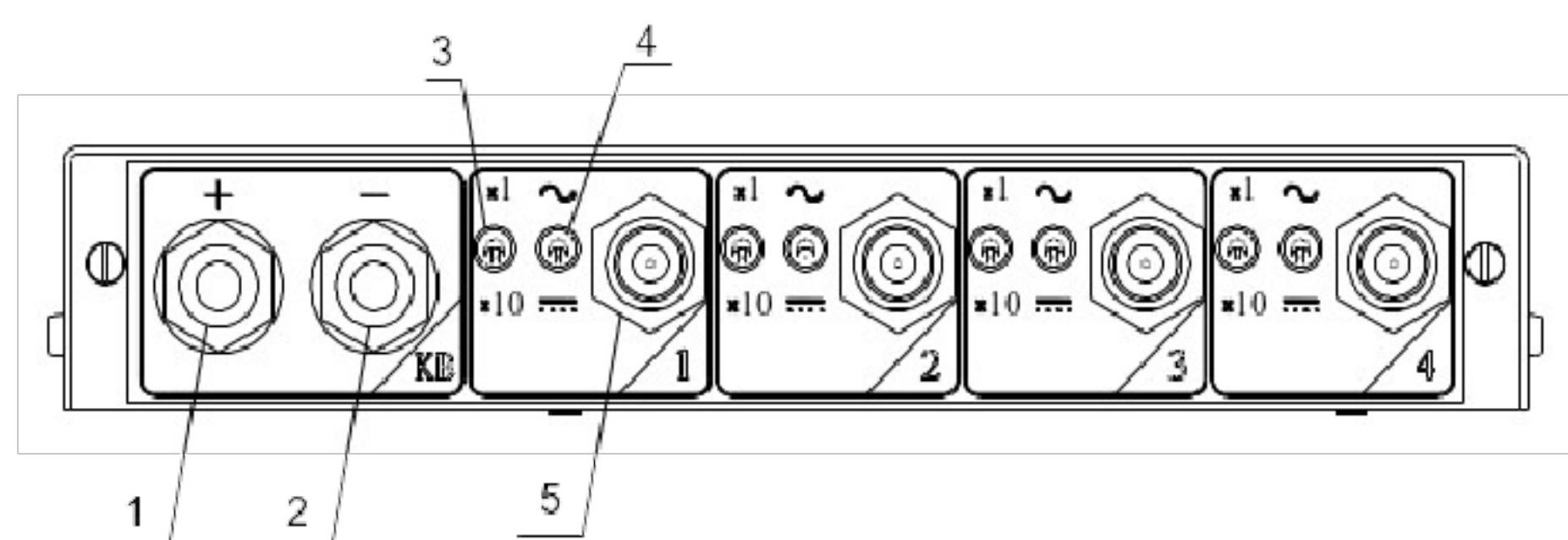


Рис. 21. Модуль обработки сигналов: 1,2- разъемы для подключения датчика высокого напряжения положительной и отрицательной полярности; 3-тумблер переключения диапазона измеряемого напряжения; 4-тумблер

переключения типа входа; 5-разъем для подключения универсальных кабелей и датчиков.

Цвет разъемов на лицевой наклейке модуля обработки соответствуют цвету лучей на экране осциллографа.

Разъемы KB+ и KB- (рис.21) предназначены для подключения датчика высокого напряжения положительной и отрицательной полярности (рис.21). Оба этих входа образуют белый луч на экране осциллографа, предназначенный для просмотра сигнала вторичной цепи системы зажигания.

Каждому разъему канала (рис.21) на модуле обработки соответствует цвет луча осциллографа. Данные каналы осциллографа являются универсальными и предназначены для просмотра любых сигналов в диапазоне технических характеристик осциллографа.

Тумблер $\times 1/\times 10$ (рис.21) изменяет диапазон входного напряжения 50В/500В. Тумблер $\sim/-$ (рис.21) изменяет тип входа канала – закрытый/открытый.

Если тумблер делителя канала установлен в положение “ $\times 10$ ”, то значения измеряемых напряжений для данного канала необходимо умножать на 10 для получения реальных значений.

2.4. Рабочая программа осциллографа «ОСА»

Рабочая программа обеспечивает взаимодействие модуля обработки с компьютером, а также выполняет необходимые математические преобразования и вывод на экран монитора.

Внешний интерфейс осциллографа изображен на рис. 22 и включает экран (поз.7), пять групп управляющих элементов (поз.1–поз.5) и управляющий элемент для просмотра/прокрутки сигнала, сохраненного в памяти (поз.6):

Нижняя группа кнопок “Автоустановки” (7) предназначена для автоматической настройки ручек развертки по амплитуде и времени для удобного отображения выбранных активных каналов. Для канала, по которому выбрана текущая синхронизация, возможны следующие виды режимов автоустановки: четыре периода, один период, нарастающий фронт синхронизации, спадающий фронт синхронизации.

Выпадающий список “Послесвечение” (8): послесвечение отображается одновременно для всех активных каналов. Поддерживаются следующие виды послесвечения: отключено, быстрое, среднее, медленное, всегда.

Группа управляющих элементов 2 (рис.22) состоит из двух групп кнопок, двух управляющих ручек и выпадающего списка (рис.24).

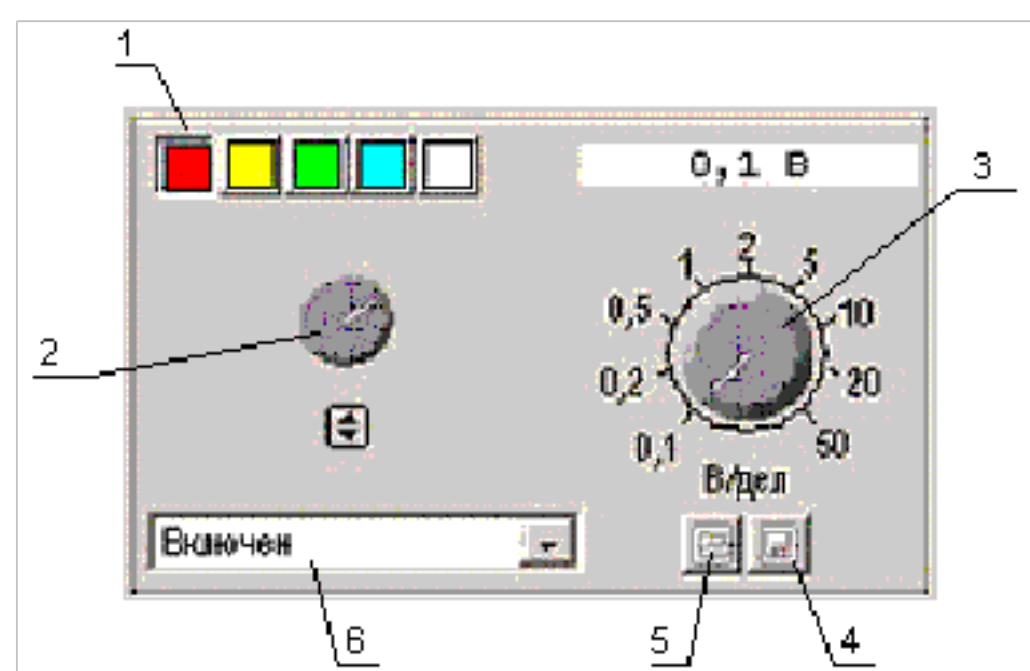


Рис. 24. Группа управляющих элементов.

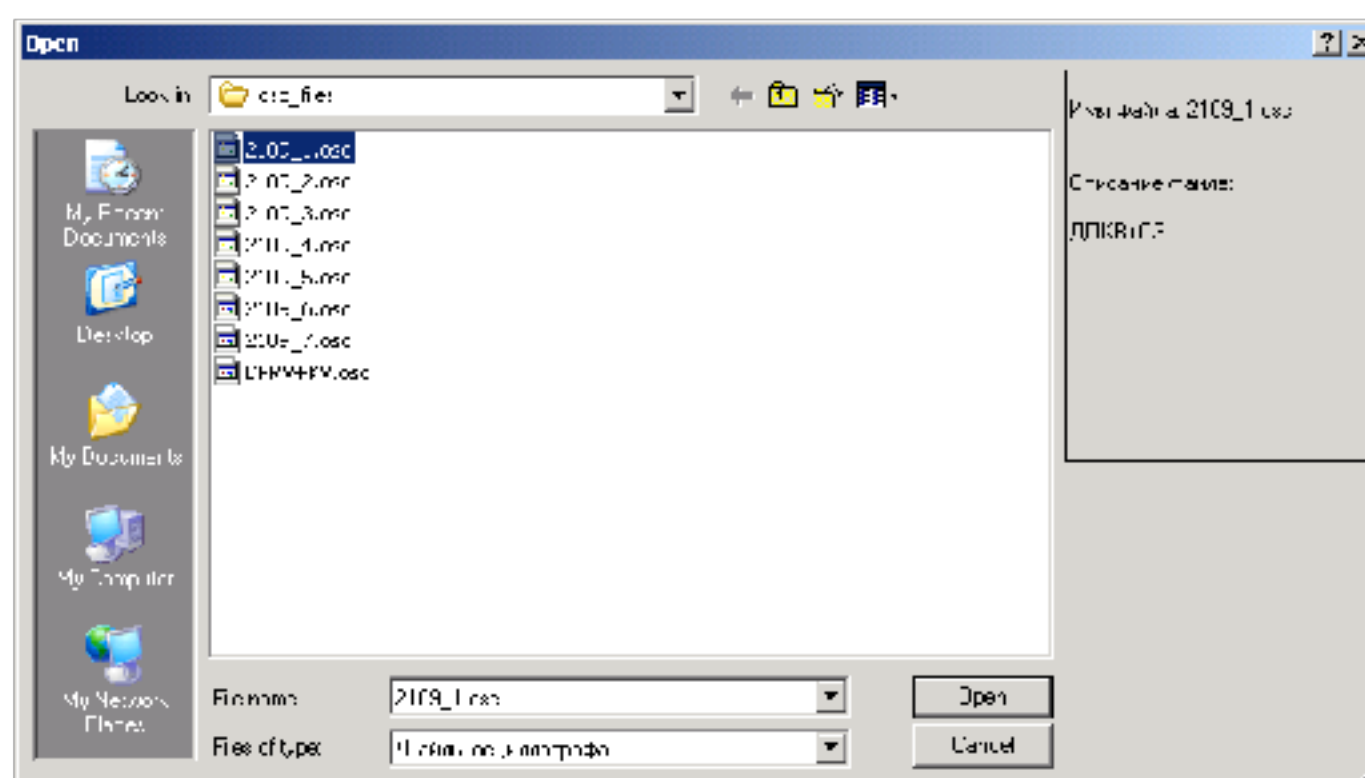
Верхняя группа кнопок (1) предназначена для выбора активного луча. Смещение луча на экране ручкой (2) и масштаб по вертикали ручкой (3) действуют для выбранного активного луча. Кнопки 4 и 5 предназначены для загрузки и сохранения сигнала активного луча.

Выпадающий список управляет лучом: включение, отключение, отображение сигнала из файла, дифференциальное включение (1+2 и 3+4).

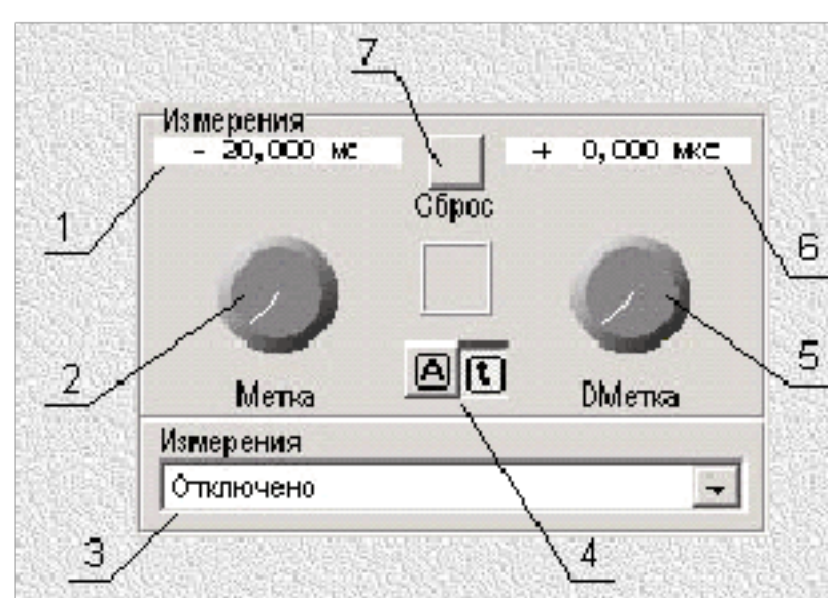
Сохранение и открытие осциллограмм доступно двумя разными способами – по кнопкам в управляющей группе 1 и по кнопкам в группе 2. Разница в следующем: в группе 1 кнопка “сохранить в файл” работает сразу для всех “включенных” на данный момент каналов, соответственно кнопка

“открыть файл” в данном меню откроет сохраненные данные сразу

При сохранении данных предлагается ввести описание к файлу, при открытии – описание файла выводится в меню “открыть файл” справа (рис.25).



Группа измерения 3 (рис.22) предназначена для управления метками и включением отключением измерений (рис.26).



Установка позиций метки и дельта-метки производится активацией соответствующей ручки (2) или (5) (нажать на нее мышкой), а затем двойным щелчком в рабочей области на экране ПК. Появившаяся линия может быть точно перемещена при помощи стрелок на клавиатуре или вращением соответствующей ручки (2 или 5). Кнопки A и t (4) определяют тип измерений для меток: A – амплитуда, t – время. Метка (2) отображает в окне (1) смещение положения метки относительно нулевой линии (по амплитуде), или начала развертки (по времени). Дельта – метка - смещение относительно

метки в окне (6). При работе меток по амплитуде в центре группы отображается цвет луча, относительно нулевой линии которого, проводятся измерения. Кнопка сброс удаляет метки с экрана.

Выпадающий список (3) включает/отключает автоматическое измерение следующих параметров активного луча: максимум и минимум сигнала, значение амплитуды от пика до пика.

Группа управления синхронизацией 4 (рис.22) предназначена для управления синхронизацией, запуском и остановкой сбора данных осциллографом (рис.27).

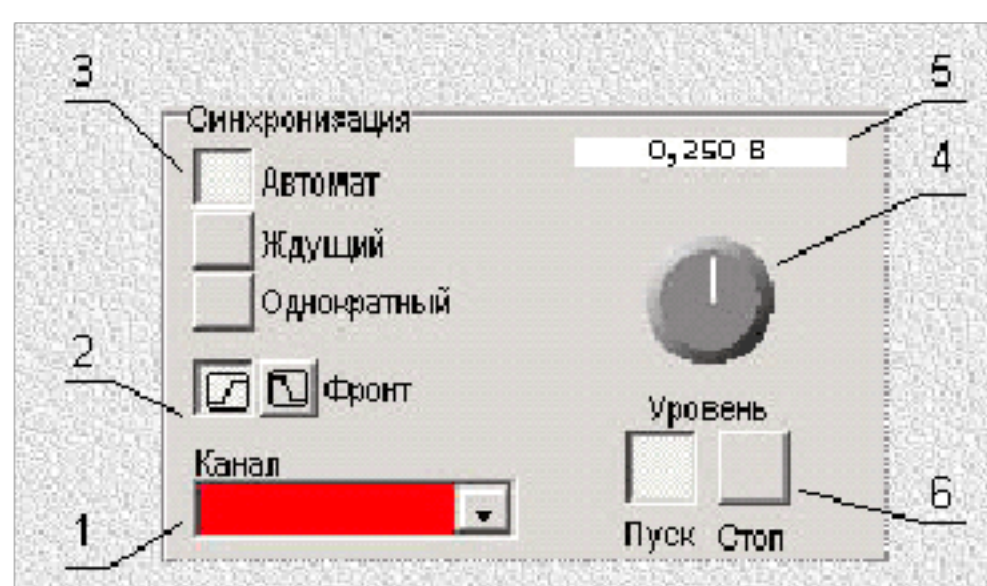


Рис. 27. Группа управления синхронизацией.

В выпадающем списке (1) выбирается луч осциллографа, по которому производится синхронизация. Кнопки (2) указывают фронт текущей синхронизации. Кнопки (3) указывают тип синхронизации: автоматическая, ждущая, однократная.

Ручка управления (4) задает уровень синхронизации, текущее значение уровня отображается в числовом поле (5). В рабочей области отображается маркер синхронизации в виде треугольника, перемещаемого по вертикали по линии начала развертки.

Две кнопки (6) служат для запуска и остановки развертки осциллографа.

Если сбор данных не производится (нажата кнопка стоп), то осциллограф находится в режиме просмотра набранных или загруженных из файла данных.

Группа элементов 5 (рис.22) предназначена для управления разверткой осциллографа (рис.28).

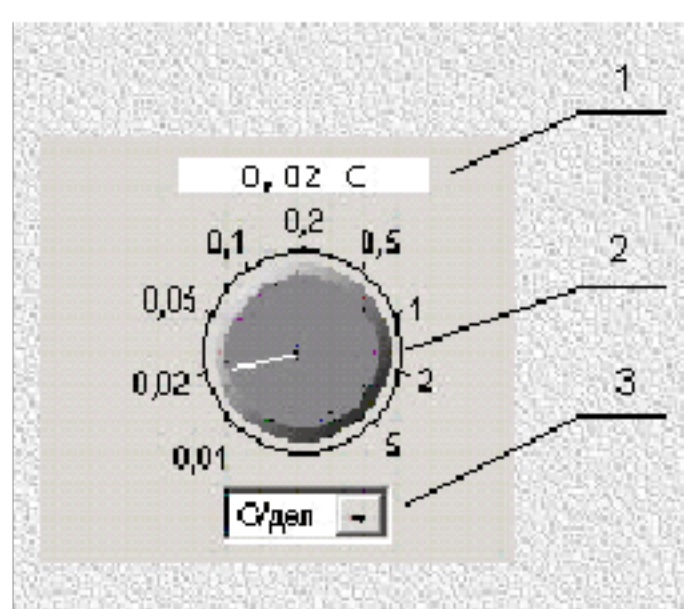


Рис. 28. Группа управления разверткой.

Ручкой (2) выбирается коэффициент развертки, текущее значение выводится в поле (1). Выбор диапазона миллисекунды или секунды производится в выпадающем меню (3).

Управляющий элемент для просмотра сигнала расположен над группами управляющих элементов (рис.22 поз.6). Служит для просмотра/прокрутки набранных данных. Управляет позицией экрана относительно всего сигнала. Смещение текущего значения начала развертки на экране от реального начала развертки сохраненного сигнала отображается в цифровом поле справа.

На рабочей области экрана (рис.29) отображаются: начало развертки осциллограмм сигналов (1); нулевые оси лучей (3); лучи сигналов (2); метка синхронизации (4); метка и дельта-метка (5 и 6); измеряемые параметры сигнала(7).

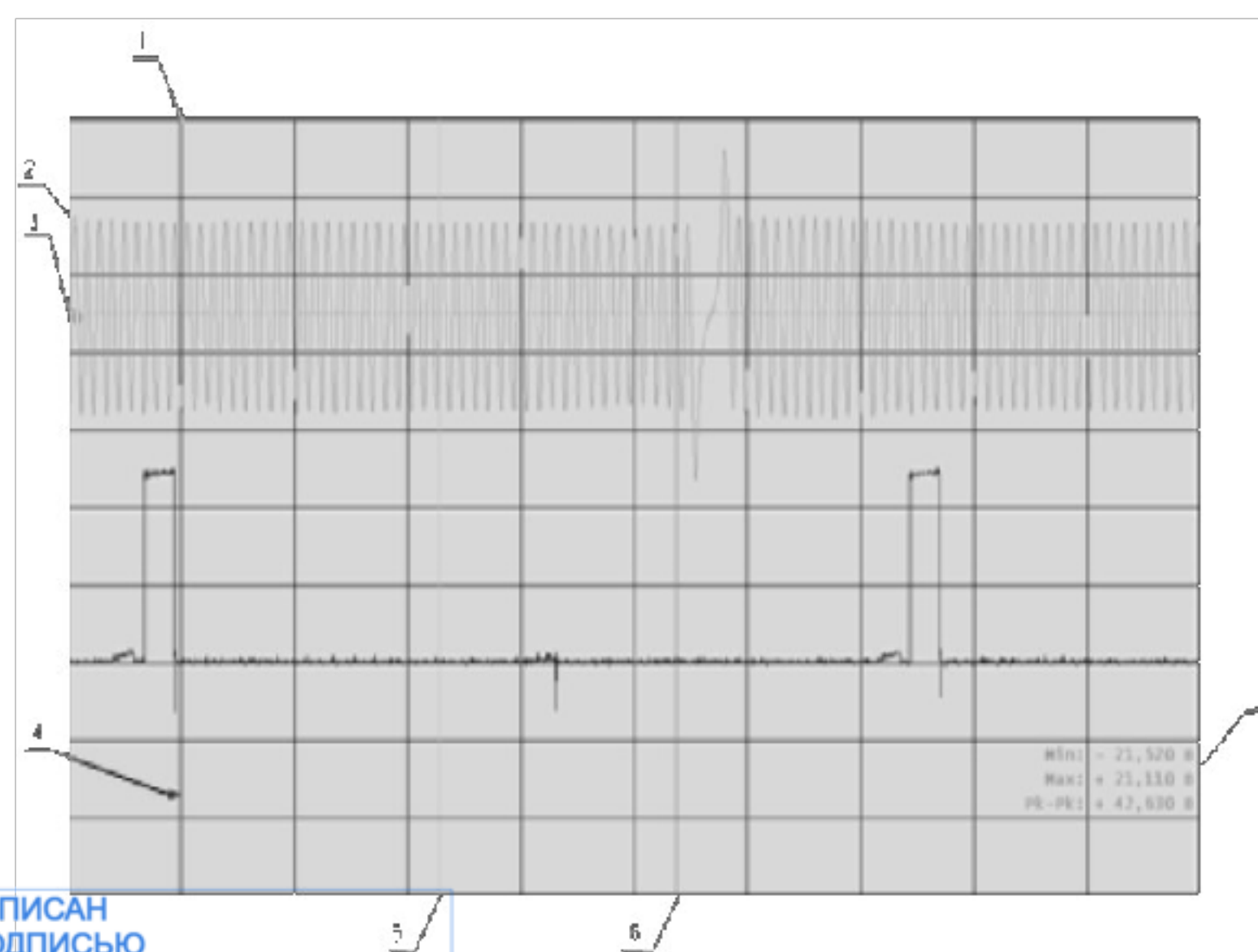


Рис. 29. Рабочая область экрана.

Осциллограммы и соответствующие им оси развертки лучей имеют одинаковый цвет. Метка синхронизации меняет свой цвет в зависимости от луча синхронизации.

Сетка делений имеет 10 делений по вертикали и 10 делений по горизонтали, одно из которых находится перед осью синхронизации (предыстория). При смещении метки синхронизации за пределы экрана появляется аналогичная метка треугольной формы, указывающая направление положения метки.

При смещении оси развертки активного луча за пределы экрана также появляется маркер треугольной формы, указывающий направление положения оси.

Нажатие правой кнопки мыши вызывает активизацию ручек метки и дельта метки поочередно.

Двойное нажатие левой кнопки мыши в рабочей области экрана при активной ручке метки или дельта метки, вызывает установку метки или соответственно дельта метки в то место, где находится курсор мыши.

В режиме просмотра, нажатие и удерживание правой кнопки мыши с перемещением мыши вправо или лево, сдвигает сигнал относительно экрана. Это же действие выполняет управляющий элемент под рабочей областью экрана.

2.5. Порядок работы с осциллографом «ОСА»

Запустить программу «Модис» на рабочем столе. В появившемся окне «Главное меню» выбрать марку автомобиля (рис.30).

