

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система измерительная «ИС-ДВС-1»

#### Назначение средства измерений

Система измерительная «ИС-ДВС-1» (далее - Система) предназначена для измерений основных параметров при стендовых испытаниях двигателей внутреннего сгорания: крутящего момента силы на валу двигателя внутреннего сгорания (ДВС), давления газа (воздуха), масла, температуры газа (воздуха), охлаждающей жидкости, топлива, масла, частоты вращения коленчатого вала, массового расхода топлива.

#### Описание средства измерений

Система имеет модульную конструкцию, включающую в себя датчики, нормализаторы сигнала, аналого-цифровые преобразователи и цифровую аппаратуру «верхнего уровня» (специализированные платы, компьютеры со специализированным программным обеспечением, мониторы).

Максимальное суммарное количество измерительных каналов (ИК) системы составляет 13.

Принцип работы Системы заключается в преобразовании измеряемых параметров ДВС датчиками в соответствующие электрические сигналы, преобразовании электрических сигналов в цифровые коды и передаче последних в персональный компьютер (ПК) верхнего уровня Системы для дальнейшего преобразования их в цифровые коды упомянутых физических величин.

ИК крутящего момента силы на валу ДВС содержит следующие элементы:

- электрический тормоз DYNODUR 160/4,1-10 на базе асинхронного двигателя, работающего в генераторном режиме и обеспечивающего нагрузку на валу ДВС;
- датчик крутящего момента силы типа НВМ К-Т40-001R-S- M-DU2-0-S с частотным выходом, что обеспечивает минимизацию электрических помех в условиях передачи сигнала крутящего момента силы к контроллеру EMCON 400.

Крутящий момент силы на валу ДВС уравнивается моментом реакции датчика крутящего момента. Его выходной частотный сигнал, пропорциональный крутящему моменту, преобразуется в пропорциональный цифровой код в контроллере EMCON 400. Информация о результатах измерений крутящего момента отображается на дисплее, расположенном на лицевой панели EMCON 400, а также передается в компьютер верхнего уровня.

ИК частоты вращения коленчатого вала включает в свой состав датчик Heidenhain ROD 426 1024. Принцип измерения частоты вращения вала основан на преобразовании угла его поворота в последовательность электрических импульсов, генерируемых оптоэлектронным методом. Число штрихов на оптических дисках датчика равно 1024. Частотный сигнал с выхода датчика поступает в модуль контроллера EMCON 400, представляющий собой счетчик импульсов. Цифровой код частоты вращения с выхода контроллера передается в компьютер верхнего уровня системы.

ИК массового расхода топлива включает в свой состав массовый расходомер типа AVL 735S. Принцип действия расходомера основан на действии силы Кориолиса на вибрирующую U-образную трубку датчика при протекании через нее топлива. Фазовый сдвиг вибраций противоположных элементов трубки, возникающий под действием упомянутой силы, определяет массовый расход топлива. При данном способе измерения расхода топлива отпадает необходимость дополнительного измерения температуры и плотности топлива. В дальнейшем сигнал от расходомера через интерфейс RS232 поступает на верхний уровень системы.

ИК температур атмосферного воздуха на входе в двигатель, охлаждающей жидкости, масла и топлива (4 канала) содержат датчики температур типа PT100/F-FEM-AI. Падения напряжений на датчиках преобразуются в модуле F-FEM-AIN/F-FEM-AIS в соответствующие

цифровые коды температуры, которые через интерфейс IEEE1394 поступают далее в компьютер верхнего уровня системы.

ИК температуры отработавших газов содержит термопарный датчик К типа (материал датчика NiCrNi). ЭДС датчика поступает на вход модуля F-FEM-AIN/F-FEM-AIS, где преобразуется в соответствующие цифровые коды температуры с учетом температуры «холодного» спая. Далее они через интерфейс IEEE1394 поступают в компьютер верхнего уровня системы.

ИК барометрического давления, давлений масла, отработавших газов, во впускном тракте (4 канала) содержат датчики давлений типа CANOPEN. Цифровые сигналы датчиков, соответствующие барометрическому или избыточным давлениям, поступают через интерфейс RS 485 в компьютер верхнего уровня.

ИК расхода картерных газов включает в свой состав расходомер AVL 442, работающий на базе сужающего устройства (расходомерной диафрагмы). Перепад давления на диафрагме преобразуется в цифровой код объемного расхода картерного газа, который через интерфейс RS232 передается далее в компьютер верхнего уровня системы.

Модификации Системы отсутствуют.

Общий вид Системы и место пломбировки от несанкционированного доступа представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Общий вид Системы и место пломбировки от несанкционированного доступа

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) не разделено на метрологически значимую и незначимую части и включает в себя специализированную программу «AVL PUMA Open 2012» (версия 1.5.3, объем установочного файла 4.38 Гб, сертификат № Z2D 100310049) разработки фирмы AVL List GmbH, Грац - Австрия, которое поставляется на DVD диске с файлом лицензии и устанавливается на аппаратуре верхнего уровня.

После установки ПО не вносит дополнительных погрешностей, поскольку вычислительные операции в системе используются только для алгебраических преобразований, а метрологические характеристики ИК нормированы в целом, с учетом работы ПО.

Идентификационными признаками служит номер версии и лицензии, которые отображаются в заголовке главного окна ПО и в специальном окне с информацией о ПО, которое может быть вызвано через главное меню ПО. Конструкция СИ исключает возможность несанкционированного влияния на ПО СИ и измерительную информацию. Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных воздействий в соответствии с Р 50.2.077-2014 – «средний». Используемое ПО защищено проверкой файла лицензии и паролем, с заданной периодичностью выполняется резервное копирование файлов данных

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AVL PUMA Open 2012
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Puma Open 1.5.3
Цифровой идентификатор ПО	—*
Другие идентификационные данные (если имеются). Номер лицензии	9-36F78DFC
Примечания.	
1. * Конструкция систем не предусматривает вычисление цифрового идентификатора ПО.	
2. ПО не может быть модифицировано, загружено или прочитано через какой-либо интерфейс после опломбирования.	

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики Системы приведены в таблице 2.

Таблица 2

№	Измеряемые параметры, количество измерительных каналов (ИК), единицы измерений	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
1	2	3	4
1	Крутящий момент силы на валу ДВС, 1 ИК, Н·м	от 0 до 525	± 1 % ИЗ
2	Частота вращения вала, 1 ИК, мин <sup>-1</sup>	от 0 до 10000	± 0,5 % ИЗ
3	Массовый расход топлива, 1 ИК, кг/ч	от 0 до 125	± 1 % ИЗ
4	Температура атмосферного воздуха на входе в ДВС, 1 ИК, °С	от 0 до 60	± 1
5	Температура охлаждающей жидкости, 1 ИК, °С	от 0 до 150	± 2
6	Температура масла, 1 ИК, °С	от 0 до 170	± 2

Продолжение таблицы 2

№	Изменяемые параметры, количество измерительных каналов (ИК), единицы измерений	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
7	Температура топлива, 1 ИК, °С	от 0 до 100	± 2
8	Температура отработавших газов, 1 ИК, °С	от 0 до 1200	± 20
9	Барометрическое давление, 1 ИК, кПа	от 93 до 107	± 0,2
10	Давление масла, 1 ИК, кПа	от 0 до 1000	± 20
11	Давление отработавших газов, 1 ИК, кПа	от 0 до 100	± 3 % ВП
12	Давление во впускном тракте, 1 ИК, кПа	от 0 до 120	± 0,2
13	Расход картерных газов, 1 ИК, л/мин	от 3 до 150	± 1,5 % ВП

ВП -верхний предел диапазона измерений;  
ИЗ – измеряемое значение.

Диапазон рабочих температур, °С:

- в пультной..... от плюс 10 до плюс 30;
- в испытательном боксе..... от минус 40 до плюс 40.

Параметры электрического питания:

- напряжение, В ..... от 187 до 242;
- частота, Гц ..... от 49 до 51;
- потребляемая мощность, кВт·А .....1,5.

Габаритные размеры (ширина, длина, высота), мм, не более:

- шкаф управления систем.....800 × 2010× 815;
- блок подключения датчиков.....700 × 760× 792.

Примечание. Система включает в свой состав элементы, распределенные по стенду. Указанные габаритные размеры носят ориентировочный характер при условии концентрации элементов системы в одном месте.

### Знак утверждения типа

наносится графическим способом на таблички, закрепленные на стойках Систем, и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

### Комплектность средства измерений

Комплектность Системы приведена в таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Кол.	Примечание
1	Верхний уровень системы AVL PUMA Open 2012, фирмы AVL	1	-
2	Моментомер НВМ К-Т40-001R-S-M-DU2-0-S с интерфейсным модулем TIM40	1	В составе нагружающего устройства DYNOROAD SL 220 кВт / 525 Нм
3	Датчик частоты вращения вала ДВС типа Heidenhain ROD 426 1024	1	В составе нагружающего устройства DYNOROAD SL 220 кВт / 525 Нм
4	Расходомер AVL 735S	1	В составе модуля «Измерение расхода топлива» Т-09В.00
5	Датчики температуры PT100/F-FEM-AI	5	В составе модуля «Давление, температура и условия окружающей среды» Т-04РТА.00
6	Датчик температуры PT100/F-FEM-AI (термопара К типа)	1	В составе модуля «Давление, температура и условия окружающей среды» Т-04РТА.00
7	Датчик барометрического давления типа CANOPEN	1	В составе модуля «Давление, температура и условия окружающей среды» Т-04РТА.00
8	Датчики избыточного давления типа CANOPEN	3	В составе модуля «Давление, температура и условия окружающей среды» Т-04РТА.00
9	Расходомер картерных газов AVL 442	1	В составе модуля «Расходомер картерных газов Т-04ВВМ.00»
10	Контроллер F-FEM-CON	1	
11	Соединительные кабели	1 компл.	-
12	Руководство по эксплуатации	1 экз.	-
13	Методика поверки МП ИС-ДВС-1	1 экз.	-

### Поверка

осуществляется по документу МП ИС-ДВС-1 «Система измерительная ИС-ДВС-1. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ЦИАМ им. П.И.Баранова» 15 декабря 2014 г., ФГУП «ВНИИМС» 17 декабря 2014 г.

Идентификационные данные, а также процедура идентификации программного обеспечения приведены в разделе 3.5 документа «Руководство по эксплуатации. РЭ ИС-ДВС-1»

#### Основные средства поверки:

- 1) Линейка измерительная металлическая от 1 до 500 мм, мод. 188 по ГОСТ 427-75
- 2) Установка пробойная УПУ-1М от 0 до 10 кВ
- 3) Уровень рамный (брусковый) по ГОСТ 9392-89.
- 4) Термометр жидкостной стеклянный технический по ГОСТ 28498-90, диапазон измерений от 0 до 100 °С, КТ 1,0
- 5) Мегомметр М4101, диапазон измерений сопротивления постоянному току от 0 до 2000 МОм, класс точности 1,0

- 6) Гири параллелепипедной формы класса точности М1 по ГОСТ OIML R 111-1–2009:  
20 кг-1 шт., 10 кг-2 шт., 5 кг-2 шт., 1 кг-2 шт., 0,5 кг-1 шт.
- 7) Секундомер С-45-2-000 № 0579113, цена деления 0,2 с.
- 8) Весы среднего класса точности с НПВ = 1 кг, ценой поверочного деления  $e \leq 0,2$  г и числом поверочных интервалов (n) не меньше 3000.
- 9) Калибратор многофункциональный TRX-IPR № 2708  
Выходные сигналы (генерации):  
диапазон (от минус 10 до плюс 100) мВ; погрешность  $\pm (0,01 \% \text{ ИВ} + 0,0005 \% \text{ ВПИ})$   
(от 0 до 24) мА; погрешность  $\pm (0,01 \% \text{ ИВ} + 0,02 \% \text{ ВПИ})$   
(от 0 до 400) Ом; погрешность  $\pm (0,005 \% \text{ ИВ} + 0,02 \% \text{ ВПИ})$ .
- 10) Калибратор давления типа DP1-610 № 61012008, диапазон от 0 до 400 кгс/см<sup>2</sup>, погрешность  $\pm 0,15 \%$  от ИВ.
- 11) Генератор электрических сигналов ГЗ-110, диапазон частот от 0,01 Гц до 2 МГц, погрешность установки частоты  $3 \cdot 10^{-7}$ .
- 12) Установка УПСТ-2М, включающая в себя следующие блоки:  
- блоки измерительные БИ-1, БИ-2;  
- термостат нулевой ТН-1 М;  
- термостат паровой ТП-2 4;  
- термостат регулируемый ТР-1 М-300 (от 40 до 200) °С;  
- вольтметр В2-29.
- 13) Фототахометр типа АТТ-6000 № 309000000186-в  
- Диапазон измерения с лазерным указателем от 10 до 99999  
- Разрешение  $0,1 \text{ мин}^{-1}$  ( $F < 1000 \text{ мин}^{-1}$ ),  $1 \text{ мин}^{-1}$  ( $F > 1000 \text{ мин}^{-1}$ ).
- 14) Мультиметр 34401А, диапазон измерений напряжения от 1 до 750 В, пределы допускаемой погрешности измерений  $\pm 0,04 + 0,02 \%$  в полосе частот от 10 Гц до 20 кГц, диапазон измерений тока от 0 до 3 А, пределы допускаемой погрешности измерений  $\pm 0,15$  от показаний  $+ 0,06$  от диапазона  $\%$  в диапазоне частот от 10 Гц до 5 кГц.
- 15) Вольтметр универсальный Щ300:  
- диапазон измерения напряжения от 1 до 750 В, погрешность не более  $0,04 \cdot \text{ИЗ} + 0,02 \cdot \text{ДИ}$ ,  $\%$ ,  
- диапазон измерения тока от 0 до 3 А, погрешность не более  $0,15 \cdot \text{ИЗ} + 0,06 \cdot \text{ДИ}$ ,  $\%$ .
- 16) Калибратор многофункциональный МС5-R  
- Выходные сигналы:  
(от минус 40000 до плюс 4000); погрешность  $\pm (0,015 \cdot \text{ИЗ} + 0,01 \cdot \text{ВПИ})$  Па.

#### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 5 документа «Система измерительная ИС-ДВС-1. Руководство по эксплуатации. РЭ ИС-ДВС-1».

#### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе измерительной ИС-ДВС-1

1. ГОСТ 14846-81 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний;
2. Техническая документация изготовителя.

#### Изготовитель

Фирма "AVL LIST GmbH", Австрия, HANS-LIST-PLATZ 1 A-8020 GRAZ  
Тел. 43 316 787-1083, факс 43-316-787-1796  
VAT-Nr. ATU28752908

**Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью ООО «АВЛ»  
Юридический (почтовый) адрес 127299, г. Москва, ул. Большая академическая,  
дом 5, стр 1  
Тел./факс: (495) 937-3286, 937-3289  
ИНН/КПП: 7713103410/771301001

**Испытательные центры**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт  
авиационного моторостроения им П.И. Баранова (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»)  
Юридический (почтовый) адрес 111116, г. Москва, ул. Авиамоторная, 2  
Тел./факс: (499) 763-5747, 763-6110  
E-mail: [avim@ciam.ru](mailto:avim@ciam.ru)  
Http: [www.ciam.ru](http://www.ciam.ru)  
Аттестат аккредитации ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» по проведению испытаний  
средств измерений в целях утверждения типа № 30093-11 от 27 октября 2011 года.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-  
исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)  
Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46  
Тел./факс: (495)437-55-77 / 437-56-66  
E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru), [www.vniims.ru](http://www.vniims.ru)  
Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств  
измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 26.07.2013 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.