

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Системы измерительно-управляющие в составе газотурбинных генераторных установок LM 2500/6000

#### Назначение средства измерений

Системы измерительно-управляющие в составе газотурбинных генераторных установок типа LM 2500/6000 фирмы «GE Packaged Power Inc», США (далее – системы) предназначены для измерений и контроля параметров технологического процесса в реальном масштабе времени (температуры, давления (избыточного и дифференциального) газа, масла и технологического воздуха, скорости воздуха на входе в установку, расхода и уровня масла, скорости вращения валов агрегатов, состава газа, вибрации), обеспечивают управление, контроль, защиту и предусматривают возможность подключения к системам предупредительной и аварийной сигнализации по уставкам, заданным как программным путем, так и с использованием реле предельных значений.

#### Описание средства измерений

Принцип действия систем основан на измерении и обработке информации, поступающей с первичных измерительных преобразователей о контролируемых параметрах, обеспечивающих безопасную работу газотурбинных установок LM 2500/6000, состоящих из газовой турбины, генератора, технологических систем подготовки газа и масла для турбины и генератора, подсистем охлаждения технологического воздуха, а также трансформаторов и вспомогательных устройств.

В зависимости от типа газотурбинного генераторного агрегата системы могут изготавливаться в модификациях LM 2500, LM 2500+xx, LM 5000, LM 6000.

Системы представляют собой трехуровневые иерархические измерительно-управляющие системы распределенного типа, состоящие из верхнего, среднего и нижнего уровней (рис. 1) и включают в себя измерительные каналы (ИК):

- температуры;
- давления и разности давлений;
- расхода;
- уровня;
- состава топливного газа и загазованности воздуха;
- вибрации и скорости вращения.

В состав нижнего уровня систем входят первичные измерительные преобразователи (датчики), преобразующие текущие значения параметров технологического процесса в унифицированные электрические сигналы силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА и осуществляющие следующие функции:

- автоматизированного и ручного сбора и первичной обработки информации;
- выдачи информации в виде световой и/или звуковой сигнализации при превышении предупредительных и/или аварийных установок;
- формирования и передачи данных на средний уровень систем.

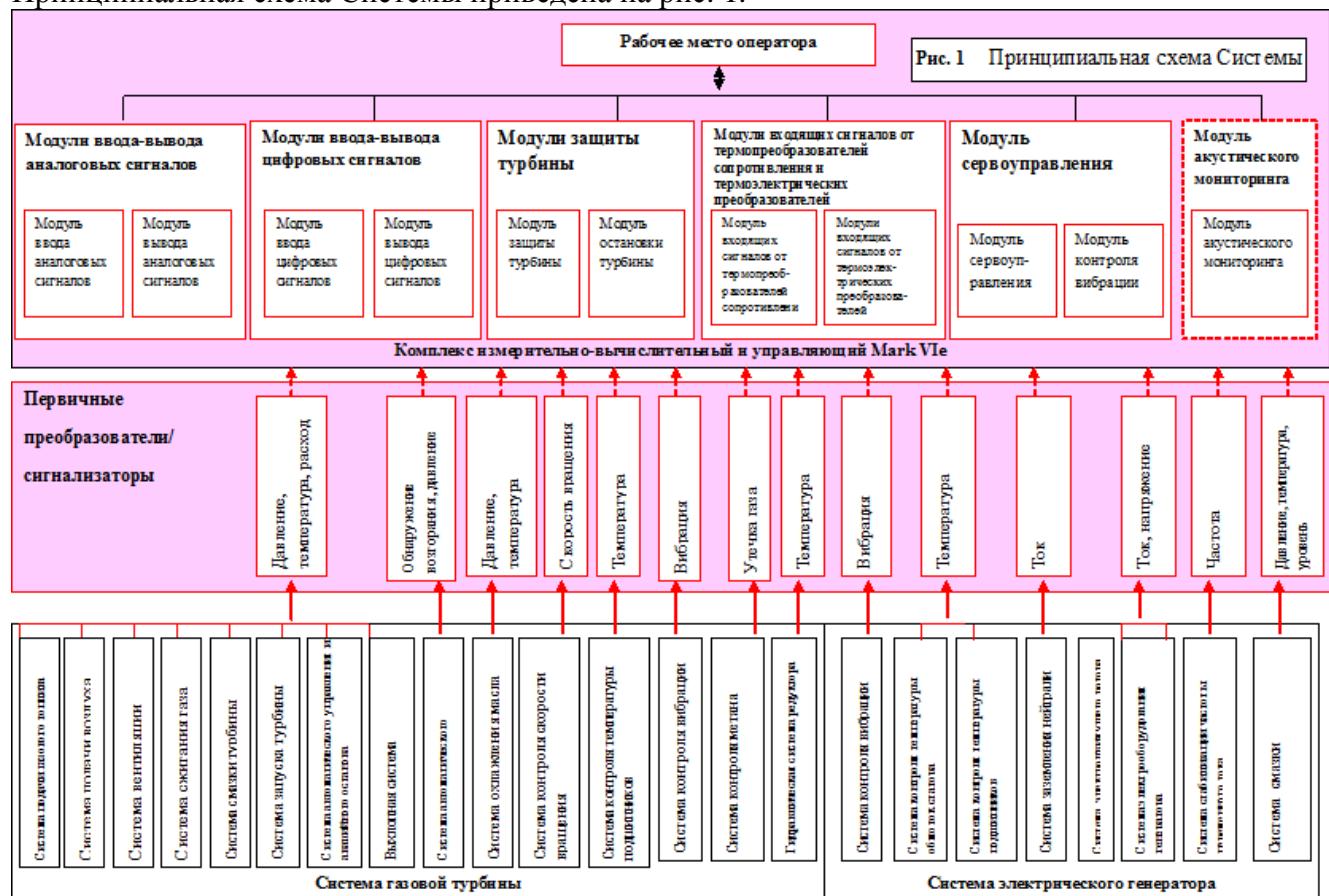
На среднем уровне систем измерительная информация о физических параметрах по каналам связи в аналоговом или дискретном виде поступает на входы программируемых логических контроллеров серии MARK VIe (GE Energy, США), GE Fanuc серий 90-30, 90-70 (GE Fanuc Autimation, США), а также на входы автоматических систем:

- управления газотурбинной установкой “ATLAS PC Control System” (Woodward, GE, США);
- многофункциональной защиты генератора M-3425A (Beckwith);
- регулирования возбуждения генератора и синхронизации;
- пожарной сигнализации Allectec 800 (SEC, США);
- многофункционального измерения электрических параметров.

На верхнем уровне систем вся информация, полученная от программируемых логических контроллеров PLC по каналам связи передается на станцию сбора данных и на автоматизированное рабочее место оператора – вычислительные рабочие станции “Dell Precision 380” с программным пакетом SIMPLICITY HMI (разработчик программного обеспечения – фирма GE Fanuc Automation), выполняющие следующие функции:

- отображения и архивирования результатов измерений;
- выдачу информации в виде световой и/или звуковой сигнализации при превышении предупредительных и/или аварийных установок;
- диагностики состояния оборудования;
- формирования и представления информации в виде отчетных документов различного назначения;
- ведения и управления базами данных;
- защиты информации от несанкционированного доступа;
- синхронизации системного времени.

Принципиальная схема Системы приведена на рис. 1.



## Программное обеспечение

Идентификационные данные по программному обеспечению (ПО) приведены в таблице 1:

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм цифрового идентификатора ПО
Toolbox ST	ПО контроллеров MarkVI	DS219GECO NTROLST040 016	9aef6707bd15fd4b 15d0e941e92b43d0 0	MD5
CIMPLICITY HMI(GE Fanuc Automation)	ПО для интерфейса оператора	GECS	77yui1f93fb0e521 ed17adc4ff54e970	MD5

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ 3286-2010 - «С».

## Первичные датчики и преобразователи, входящие в состав измерительных каналов систем:

### ИК состава топливного газа и загазованности воздуха:

- детекторы газа 95-8526 «Det-Tronics», США
- газовые хроматографы 700 «Emerson», США – Информационный фонд средств измерений № 31188-06

### ИК давления и разности давлений:

- преобразователи давления 9907-963 «HONEYWELL», США
- преобразователи давления РТХ600 «Druck Inc.», США
- преобразователи давления РА3000 «SCHLUMBERGER», США
- преобразователи давления ЕЈА310 «YOKOGAWA», Япония – Информационный фонд средств измерений № 14495-09
- манометры 1377, 1279, 1008 «ASHCROFT», США – Информационный фонд средств измерений № 19380-00
- преобразователи давления измерительные 3051 «Rosemount Inc.», США – Информационный фонд средств измерений № 24116-08
- контроллеры разности давлений 1950G «DWYER instrument», США
- датчики разности давлений 4010В «DWYER instrument», США»
- контроллеры давления 132Р, 180Р, 122Р «ITT Neo-Dyn», Испания
- контроллеры разности давлений DPF266 «PYROPRESS», Великобритания
- датчики разности давлений 160Р, 152Р, 132Р «ITT Neo-Dyn», Испания
- датчики разности давлений 1502DG «ORANGE RESEARCH, Inc», США

### ИК температуры:

- термометры сопротивления двойные платиновые 305 «Weed instrument», США
- термоэлементы 305 «Weed instrument», США
- платиновые термопреобразователи 78 «Rosemount Inc.», США – Информационный фонд средств измерений № 22255-01
- извещатели пожарные тепловые MEDC 401 225F «MEDC», Великобритания

- термометры 50-E160E180 «ASHCROFT», США –  
Информационный фонд средств измерений № 21696-01
- преобразователи температуры 102S «ITT Neo-Dyn», Испания
- преобразователи измерительные 100T, 132T «ITT Neo-Dyn», Испания
- термометры сопротивления серии S «MINCO», США –  
Информационный фонд средств измерений № 35580-07

**ИК уровня:**

- уровнемеры K9900 «Kenco», США
- преобразователи уровня 3300 «Rosemount Inc.», США –  
Информационный фонд средств измерений № 25547-06
- уровнемеры 63-RL «Daniel industries Inc.», США
- уровнемеры XT31 «Magnetrol», США
- уровнемеры XT20 «Magnetrol», США

**ИК вибрации и скорости вращения:**

- датчики вибрации 21000 «Bentley Nevada Co», США
- датчики вибрации 23732 «Bentley Nevada Co», США
- датчики вибрации 4-128 «CEC Vibration Products», США
- датчики скорости 70085-1010 «AI-Tex Instruments», США
- преобразователи виброускорения BN-350900 «Bently Nevada LLC», США –  
Информационный фонд средств измерений № 41669-09
- комплексы измерительно-вычислительные для мониторинга работающих механизмов BN-3500 «Bently Nevada LLC», США –  
Информационный фонд средств измерений № 15540-07

**ИК расхода:**

- расходомеры DY025 «YOKAGAWA», Япония
- датчики расхода LSP51 «LUBE DEVICES», США
- контроллеры потока FLT93 «FLUID COMPONENTS», США

### **Метрологические и технические характеристики**

Диапазон измерений температуры топливного газа на входе установки, °C.....	от 0 до 150
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры топливного газа на входе установки, °C.....	±1
Диапазон измерений температуры газа в турбине, °C.....	от 0 до 1000
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры газа в турбине, °C .....	±1
Диапазон измерений температуры газа на входе компрессора, °C.....	от 0 до 500
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры газа на входе компрессора, °C.....	±1
Диапазон измерений температуры газа на входе электрогенератора, °C.....	от 0 до 500
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры газа на входе электрогенератора, °C.....	±1
Диапазон измерений температуры газа на выходе электрогенератора, °C.....	от 0 до 150
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры газа на выходе электрогенератора, °C.....	±1

Диапазон измерений температуры масла, подаваемого для смазки агрегатов турбины, °С.....	от 0 до 50
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры масла, подаваемого для смазки агрегатов турбины, °С .....	±1
Диапазон измерений температуры отработанного масла после смазки агрегатов турбины, °С .....	от 0 до 200
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры отработанного масла после смазки агрегатов турбины, °С .....	±1
Диапазон измерений температуры масла, подаваемого для смазки подшипников электрогенератора, °С .....	от 0 до 100
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры масла, подаваемого для смазки подшипников электрогенератора, °С.....	±1
Диапазон измерений температуры подшипников силовых агрегатов установки, °С .....	от 0 до 150
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры подшипников силовых агрегатов установки, °С .....	±1
Диапазон измерений давления природного газа в магистральном газопроводе на входе установки, кПа.....	от 0 до 10000
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений давления природного газа в магистральном газопроводе на входе установки, % .....	±1
Диапазон измерений давления газа после компрессора, кПа.....	от 0 до 2500
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений давления газа после компрессора, % .....	±1
Диапазон измерений перепада давления газа на воздушном фильтре на входе в установку, кПа.....	от 0 до 10
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений перепада давления газа на воздушном фильтре на входе в установку, % .....	±1
Диапазон измерений скорости воздуха в воздухозаборной системе на входе в установку, м/с.....	от 0 до 50
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений скорости воздуха в воздухозаборной системе на входе в установку, % .....	±5
Диапазон измерений перепада давления на фильтрах масла установки, кПа.....	от 0 до 150
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений перепада давления на фильтрах масла установки, % .....	±1
Диапазон измерений давления масла в трубопроводах системы смазки агрегатов установки, кПа.....	от 0 до 1000
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений давления масла в трубопроводах системы смазки агрегатов установки, %.....	±1

Диапазон измерений уровня масла в маслобаках системы смазки агрегатов установки, мм.....	от 0 до 1000
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня масла в маслобаках системы смазки агрегатов установки, мм.....	$\pm 10$
Диапазон измерений расхода масла в трубопроводах системы смазки агрегатов установки, куб. м/мин.....	от 0 до 0,2
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений расхода масла в трубопроводах системы смазки агрегатов установки, %.....	$\pm 5$
Диапазон измерения вибрации, микрон.....	от 0 до 260
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений вибрации, %.....	$\pm 1$
Диапазон измерений скорости вращения валов агрегатов установки, об\мин.....	от 0 до 12000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений скорости вращения валов агрегатов установки, %.....	$\pm 0,1$
Диапазон измерений концентрации метана в воздухе рабочей зоны агрегатов установки, об.% .....	от 0,2 до 1
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений концентрации метана в воздухе рабочей зоны агрегатов установки, %.....	$\pm 5$
Диапазон измерений концентрации компонентов природного газа в магистральном газопроводе на входе в установку:	
- кислорода, об.% .....	от 0 до 2
- сероводорода, ppm ( $10^{-4}$ об.%). ....	от 0 до 50
- гелия, об.% .....	от 0 до 10
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений компонентов природного газа в магистральном газопроводе на входе в установку, % .....	$\pm 5$
Диапазон измерений номинального напряжения на выходных зажимах статора генератора, В.....	от 0 до 10000
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений номинального напряжения на выходных зажимах статора генератора, %.....	$\pm 1$
Диапазон измерений номинального тока на выходных зажимах статора генератора, А.....	от 0 до 5000
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений номинального тока на выходных зажимах статора генератора, %.....	$\pm 1$
Диапазон измерений номинальной частоты тока на выходных зажимах статора генератора, Гц.....	от 0 до 100
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений номинальной частоты тока на выходных зажимах статора генератора, %.....	$\pm 1$

Диапазон измерений номинального напряжения ротора генератора, В.....	от 0 до 500
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений номинального напряжения ротора генератора, %.....	$\pm 1$
Диапазон измерений номинального тока ротора генератора, А.....	от 0 до 2000
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений номинального тока ротора генератора, %.....	$\pm 1$
Диапазон измерений электрической мощности генератора, МВА.....	от 0 до 100
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений электрической мощности генератора, % .....	$\pm 1$
Погрешность измерений системного времени, с .....	$\pm 1$
<b>Рабочие условия эксплуатации:</b>	
- температура окружающего воздуха, °С .....	от 15 до 35
- относительная влажность воздуха (без конденсации), % .....	от 5 до 95
Напряжение питающей сети, В.....	$220 \pm 10\%$
Частота питающей сети, Гц.....	$50 \pm 1\%$

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульные листы эксплуатационной документации на систему типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Наименование/Производитель/Модификация	Кол-во
Система измерительно-управляющая в составе газотурбинной генераторной установки типа LM 2500/6000, в соответствии с заказом	1 шт.
Техническая и эксплуатационная документация на систему	1 экз
Программное обеспечение Toolbox ST, CIMPPLICITY HMI(GE Fanuc Automation)	1 КОМПЛ.
Методика поверки	1 экз

### Поверка

осуществляется в соответствии с документом МП 48761-11 «Системы измерительно-управляющие в составе газотурбинных генераторных установок LM 2500/6000. Методика поверки», утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в ноябре 2011 г.

Перечень основного оборудования для поверки:

Наименование СИ	Средства поверки
Автоматизированный комплекс Mark VIe	Калибратор многофункциональный модели TRX-IIR фирмы «GE Sensing», Великобритания (Информационный фонд средств измерений № 42789-09): - воспроизведения силы постоянного тока, от 0 до 24 мА, $\pm 0,03\%$ ; - измерения силы постоянного тока, от 0 до 52 мА, $\pm 0,02\%$ ; - воспроизведения сигналов термопар, от -200 до 1370 °C, $\pm 0,3\%$ ; - воспроизведение сигналов термометров сопротивления, от -200

	до 850 °C, $\pm 0,3$ °C.
Газоанализаторы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- переносной калибратор давления с пределами допускаемой основной погрешности не хуже <math>\pm 0,05\%</math> диапазона измерений ИК;</li> <li>- поверочная газовая смесь, абсолютная погрешность <math>\pm 0,2</math>.</li> </ul>
Преобразователи давления, датчики давления	<ul style="list-style-type: none"> <li>- переносной калибратор давления с пределами допускаемой основной погрешности не хуже <math>\pm 0,05\%</math> диапазона измерений ИК;</li> </ul>
Датчики вибрации	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальное приспособление СП-1 с микрометрической головкой с ценой деления 0,01 мм 2-го класса точности по ГОСТ 6507-78;</li> <li>- генератор 360 (погрешность установки частоты 0,0025 %);</li> <li>- мультиметр Agilent 34410A (погрешность 0,003 %).</li> </ul>
Датчики скорости	<ul style="list-style-type: none"> <li>- калибратор универсальный к.т. 0,5;</li> <li>- установка тахометрическая поверочная УТ-05-60. Диапазон измерений от 10 до 60000 об/мин., погрешность не более <math>\pm 0,05\%</math>.</li> </ul>
Термопары	<ul style="list-style-type: none"> <li>- калибратор универсальный к.т. 0,5;</li> <li>- термостат нулевой Лед-4, воспроизводимая температура 0 °C, погрешность воспроизведения температуры <math>\pm 0,03</math> °C;</li> <li>- термостат регулируемый ТР-1М, диапазон температур от 30 до 200 °C, погрешность поддержания температуры <math>\pm 0,05</math> °C;</li> <li>- термостат модель 875, диапазон температур от 50 до 700 °C, погрешность поддержания температуры <math>\pm 0,1</math> °C;</li> <li>- эталонные платиновые термометры сопротивления ЭТС 100 3-го разряда для диапазона температур от минус 200 до 660 °C;</li> <li>- установка УПСТ-2М, эталонный второго разряда платинородий-платиновый термоэлектрический термометр;</li> <li>- сличительная печь;</li> <li>- сосуд Дьюара.</li> </ul>
Устройства синхронизации системного времени	<ul style="list-style-type: none"> <li>- радиочасы МИР РЧ-01 фирмы ООО НПО «МИР», Россия (Информационный фонд средств измерений № 27008-04), пределы допускаемой абсолютной погрешности привязки фронта выходного импульса 1 Гц к шкале координированного времени UTC (Coordinated Universal Time) - <math>\pm 1</math> мкс., скорость передачи данных по интерфейсам RS-232/RS-485 – 4800 бит/с.</li> </ul>

**Нормативные и технологические документы, устанавливающие требования к Системе:**

1. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
2. ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.
3. Р 50.2.077-2011 ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка обеспечения защиты программного обеспечения.
4. Техническая документация фирмы «GE Packaged Power Inc», США.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования  
обеспечения единства измерений**

Осуществление контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

**Изготовитель**

Фирма «GE Packaged Power Inc», США 1330 West Loop Houston, TX 77008  
Phone: (713) 803-0900

**Заявитель**

ООО «НГБ-Энергодиагностика»  
Юридический адрес:  
117162 Москва, ул. Профсоюзная, д.152, корп. 2, стр. 2

**Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»  
Юридический адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46  
Тел.: (495) 437 55 77  
Факс: (495) 437 56 66  
Аттестат аккредитации № 30004-08 действует до 01 июля 2013 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.                    «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011г.