

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А

#### Назначение средства измерений

Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А (далее - система) предназначена для измерений: напряжения и силы постоянного тока; частоты электрических сигналов, соответствующей частоте вращения роторов двигателя; температуры; давления, массового расхода топлива при обкатке, регулировке, приемосдаточных испытаниях (ПСИ) и консервации агрегатов НР-3 и ИМ-3А всех модификаций.

#### Описание средства измерений

Принцип действия системы основан на измерении первичными измерительными преобразователями (далее - ПИП или датчики) физических величин, преобразовании их в электрические сигналы, поступающие на вход аппаратуры аналогово-цифрового преобразования, с последующей обработкой цифровой информации персональным компьютером (ПК) для выдачи и хранения данных и ведения печатного протокола.

Конструктивно комплекс технических средств (КТС) системы состоит из: шкафа автоматики (ША), автоматизированного рабочего места (АРМ) испытателя-механика (ПУ1) и пульта местного управления (ПУ2)

Шкаф ША расположен в машинном помещении, в котором установлены:

- программируемый контроллер (PLC);
- блоки питания датчиков;
- вторичные приборы обработки сигналов с датчиков.

ПУ2 расположен в испытательном помещении.

На ПУ2 размещены органы управления механизмами и агрегатами системы. Также в испытательном помещении расположен ЖК монитор, дублирующий изображения ЖК монитора на АРМ ПУ1.

В ПУ1 размещены следующие элементы:

- ЖК монитор;
- системный блок ПК;
- клавиатура.

Рядом с ПУ1 расположен принтер для вывода протоколов испытаний на печать. На системном блоке ПК установлено системное и специальное программное обеспечение (ПО).

ПИП расположены на стендовом оборудовании. Сбор нормированных сигналов от вторичных приборов осуществляется модулями PLC Simatic S7-300 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 15772-11).

В системе использованы следующие ПИП:

- датчики избыточного давления «Метран-55ДИ» (рег. № 18375-03), датчики давления «Метран-150CD» (рег. № 32854-13), датчики давления ДМ5007АЕх (рег. № 14753-16), предназначенные для измерений давления воздуха (газов) и жидкостей;

- счетчик расходомер массовый кориолисовый ROTAMASS RCCS33 (рег. № 27054-14), предназначенный для измерения массового расхода топлива. Вторичный преобразователь датчика расхода (электронный преобразователь-индикатор расхода RCCS31), расположен в шкафу ША, сигнал от него поступает на модуль ввода аналоговых сигналов SM331;

- датчики тахометрические МЭД-1 (рег. № 29330-05), предназначенные для измерений частоты вращения привода турбины;

- преобразователи тахометрические ПТ-01 (рег. № 47501-11), предназначенные для передачи дискретных сигналов с в виде импульсов на вход счетного модуля FM 350-2;

- термопреобразователи сопротивления взрывозащищенные Метран-253-02-100-С-2-1-Н10-ТБ-У1.1-ГП (рег. № 21969-11), термоэлектрический преобразователь (термопара) Т49-3 гр. ХК, предназначенные для измерений температуры в гидравлических устройствах;

- прибор для измерения и регулирования температуры многоканальный Термодат-11М5 (рег. № 17602-15), предназначенный для обработки сигналов с датчиков температуры;
- преобразователи переменного тока измерительные MCR-S-1-5-UI-DCI (рег. № 39163-08), предназначенные для контроля тока на исполнительных механизмах испытываемого агрегата в ША;
- преобразователь напряжения постоянного тока измерительный MCR-VDC (рег. № 39164-08), предназначенный для контроля напряжения на исполнительных механизмах испытываемого агрегата в ША.

Структурная схема системы приведена на рисунке 1.

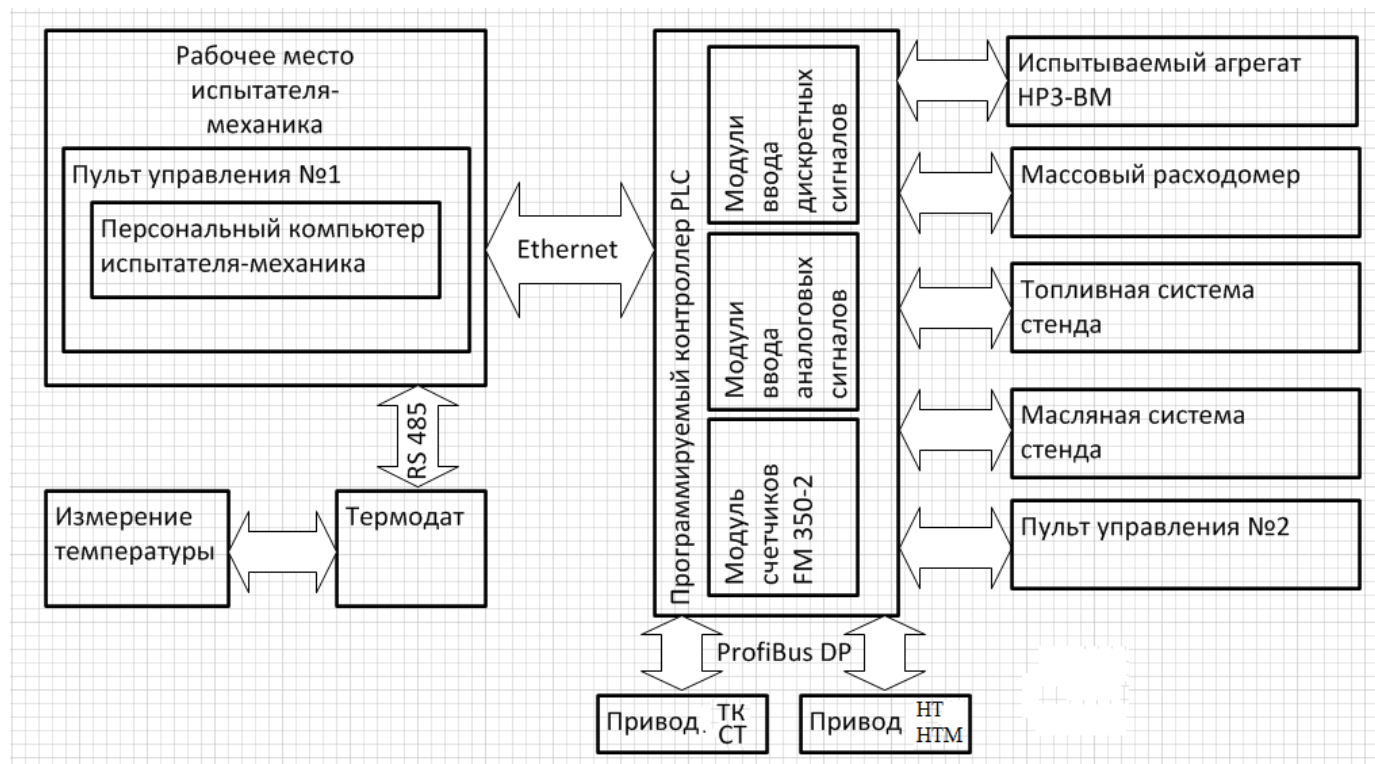


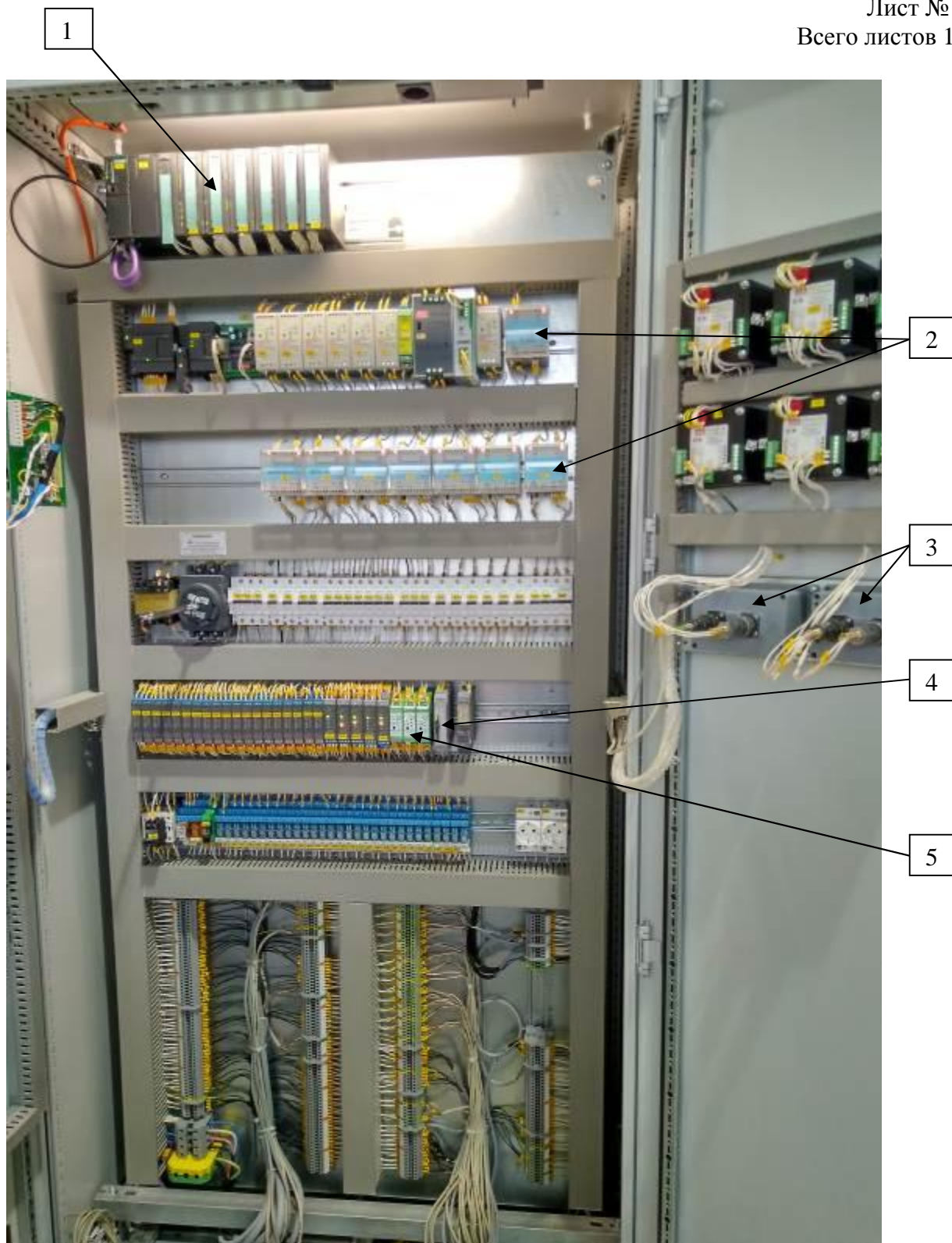
Рисунок 1 – Структурная схема системы

Общий вид ША, ПУ1 и ПУ2 с указанием мест пломбировки (МП) от несанкционированного доступа к системе, знака утверждения типа (ЗТ) и знака поверки (ЗП) показан на рисунках 2 - 5.



- 1 – прибор для измерения и регулирования температуры многоканальный Термодат-11М5;  
2 – электронный преобразователь-индикатор расхода RCCS31

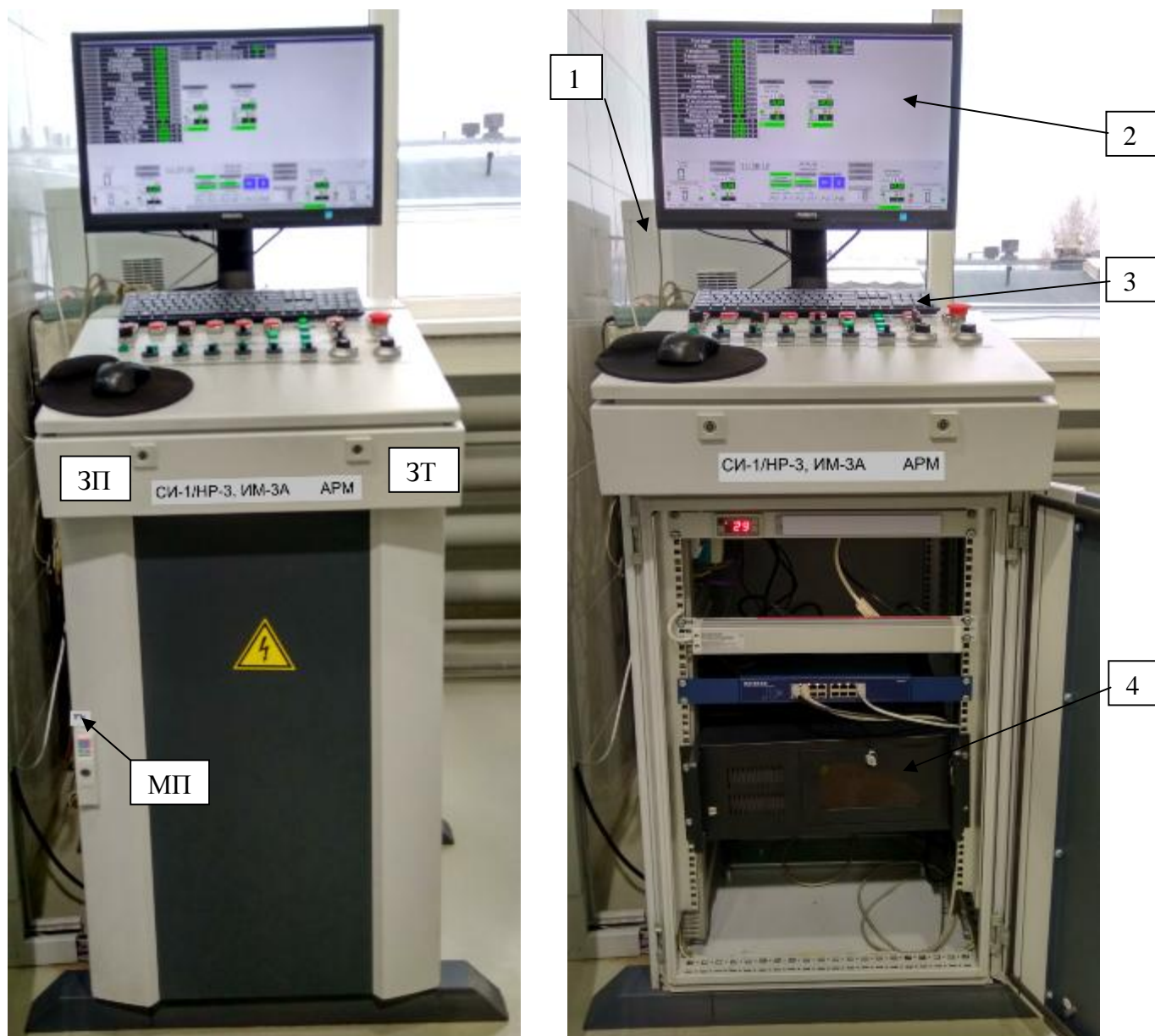
Рисунок 2 – Общий вид шкафа автоматики ША (вид спереди)



- 1 – центральный процессор Simatic S7-300, модуль счета FM 350-2, модули ввода аналоговых сигналов SM 331;
- 2 – источники питания с искрозащитой 2-х каналные Метран-602-Ехia;
- 3 – преобразователи тахометрические ПТ-01;
- 4 – преобразователь напряжения постоянного тока измерительный MCR-VDC;
- 5 – преобразователь переменного тока измерительный MCR-S-1-5-UI-DCI

Рисунок 3 – Шкаф автоматики ША (внутреннее устройство)





а) общий вид

б) внутреннее устройство

- 1 – принтер;
- 2 – ЖК монитор;
- 3 – клавиатура;
- 4 – системный блок ПК

Рисунок 4 – АРМ испытателя-механика



1 – пульт местного управления ПУ2;  
2 – ЖК монитор, дублирующий изображение монитора на АРМ испытателя-механика

Рисунок 5 – Общий вид пульта ПУ2 в испытательном помещении

### Программное обеспечение

Функционирование системы обеспечивается её аппаратным обеспечением под управлением системного и прикладного ПО. Системное ПО предназначено для создания операционной среды функционирования прикладных программ и обеспечения обмена информацией между задачами.

Прикладное ПО состоит из комплекса программ, работающих на контроллере и АРМ в режиме текущего времени и реализующего функции системы.

Метрологически значимая часть ПО системы и измеренные данные защищены с помощью специальных средств защиты от преднамеренных изменений. Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1– Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
		Служба Simatic NET для обеспечения связи с контроллером S7-300
Идентификационное наименование ПО	Simatic NET PC Software	WinCC Runtime
Номер версии (идентификационный номер) ПО	14.0 SP1	v7.4 SP1
Цифровой идентификатор ПО	-	-

**Метрологические и технические характеристики**

Таблица 2 – Состав и метрологические характеристики измерительных каналов (ИК) системы, включающих ПИП и вторичную часть ИК

Характеристики ИК				Состав ИК				
Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)	ПИП		Вторичная часть ИК		
				тип	пределы допускаемой основной погрешности	тип аппаратуры	пределы допускаемой основной погрешности	
ИК давления воздуха (газов) и жидкостей	3	от 0 до 6 кгс/см <sup>2</sup>	±1,0 % (γ)	Метран-55-Ех-ДИ 6 кгс/см <sup>2</sup>	±0,25 % (γ)*	Модуль ввода аналоговых сигналов 6ES7331-7NF00	±0,05 % (γ)	
	1	от 0 до 10 кгс/см <sup>2</sup>		Метран-55-Ех-ДИ 10 кгс/см <sup>2</sup>				
	2	от 0 до 16 кгс/см <sup>2</sup>		Метран-55-Ех-ДИ 16 кгс/см <sup>2</sup>				
	1	от 0 до 25 кгс/см <sup>2</sup>		Метран-55-Ех-ДИ 25 кгс/см <sup>2</sup>				
	1	от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup>		Метран-55-Ех-ДИ 60 кгс/см <sup>2</sup>				
	2	от 0 до 16 кгс/см <sup>2</sup>		Метран-150CD4 (0-16 кгс/см <sup>2</sup> )				±0,2 % (γ)
	2	от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup>		Метран-150CD5(0-60 кгс/см <sup>2</sup> )				
	1	от 0 до 63 кгс/см <sup>2</sup>		Метран-150CD5 (0-63 кгс/см <sup>2</sup> )				
	2	от -1 до +5кгс/см <sup>2</sup>		±0,5 % от диапазона измерений				DM5007AEх (-100...+500) кПа
ИК массового расхода топлива	1	от 0 до 1000 кг/ч	± 1,0 % от ВП	RCCS33-M02D4SH	±0,5 % (γ)	6ES7331-7NF00	±0,05 % (γ)	
ИК температуры, измеряемой: - термопреобразователями сопротивления - термоэлектрическим преобразователем ТХК	5	от 0 до 100 °С	± 1,5 % (γ)	ТСМ-Метран-253-02-100-С	±(0,6+0,01t)**	Термодат-11М5/2УВ/2Р/485/2М	±0,25 % (γ)	
	1			Термопара Т49-3 гр.ХК				—
ИК напряжения постоянного тока	1	от 0 до 36 В	±2,0 % (γ)	MACX MCR-VDC	±1 % (γ)	Модуль ввода аналоговых сигналов 6ES7331-7KF02	±0,5 % (γ)	
ИК силы постоянного тока	1	от 0 до 1 А			MACX MCR-S-1-5-UI-SW-DCI			±0,5 % (γ)
	1	от 0 до 1,25 А						
	1	от 0 до 2,5 А						
ИК частоты электрических сигналов, соответствующей частоте вращения привода турбины	2	от 200 до 4700 об/мин	±0,15 % (γ)	Датчик тахометрический МЭД-1, преобразователь тахометрический ПТ-01	±0,11 % (γ)	Модуль счета 6ES7350-2АН01	—	

\* γ – приведенная к верхнему пределу (ВП) измерений погрешность;

\*\* t – измеряемая температура

Таблица 3 – Основные технические характеристики системы

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры, мм, не более:	
- ША	
ширина	1000
высота	2200
длина	600
- АРМ ПУ1	
ширина	600
высота	1580
длина	760
- ПУ2	
ширина	640
высота	380
длина	210
Суммарная масса системы, кг, не более	500
Параметры электропитания:	
- напряжение переменного тока, В	от 198 до 242
- частота переменного тока, Гц	от 49,6 до 50,4
Потребляемая мощность, В·А, не более	1500
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре 25°С, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, мм.рт.ст. (кПа)	от 720 до 800 (от 96 до 106,7)

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации и в виде наклейки на лицевую панель ПУ1.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность системы

Наименование	Обозначение	Количество
1 Система измерительная в составе	СИ-1/НР-3, ИМ-3А	1 к-т
1.1 Центральный процессор Simatic S7-300	Simatic S7-315-PN/DP 6ES7315-2EH14-0AB0	1 шт.
1.2 Модуль счета	FM 350-2 6ES7350-2AH01-0AE0	1 шт.
1.3 Модуль ввода аналоговых сигналов	SM 331 6ES7331-7KF02-0AB0	1 шт.
1.4 Модуль ввода аналоговых сигналов	SM 331 6ES7331-7NF00-0AB0	2 шт.
1.5 Преобразователь переменного тока измерительный	MCR-S-1-5-UI-DCI 2814650	3 шт.
1.6 Преобразователь напряжения постоянного тока измерительный	MCR-VDC 2906242	1 шт.



Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Количество
1.7 Счетчик-расходомер массовый кориолисовый	ROTAMASS RCCS33-M02D4SH/KS1/QR1/EP (0 – 950) кг/ч	1 шт.
1.8 Электронный преобразователь-индикатор расхода	RCCS31	1 шт.
1.9 Источник питания с искрозащитой 2 канала	Метран-602-Exia-2-420-DIN	8 шт.
1.10 Датчик избыточного давления (0 – 6) кгс/см <sup>2</sup>	Метран-55-Ex-ДИ-515-МП-t1-025-6 кгс/см <sup>2</sup> -42-ШР-М20	3 шт.
1.11 Датчик избыточного давления (0 – 10) кгс/см <sup>2</sup>	Метран-55-Ex-ДИ-515-МП-t1-025-10 кгс/см <sup>2</sup> -42-ШР-М20	1 шт.
1.12 Датчик избыточного давления (0 – 16) кгс/см <sup>2</sup>	Метран-55-Ex-ДИ-515-МП-t1-025-16 кгс/см <sup>2</sup> -42-ШР-М20	3 шт.
1.13 Датчик избыточного давления (0 – 25) кгс/см <sup>2</sup>	Метран-55-Ex-ДИ-515-МП-t1-025-25 кгс/см <sup>2</sup> -42-ШР-М20	1 шт.
1.14 Датчик избыточного давления (0 – 60) кгс/см <sup>2</sup>	Метран-55-Ex-ДИ-515-МП-t1-025-60 кгс/см <sup>2</sup> -42-ШР-М20	1 шт.
1.15 Датчик давления (0 – 16) кгс/см <sup>2</sup>	Метран-150CD4-(0-16 кгс/см <sup>2</sup> )-2-2-1-1-L3-A-M5-IM-D5-B1-SC2-PA	2 шт.
1.16 Датчик давления (0 – 60) кгс/см <sup>2</sup>	Метран-150CD5-(0-60 кгс/см <sup>2</sup> )-2-2-1-1-L3-A-M5-IM-D5-B1-SC2-PA	2 шт.
1.17 Датчик давления (0 – 63) кгс/см <sup>2</sup>	Метран-150CD5-(0-63 кгс/см <sup>2</sup> )-2-2-1-1-L3-A-M5-IM-D5-B1-SC2-PA	1 шт.
1.18 Датчик давления (-1...0...5) кгс/см <sup>2</sup>	ДМ5007АЕх-(-0,1...+0,5) МПа - 0,25 % - 42-ЦСМ	2 шт.
1.19 Термопреобразователь сопротивления взрывозащищенный	ТСМ Метран-253-02-100-С-2-1-Н10-ТБ-У1.1-ГП	4 шт.
1.20 Термопара	T49-3 гр. ХК	1 шт.
1.21 Прибор для измерения и регулирования температуры многоканальный	Термодат-11М5/2УВ/2Р/485/2М	6 шт.
1.22 Датчик тахометрический	МЭД-1 ПЕ3.259.003	2 шт.
1.23 Преобразователь тахометрический	ПТ-01	2 шт.
2 Программное обеспечение	-	1 шт.
3 Стенд для обкатки, регулировки, ПСИ и консервации агрегатов НР-3 и ИМ-3А всех модификаций. Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А. Руководство по эксплуатации	УРАБ.ИИС.73СТ.046 РЭ	1 шт.
4 Стенд для обкатки, регулировки, ПСИ и консервации агрегатов НР-3 и ИМ-3А всех модификаций. Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А. Формуляр	УРАБ.ИИС.73СТ.046 ФО	1 шт.

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Количество
5 Стенд для обкатки, регулировки, ПСИ и консервации агрегатов НР-3 и ИМ-3А всех модификаций. Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А. Руководство оператора	УРАБ.ИИС.73СТ.046 РО	1 шт.
6 Стенд для обкатки, регулировки, ПСИ и консервации агрегатов НР-3 и ИМ-3А всех модификаций. Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А. Руководство программиста	УРАБ.ИИС.73СТ.046 РПр	1 шт.
7 Стенд для обкатки, регулировки, ПСИ и консервации агрегатов НР-3 и ИМ-3А всех модификаций. Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А. Описание программного обеспечения	УРАБ.ИИС.73СТ.046 ПО	1 шт.
8 Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А. Методика поверки	УРАБ.ИИС.73СТ.046 МП	1 шт.

### Поверка

осуществляется по документу УРАБ.ИИС.73СТ.046 МП «Система измерительная СИ-1/НР-3, ИМ-3А. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» 27 ноября 2019 г.

Основные средства поверки:

- калибратор универсальный Н4-101 (рег. № 53773-13);
- преобразователь давления эталонный ПДЭ-010 (рег. № 33587-12);
- термостат Элемер-Т-150 (рег. № 58648-14);
- тахометр электронный Testo-470 (рег. № 48431-11);
- генератор сигналов специальной формы SFG-2004 (рег. № 29967-05).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и в виде наклейки на ПУ1.

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационной документации.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе измерительной СИ-1/НР-3, ИМ-3А

ГОСТ 14014-91 Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 8.027-2001 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы

ГОСТ 8.187-76 ГСИ. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений разности давлений в диапазоне до  $4 \cdot 10^4$  Па

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

Приказ Росстандарта от 07 февраля 2018 года № 256 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости

Приказ Росстандарта от 31 июля 2018 года № 1621 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты

Приказ Росстандарта от 01 октября 2018 года № 2091 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А

Приказ Росстандарта от 29 июня 2018 года № 1339 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «ПТМ Автоматизация»

(ООО «ПТМ Автоматизация»)

ИНН 6670195211

Адрес: 620041, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Уральская, д. 67, офис 4

Телефон (факс): (343) 369-25-31

E-mail: [ptmgroup@ptm-energo.ru](mailto:ptmgroup@ptm-energo.ru)

**Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью Научно-технический центр «Внедрение-99» (ООО НТЦ «Внедрение-99»)

ИНН 7729386034

Адрес: 119602, г. Москва, ул. Никулинская д. 27, сооружение Б, помещение I, ком. 111

Телефон (факс): (495) 438-96-03

E-mail: [karovi4@inbox.ru](mailto:karovi4@inbox.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский район, г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево, промзона ФГУП ВНИИФТРИ

Телефон (факс): (495) 526-63-00

Web-сайт: [www.vniiftri.ru](http://www.vniiftri.ru)

E-mail: [office@vniiftri.ru](mailto:office@vniiftri.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 11.05.2018 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.