

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «20» сентября 2021 г. № 2053

Регистрационный № 83134-21

Лист № 1
Всего листов 14

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная СИ-1/Р-0475

Назначение средства измерений

Система измерительная СИ-1/Р-0475 (далее - система) предназначена для измерений давления жидкостей, крутящего момента силы, расхода (прокачки) масла, частоты вращения приводов и частоты электрических сигналов, соответствующей значениям частоты вращения приводов, температуры жидкостей и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры.

Описание средства измерений

Принцип действия системы основан на измерении первичными измерительными преобразователями (далее – ПИП) физических величин, преобразовании их в электрические сигналы и далее с помощью аппаратуры сбора и преобразования сигналов систем – в цифровой код для дальнейшей его передачи на промышленные компьютеры (далее - ПК), осуществляющие обработку, выдачу, хранение информации и ведение печатного протокола.

Конструктивно система состоит из:

– автоматизированного рабочего места (далее - АРМ) в составе: двух ПК Fujitsu моделей D3236-S1; четырех ЖК-мониторов Dell P2213t; двух комплектов клавиатуры Cherry RS 6000 USB с манипуляторами «мышь»; печатающего устройства Kyocera Ecosys M2035DN;

– шкафов (ША4, ША5, ША6, ША7, ША8, ША9, ША10, +CD), содержащих: аппаратуру сбора и преобразования сигналов, включающую модули аналого-цифрового преобразования (далее - АЦП) серий Wago-750 и Modicon Quantum; нормирующие преобразователи производства «Omega» и «КонтрАВТ»; аппаратуру измерения крутящего момента производства «Manner Sensortelemetrie»;

- комплекта ПИП;
- комплекта кабелей.

Комплект ПИП содержит:

– измерители крутящего момента силы MW (регистрационный номер 65391-16 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №);

– преобразователь расхода турбинный ТПР14 (рег. № 8326-04);

– термопреобразователи сопротивления (далее – ТС) ТС-1288 (рег. № 18131-09);

– термопреобразователи сопротивления ТП-9201 (рег. № 48114-11);

– термопреобразователи сопротивления ТС-1388 (рег. № 18131-09);

– преобразователи давления измерительные АИР-10Н (рег. № 31654-14);

– преобразователи давления измерительные IFM PA3021 (PA3023) (рег. № 48087-11).

АРМ и шкаф +CD расположены в кабине наблюдения, шкафы ША5, ША10, ША9 – в испытательном боксе, шкафы ША6, ША7, ША8 – в вспомогательном помещении; ША4 – в помещении электрощитовой.

Аппаратура шкафов ША4, ША5, ША6, ША7, ША8, ША9, ША10, +CD соединена с ПИП линиями связи длиной до 20 м и с ПК - линиями связи длиной до 15 м.

Защита от несанкционированного доступа к компонентам системы обеспечивается запирающим ключом замка на дверях шкафов ША4, ША5, ША6, ША7, ША8, ША9, ША10, +CD.

Структурная схема системы приведена на рисунке 1.

Функционально система состоит из измерительных каналов (далее - ИК):

- крутящего момента силы;
- частоты вращения приводов и частоты электрических сигналов, соответствующей значениям частоты вращения приводов;
- расхода (прокачки) масла;
- давления жидкости;
- температуры жидкостей, измеряемой ТС, и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры.

Принцип действия ИК крутящего момента силы (далее - КМС) основан на преобразовании аналогового сигнала от силоизмерительного датчика в цифровой код, с последующим вычислением в программе программируемого логического контроллера (далее - ПЛК) значений КМС и отображением результатов измерений на мониторе АРМ. При этом принцип действия силоизмерительного датчика основан на изменении электрического сопротивления тензорезисторов, соединенных по мостовой схеме при их деформации, возникающей под действием прилагаемой силы. Изменение электрического сопротивления вызывает разбаланс мостовой схемы и появление в диагонали моста аналогового электрического сигнала, изменяющегося пропорционально приложенной силе. Аналоговый электрический сигнал разбаланса моста поступает на вход измерительной аппаратуры MS Evaluation Unit, преобразуется в унифицированный сигнал напряжения постоянного тока (0 – 10) В. Этот сигнал преобразуется АЦП в цифровой код, регистрируемый ПЛК с последующим вычислением измеренной величины КМС с учетом индивидуальной функции преобразования ИК.

Принцип действия ИК частоты вращения основан на преобразовании аналогового сигнала от индукционного датчика частоты вращения в цифровой код, с промежуточным преобразованием сигнала индукционного датчика в аналоговый сигнал и с последующим вычислением в модуле контроллера значений частоты вращения и отображением результатов измерений на мониторе АРМ.

Принцип действия ИК расхода (прокачки) масла основан на преобразовании ПИП (турбинный преобразователь расхода ТПР14) объемного расхода масла в частоту электрического сигнала. Частотный электрический сигнал с выхода ТПР14 поступает на вход усилителя формирователя ADAM-3014, с выхода которого частотно-временной сигнал поступает на вход преобразователя сигналов OMEGA ISC-Hz, на выходе которого формируется унифицированный сигнал постоянного тока (4 - 20) мА, пропорциональный частоте сигнала с выхода ТПР14, который подается на модуль контроллера с последующим вычислением по программе ПЛК измеренной величины расхода (прокачки) масла.

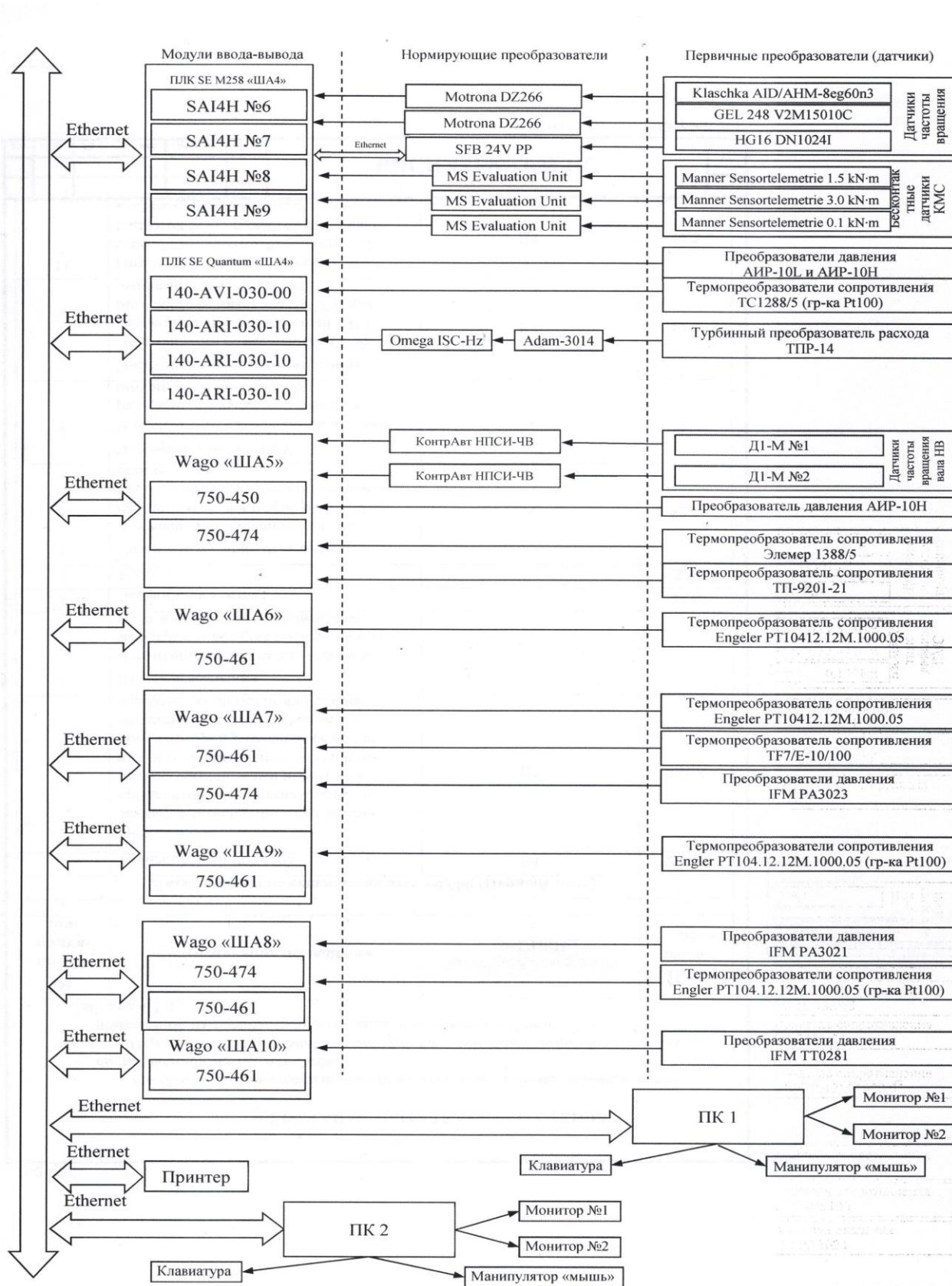
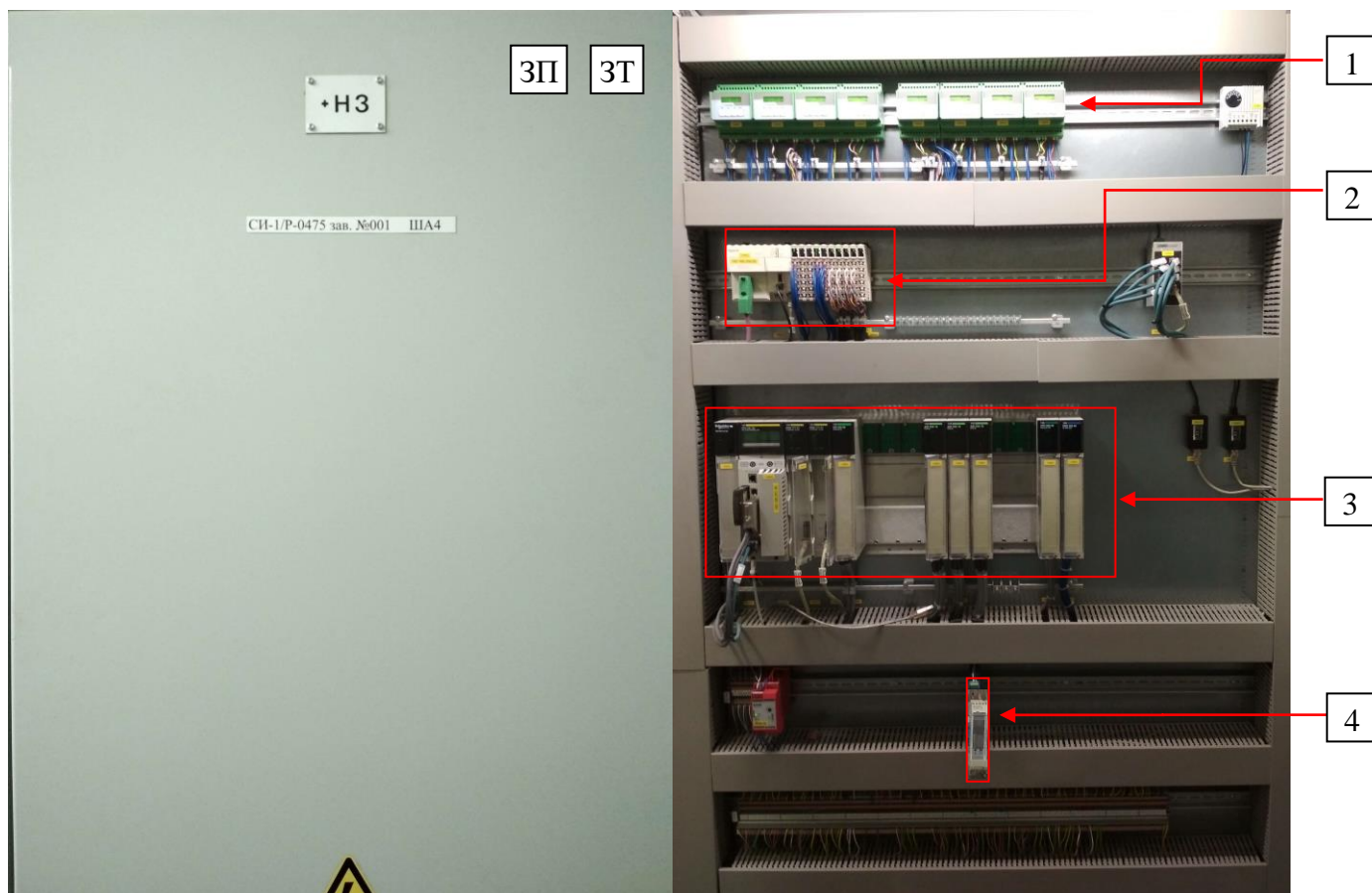


Рисунок 1 – Структурная схема системы

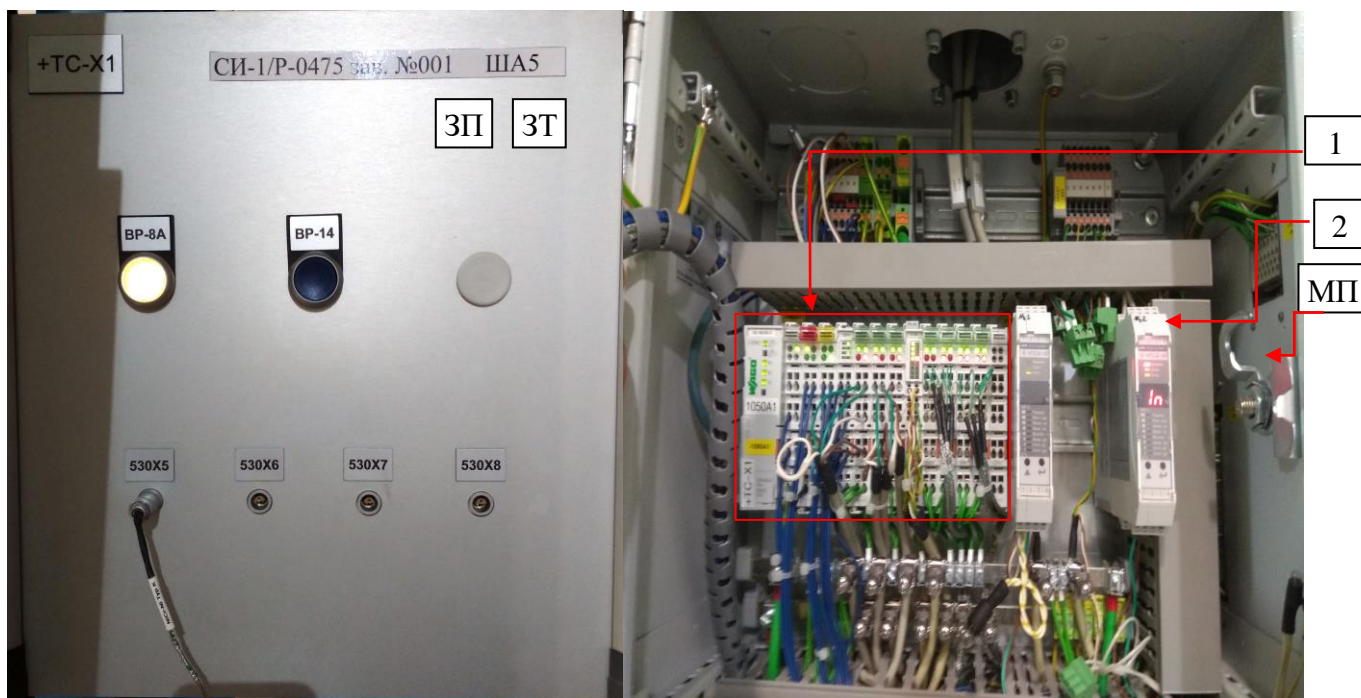
Принцип действия ИК давления жидкости основан на зависимости величины выходного электрического сигнала ПИП (АИР-10Н) от значения измеряемого давления, воздействующего на чувствительный элемент. Выходной электрический сигнал ПИП (сила постоянного тока (4 – 20) мА) преобразуется АЦП в цифровой код, с последующим вычислением по программе ПЛК измеренной величины давления.

Принцип действия ИК температуры жидкостей, измеряемой ТС, основан на зависимости изменения сопротивления чувствительного элемента ПИП от измеряемой температуры среды. Сопротивление постоянному току ТС преобразуется АЦП в цифровой код, с последующим вычислением в модуле контроллера значений измеренной величины температуры по индивидуальной функции преобразования ИК с учетом номинальной статической характеристики ПИП.

Общий вид и внутреннее устройство шкафов ША4 – ША10 и +CD с указанием мест пломбировки (далее - МП) от несанкционированного доступа к системе, нанесения знака утверждения типа (далее - ЗТ) и знака поверки (далее - ЗП) приведены на рисунках 2-9. Общий вид АРМ показан на рисунке 9.

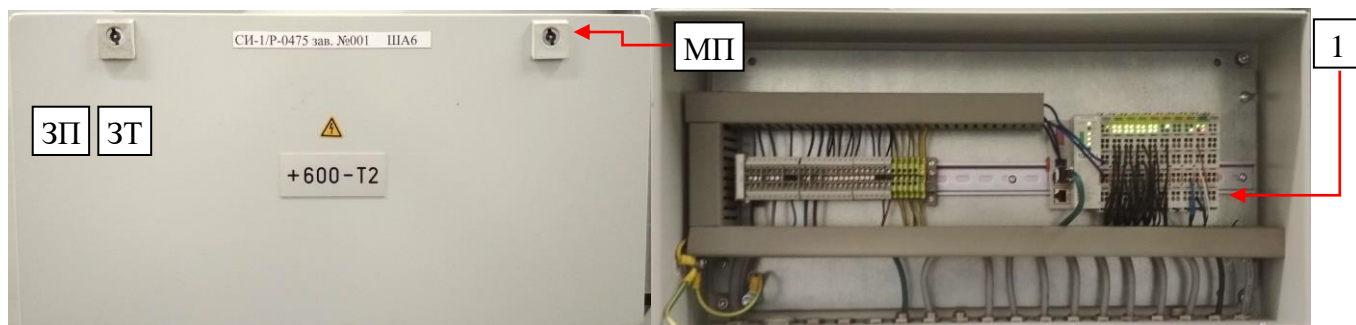


1 – преобразователь сигналов Motrona DZ 266; 2 – ПЛК Schneider Electric M258 с модулями АЦП SAI4H; 3 – ПЛК Schneider Electric Modicon Quantum с модулями АЦП 140-AVI-030-00 и 140-ARI-030-10; 4 – преобразователь сигналов Omega ISC-Hz
Рисунок 2 – Общий вид и внутреннее устройство шкафа ША4



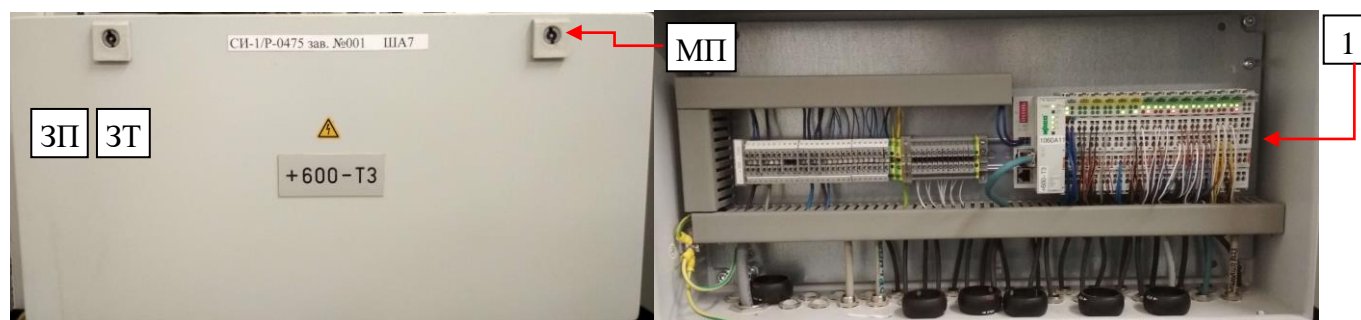
1 – модули аналого-цифрового преобразования серии WAGO-750; 2 - преобразователь сигналов
КонтрАвт НПСИ-ЧВ

Рисунок 3 - Общий вид и внутреннее устройство шкафа ША5



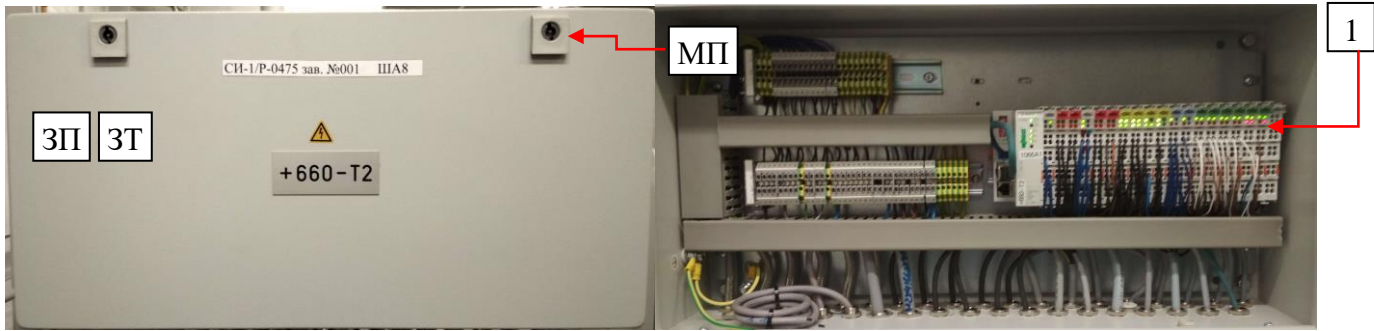
1 – модули АЦП серии WAGO-750

Рисунок 4 - Общий вид и внутреннее устройство шкафа ША6



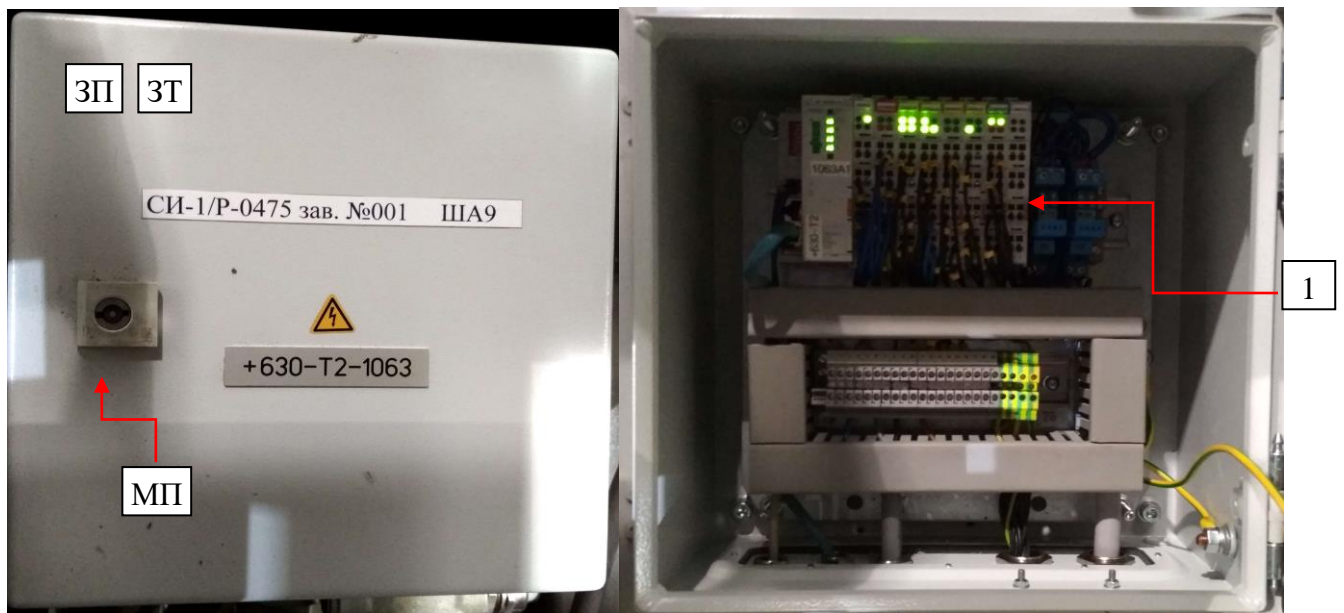
1 – модули АЦП серии WAGO-750

Рисунок 5 - Общий вид и внутреннее устройство шкафа ША6



1 – модули АЦП серии WAGO-750

Рисунок 6 - Общий вид и внутреннее устройство шкафа ША8



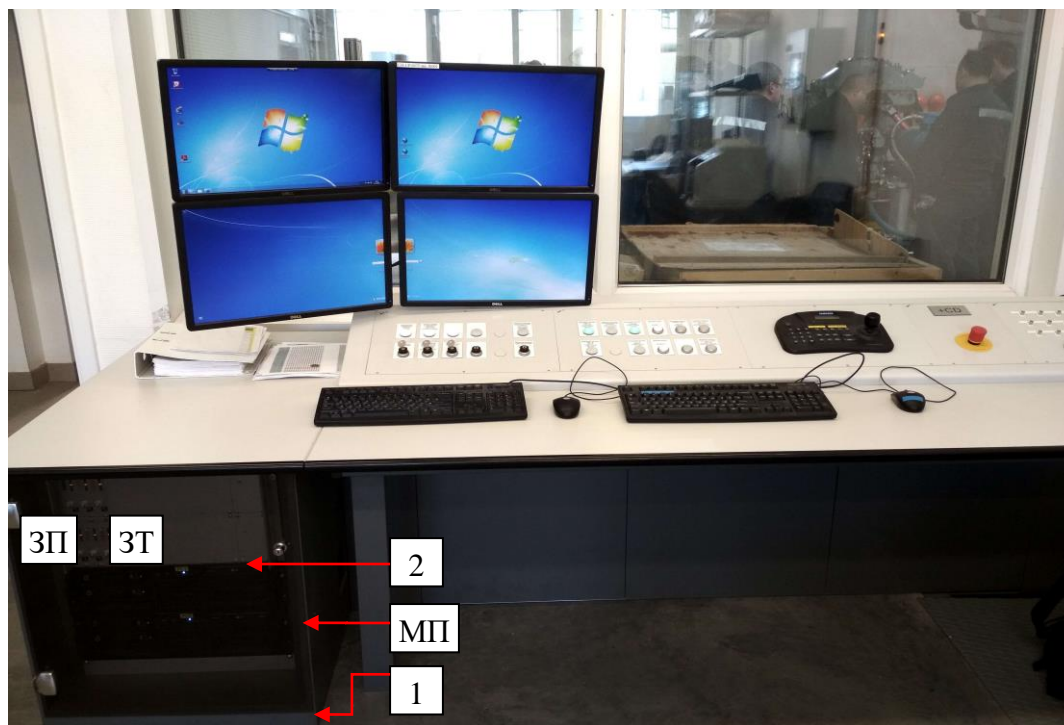
1 – модули АЦП серии WAGO-750

Рисунок 7 - Общий вид и внутреннее устройство шкафа ША9



1 – модули АЦП серии WAGO-750

Рисунок 8 - Общий вид и внутреннее устройство шкафа ША10



1 – ПК1 и ПК2; 2 – Manner Sensortelemetrie Evaluation Unit
Рисунок 9 – АРМ и шкаф+CD

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее - ПО) состоит из общего и функционального ПО, ориентированного на работу под управлением операционных систем Microsoft Windows 7 32/64-бит и более поздних версий.

Функциональное ПО представляет собой проект, созданный в SCADA-системе Wonderware Intouch Invensys 10.1.

Данный проект содержит алгоритмы привязки системы визуализации процесса испытаний и управления испытательным стендом ко всем измерительным и расчётным каналам, создаваемым стендовыми ПЛК, а также содержит алгоритмы вычисления требуемых дополнительных расчётных каналов, отсутствующих в ПЛК.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню защиты «высокий» в соответствии с Р 50.2.077–2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Наименование ПО	Значение	
	Файл привязки измеряемых и расчётных каналов, создаваемых ПЛК, к системе визуализации и управления стендом	Файл скриптов расчёта мощностей загрузки левой и правой МСХ, валов несущего и хвостового винтов
Идентификационное наименование ПО	Tagname.x	00000034.dch
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V. 1.0.17640	V. 1.0.17640
Цифровой идентификатор ПО	3FA3A3FCD1292EB7304FEC CD9BB032B3	305BF5687980648198FD7D556 EBAD555

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Состав и метрологические характеристики 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 крутящего момента силы	1	от 1 до 90 Н·м	±0,5 % (γ от ВП) в диапазоне от 0 до 0,5ВП; ±0,5 % (δ) в диапазоне от 0,5ВП до 1,0ВП	Manner Sensesortelemetri ser.MF	линейность ±0,1 % (γ)	Manner Sensesortelemetri Evaluation Unit Schneider Electric TM5SA14H	±0,01 % (γ от ВП)
	2	от 1 до 50 Н·м	±0,5 % (γ от ВП) в диапазоне от 0 до 0,5ВП; ±0,5 % (δ) ² в диапазоне от 0,5ВП до 1,0ВП				
	3	от 1 до 1400 Н·м	±0,5 % (γ от ВП) в диапазоне от 0 до 0,5ВП; ±0,5 % (δ) в диапазоне от 0,5ВП до 1,0ВП				
ИК давления жидкостей		Избыточное давление жидкостей:	±1,0 % (γ от ВП) ¹	Преобразователи давления измерительные АИР-10Н-ДИ	±0,25 % (γ от ВП)	Модуль WAGO-750-474	±0,1 % (γ от ВП)
	1	от 0 до 0,588 МПа					
	1	от 0 до 15,691 МПа					
	2	от 0 до 2,452 МПа					
3	от 0 до 17,652 МПа	Датчики давления IFM PA3021, IFM PA 3023					

Продолжение таблицы 2

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 частоты вращения	1	от 25 до 252 об/мин	±0,2 % (γ от ВП)	Klashka IAD/АПМ Motrona DZ266	±0,1 % (γ от ВП)	Schneider Electric TM5SA14H	±0,01 % (γ от ВП)
	1	от 350 до 3500 об/мин		Lenord&Bauer 248V2M15005C Motrona DZ266			
	1	от 5700 до 6200 об/мин		Baumer HG16DN10241			
	2	от 7800 до 8400 об/мин					
	2	от 3000 до 15500 об/мин		Klashka IAD/АПМ Motrona DZ266		Schneider Electric TM5SA14H	
ИК расхода (прокачки) масла	1	от 24 до 240 л/мин	±3 % (γ от НЗ) НЗ = 240 л/мин	Турбинный преобразователь расхода ТПР14	±0,4 % (δ)	Нормализатор сигнала Adam-3014	±0,1 % (γ от ВП)
						Нормализатор сигнала Omega ISH-HZ	±0,2 % (γ от ВП)
						Schneider Electric 140AV103000	±0,05 % (γ от ВП)

Продолжение таблицы 2

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 температуры жидкостей, измеряемой ТС, и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры (в части измерений температуры)	1	Температура жидкостей: от 283 до 363 К (от 10 до 90 °С)	$\pm 1,5\%$ (γ от НЗ) ³⁾ НЗ=80 °	Термопреобразователи сопротивления: ТС1288/5	Класс допуска А по ГОСТ 6651-2009	Schneider Electric 140AV103000	$\pm 0,5\%$ (γ от ВП)
	1	от 283 до 393 К (от 10 до 120 °С)	$\pm 1,5\%$ (γ от НЗ) НЗ=110 °				
	1	от 10 до 100 °С	$\pm 1,5\%$ (γ от НЗ) НЗ=90 °	РТ104.12.12М		Класс допуска В по ГОСТ 6651-2009	WAGO-750-461
	2	от 10 до 150 °С	$\pm 1,5\%$ (γ от НЗ) НЗ=140 °	ТС1388/5	WAGO-750-450		$\pm 0,6\text{ °С}$
	1			РТ104.12.12М	WAGO-750-461		$\pm 0,2\%$ (γ от ВП)

1) γ от ВП- приведенная к верхнему пределу (ВП) измерений погрешность;
2) δ – относительная от измеряемой величины (ИВ) погрешность;
3) γ от НЗ – приведенная к нормированному значению (НЗ) погрешность

Таблица 3 – Состав и метрологические характеристики ИК систем с входными электрическими сигналами от ПИП

Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон изменений (диапазон показаний на дисплее системы)	Источник сигнала на входе ИК	Тип аппаратуры ИК	Пределы допускаемой основной погрешности ИК*
ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры (в части измерений сопротивления постоянному току)	2	от 100 до 138,51 Ом (от 0 до 100 °С)	Термопреобразователи сопротивления платиновые НСХ Pt 100 по ГОСТ 6651-2009 TF7/E-10/100	Модуль АЦП WAGO-750-461	±0,2 % (γ от ВП)
	11	от 100 до 157,33 Ом (от 0 до 150 °С)	Термопреобразователи сопротивления платиновые НСХ Pt 100 по ГОСТ 6651-2009 PT104.12.12M IFM TT0281		
ИК частоты электрических сигналов, соответствующей значениям частоты вращения приводов	2	от 10 до 90 Гц (от 10 до 100%)	Датчик тахометрический Д-1М	Нормализатор сигнала: «КонтрАвт» Модуль АЦП: WAGO-750-474	±0,2 % (γ от ВП)

* Пределы допускаемой основной погрешности ИК приведены в таблице 3 без учета погрешностей ПИП

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры, мм, не более:	ширина x высота x длина
– Шкаф ША4	1203 x 2200 x 600
– Шкаф ША5	380 x 380 x 220
– Шкаф ША6	600 x 300 x 160
– Шкаф ША7	600 x 300 x 160
– Шкаф ША8	600 x 300 x 160
– Шкаф ША9	300 x 300 x 220
– Шкаф ША10	600 x 380 x 220
– Шкаф +CD	600 x 620 x 1100
Суммарная масса одной системы, кг, не более	1100
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	от 10 до 30
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре 25°С, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, мм.рт.ст. (кПа)	от 630 до 800 (от 84 до 107)
– напряжение сети переменного тока, В	от 198 до 242
– частота переменного тока, Гц	от 49,6 до 50,4

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом и в виде наклейки на корпуса шкафов ША1 – ША10 и +CD.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность системы

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз
1 Измерительная система, зав. № 001, в составе:	СИ-1/Р-0475	1 экз.
1.2 Датчик давления	IFM PA 3021	5
1.3 Датчик давления	IFM PA 3023	1
1.4 Термопреобразователь сопротивления	ТП9021-21	1
1.5 Термопреобразователь сопротивления	ТС1288	2
1.6 Термопреобразователь сопротивления	ТС1388	2
1.7 Термопреобразователь сопротивления	РТ104.12.12М	10
1.8 Термопреобразователь сопротивления	IFM ТТ0281	3
1.9 Термопреобразователь сопротивления	TF7/E-10/100	2
1.10 Турбинный преобразователь расхода	ТПР14	1
1.12 Датчики частоты вращения	Д-1М	2
1.12 Датчики частоты вращения	Klashka IAD/АПМ	3
1.13 Датчики частоты вращения	Lenord&Bauer 248V2M15005C	1
1.14 Датчики частоты вращения	HG16DN10241	3
1.15 Датчики крутящего момента силы	Manner Sensortelemetri сер. MF	6
1.16 Нормирующий преобразователь	Motrona DZ266	7
1.17 Нормирующий преобразователь	Omega ISC-HZ	1
1.18 Нормирующий преобразователь	Advantech ADAM-3014	1
1.19 Аппаратура обработки сигналов от датчиков КМС	Manner Sensortelemetrie	6
1.20 Нормирующий преобразователь	КонтрАвт НПСИ-ЧВ	2
1.21 Модуль аналогового ввода	Schneider Electric SAI4H	4
1.22 Модуль аналогового ввода	Schneider Electric 140-AVI-030-00	1
1.23 Модуль аналогового ввода	Schneider Electric 140-ARI-030-10	3
1.24 Модуль аналогового ввода	Wago 750-450	1
1.25 Модуль аналогового ввода	Wago 750-474	3
1.26 Модуль аналогового ввода	Wago 750-461	5
1.27 Лазерное печатающее устройство формата А4	Kyocera Ecosys M2035DN	1
1.28 Персональный компьютер на базе процессора Intel Core	Fujitsu моделей D3236-S1	2
1.29 ЖК-монитор с диагональю 22 дюйма	Dell P2213t	4
1.30 Клавиатура стандартная	Cherry RS 6000 USB	2
1.31 Манипулятор типа «мышь»	Cherry	2

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз
2 Стандартное и специальное ПО: - среда разработки SoMachine Central V4.1 - среда разработки UnityPro XL - среда разработки Wonderware InTouch		1 1 1
3 Система измерительная СИ-1/Р-0475. Формуляр	УРАБ.СИ-1/Р-0475.001 ФО	1
4 Система измерительная СИ-1/Р-0475. Руководство по эксплуатации	УРАБ.СИ-1/Р-0475.001РЭ	1
5 Система измерительная стенда СИ-1/Р-0475. Методика поверки	404.173МП	1
6 Механический замкнутый испытательный стенд для главных редукторов Р-0475. Описание системы и инструкция по эксплуатации	Р-0475-2317-1504-01	1
7 Механический замкнутый испытательный стенд для главных редукторов Р-0475. Руководство по эксплуатации.	Р-0475-2317-1504-02	1
8 Механический замкнутый испытательный стенд для главных редукторов Р-0475. Руководство по калибровке.	Р-0475-2317-1504-03	1
9 Механический замкнутый испытательный стенд для главных редукторов Р-0475. Руководство по техническому обслуживанию	Р-0475-2317-1504-04	1

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в руководстве по эксплуатации УРАБ.СИ-1/Р-0475.001РЭ в разделе 5 «Устройство и работа системы».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам измерительным СИ-1 Р-0475

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

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

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

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

Приказ Росстандарта от 31 июля 2019 года № 1794 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений крутящего момента силы»

Приказ Росстандарта от 15 февраля 2016 года № 146 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления»

Приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 года № 2825 «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»

Изготовитель

Фирма ZF Luftfahrttechnik GmbH, Германия
Адрес: Flugplatzstrabe D-34379, Calden Deutschland (Германия)
Телефон: +(49)5674 701-0
Тел/факс: +(49)5674 701-606
Web-сайт: www.zf.com/luftfahrt

Испытательный центр

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

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

Телефон (факс): (495) 526-63-00

Web-сайт: www.vniiftri.ru

E-mail: office@vniiftri.ru

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

