

УТВЕРЖДАЮ

Директор РУП «Витебский ЦСМС»

П.Л. Яковлев

« 20 » 01 2014 г.



Система обеспечения единства измерений

**МОДУЛИ КОНТРОЛЛЕРА
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ SIMVOL-100**

Методика поверки

МРБ МП. 2.386 -2014

г. Витебск
2014



Ведущий юрист-консульт
Е.В. Агеенко

Содержание

Вводная часть	3
1 Операции и средства поверки	3
2 Требования к квалификации поверителей	5
3 Требования безопасности	5
4 Условия поверки	6
5 Подготовка к поверке	6
6 Проведение поверки	7
7 Оформление результатов поверки	14
Приложение А Схемы подключения приборов при определении основной погрешности	15
Приложение Б Форма протокола поверки	27
Приложение В Таблицы номинальной статической характеристики для термопреобразователей сопротивления	29
Лист регистрации изменений	34

					МРБ МП.2386-2014				
5	Зам.	МЮЖК.20-2023		05.02.2024					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Модули контроллера измерительные Symbol-100. Методика поверки	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Гуринович		10.10.2023		A		2	34
Провер.		Герасимович		12.10.2023					
Т.контр.									
Н.контр.		Бриткин		10.10.2023					
Утв.		Шашков		10.10.2023	ООО «НПЦ «Европрибор»				

Настоящая методика поверки распространяется на модули контроллера измерительные Symbol-100 (далее модули), предназначенные для ввода аналоговых, дискретных и цифровых сигналов, полученных от различных типов первичных преобразователей, их измерения, преобразования, обработки и передачи в локальную информационную сеть промышленного назначения, а также для генерации и выдачи на объект управляющих аналоговых, дискретных и цифровых сигналов.

Настоящая методика предназначена для проведения первичной и последующих поверок модулей.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений) в соответствии с письменным заявлением владельца, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства измерений с характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при поверке	
			первичной	последующей
1	2	3	4	5
Внешний осмотр	6.1	–	да	да
Опробование	6.2	Калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А, измерение силы постоянного тока $\pm (0-5) \text{ мА}$, $\pm (0-22) \text{ мА}$, погрешность $(0,0075 \% + 0,25 \text{ мкА})$, $(0,0075 \% + 1 \text{ мкА})$; воспроизведение силы постоянного тока $(0-5) \text{ мА}$; $(0-25) \text{ мА}$, погрешность $(0,0075 \% + 0,25 \text{ мкА})$, $(0,0075 \% + 1 \text{ мкА})$; измерение напряжения постоянного тока $\pm (0-100) \text{ мВ}$, $\pm (0,1-1) \text{ В}$, $\pm (1-11) \text{ В}$, погрешность $0,0075 \% + 5 \text{ мкВ}$, $0,0075 \% + 0,05 \text{ мВ}$, $0,0075 \% + 0,55 \text{ мВ}$; воспроизведение напряжения постоянного тока $(0-0,1) \text{ В}$, $(0,1-1) \text{ В}$, $(1-5) \text{ В}$, погрешность $0,0075 \% + 5 \text{ мкВ}$, $0,0075 \% + 0,05 \text{ мВ}$, $0,0075 \% + 0,25 \text{ мВ}$; Компаратор напряжений Р3003, класс точности 0,0005; Магазин сопротивления Р4831, класс точности 0,02/2.10-6, диапазон показаний $(0,021 - 111111,1) \text{ Ом}$; Мультиметр Keithley Model 2000 Пределы измерения напряжения постоянного тока: 100 мВ , 1 В , 10 В , 100 В , 1000 В , погрешность $\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 35 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}}) \text{ В}$, $\pm (30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}}) \text{ В}$,	да	да

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		25.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при поверке	
			первичной	последующей
1	2	3	4	5
		<p> $\pm (30 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ В, $\pm (45 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ В, $\pm (45 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ В; пределы измерения силы постоянного тока: 10 мА, 100 мА, 1 А, 3 А, погрешность $\pm (500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 400 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (800 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (1200 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А; диапазон измерения напряжения переменного тока: (0,1-750) В, погрешность $\pm (0,0006 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пр}})$ В; пределы измерения силы переменного тока: 1 А, 3 А, погрешность $\pm (0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0004 \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (0,0015 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0006 \cdot I_{\text{пр}})$ А; пределы измерения сопротивления: 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, погрешность $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (400 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (1500 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом; диапазон измерения частоты напряжения переменного тока: (50-10000) Гц, погрешность $\pm (0,0001 \cdot f_{\text{изм}})$ Гц Вольтметр В7-72, диапазон измерений: напряжение постоянного тока от 2 мкВ до 1000 В, погрешность $\pm (0,001 - 0,004) \%$; постоянный ток от 200 мА до 2 А, погрешность $\pm (0,015 - 0,035) \%$; сопротивление от 1 Ом до 2 ГОм, погрешность $\pm (0,003 - 0,035) \%$; Катушка сопротивлений эталонная Р331, пределы измерений 100 Ом, класс точности 0,01; 3 разряд; Персональный компьютер IBM-совместимый; Автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4, скорость обмена данными до 115200 бит/с Мегаомметр Ф4101 выходное напряжение 100 В, 500 В, 1000 В кл.1,5 Секундомер механический СОПпр-2а-3-000, диапазон измерений 30 мин; 3 кл. Установка пробойная универсальная УПУ-10. </p>		

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		20.01.2024
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МРБ МП.2386-2014

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при поверке	
			первичной	последующей
1	2	3	4	5
		Пределы установки выходного напряжения: 0 – 10 кВ, выходная мощность 1,0 кВ · А, основная погрешность ± 4 %..		
Определение основной погрешности измерений входных сигналов	6.3	То же, что и в 6.2.	да	да
Определение основной приведенной погрешности воспроизведения выходных сигналов	6.4	То же, что и в 6.2.	да	да

1.2 Применяемые средства измерений должны иметь подтвержденные метрологические характеристики и иметь действующие свидетельства об их поверке или калибровке и (или) иные знаки поверки (калибровки).

При отсутствии средств измерений и вспомогательного оборудования, указанных в таблице 1, допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых каналов с требуемой точностью.

1.3 При поверке модулей на ПЭВМ должно быть установлено специализированное программное обеспечение «S100Configurator», либо «SimbiCon» – для модуля Simbi-10, из комплекта поставки модулей.

1.4 При получении отрицательных результатов при проведении любой операции, приведенной в таблице 1, поверка должна быть прекращена.

2 Требования к квалификации поверителей

2.1 К проведению измерений при поверке допускаются лица, прошедшие специальное обучение и имеющие квалификацию поверителя, изучившие нормативные и эксплуатационные документы на модули.

2.2 Поверку должен выполнять персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности, имеющий необходимую подготовку для работы с модулями и используемыми эталонами.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-2009 и требования безопасности, оговоренные в технической документации на модули и используемые эталоны.

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		25.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие нормальные условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность - от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление - от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания – согласно таблице 2.

Таблица 2

Модификация модуля	Диапазон напряжения питания	Номинальное напряжение
S-100-AI6, S-100-AO4, S-100-RTD6, S-100-TC8, S-100-UI4	от 22 до 26 В постоянного тока	24 В постоянного тока
Simbi-10	от 22 до 26 В постоянного тока	24 В постоянного тока
	от 90 до 264 В переменного тока, частота от 47 до 63 Гц	230 В переменного тока, частота 50 Гц

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке (аттестации), знаков поверки на средствах измерений;
- собрать схему согласно приложению А;
- подготовить эталоны и вспомогательные средства поверки в соответствии с их технической документацией;
- выдержать модули при температуре по 4.1 не менее 2 ч, если они находились в климатических условиях, отличных от нормальных;
- проверить конфигурацию модулей в соответствии с паспортом;
- поверка модулей проводится с использованием ПК с установленным специализированным программным обеспечением «S100Configurator», «SimbiCon» – для модуля Simbi-10, если иное не указано в методике испытаний;
- поверку модулей S-100-TC8, S-100-UI4 проводить с установленным разъемом 15 EDGKA-3.81-18P-14-00A(H) со встроенным термопреобразователем сопротивления;
- поверку каналов измерения температуры с входными сигналами от термодпар модуля Simbi-10 проводить с установленной вставкой холодного спая со встроенным термопреобразователем сопротивления МЮЖК.408081.050.

						МРБ МП.2386-2014	Лист
5	Зам.	МЮЖК.20-2023		05.02.2024			6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверить комплект поставки модулей в соответствии с описанием типа средств измерений.

6.1.2 Установить соответствие модулей следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений;
- надписи и обозначения на модулях должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

6.2 Опробование

6.2.1 Проверка функционирования

Для проверки функционирования включить модуль в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации, затем плавно изменить значение входного (выходного) сигнала, проверить возможность установки диапазона измерений входного сигнала или диапазона воспроизведения выходного сигнала. При увеличении значения входного (выходного) сигнала, показания модуля должны увеличиваться, а при уменьшении – уменьшаться в пределах установленного диапазона.

6.2.2 Проверка метрологически значимой части ПО (далее МПО) модуля заключается в сличении «Версии метрологически значимой части программы» и «CRC метрологически значимой части программы», прочитанных при помощи программы «S100 Configurator» из энергонезависимой памяти модуля соответственно с «Номером версии (идентификационный номер программного обеспечения)» и «Цифровой идентификатор программного обеспечения» приведёнными в РЭ на модуль.

Для считывания «Версии метрологически значимой части программы» и «CRC метрологически значимой части программы» необходимо:

- подключить модуль к ПК с установленной программой «S100 Configurator» при помощи преобразователя USB-RS485.

- подать питание на модуль и включить ПК.

- запустить программу «S100Configurator». Нажать кнопку «Настройки». В окне настроек выбрать виртуальный COM-порт подключенного преобразователя USB-RS485. Нажать кнопку «Применить».

- зайти в меню «Модуль» -> «Определить модуль». После подключения к модулю автоматически будут прочитаны идентификационные данные подключенного модуля, в их числе «Версия метрологически значимой части программы» и «CRC метрологически значимой части программы».

Результат проверки считать положительным, если данные совпадают с приведенными в РЭ на модуль.

6.2.3 Проверка электрического сопротивления и прочности изоляции

Примечание - проверку электрической прочности изоляции проводить только при первичной поверке

6.2.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции электрических цепей, указанных в таблицах 3 и 4 проводят по методике ГОСТ 12997 в нормальных условиях напряжением постоянного тока.

- Таблица 3

Наименование цепей	Напряжение постоянного тока при измерении, В	
	Модули S-100-AI6, S-100-AO4, S-100-RTD6, S-100-TC8, S-100-UI4	
Цепи питания – остальные цепи	100	
Цепи интерфейсов – остальные цепи	100	
Корпус – остальные цепи	100	

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		05.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Таблица 4

Наименование цепей	Испытательное напряжение, В	
	Напряжение питания модуля 230 В, 50 Гц	Напряжение питания модуля 24 В постоянного тока
Цепь питания – остальные цепи и корпус	500	–
Между цепями каналов RO-1 и RO-2	500	500
Цепи каналов RO-1, RO-2 – остальные цепи	500	500
Корпус – остальные цепи	100	100
Между цепями интерфейсов	100	100
Между аналоговыми каналами ввода/вывода и дискретными каналами ввода/вывода	100	100

Отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции, производят по истечении 1 мин после приложения напряжения к испытуемым цепям модулей или меньшего времени, за которое показания мегаомметра практически установятся.

Модули S-100-AI6, S-100-AO4, S-100-RTD6, S-100-TC8, S-100-UI4 считаются выдержавшими испытание, если сопротивление изоляции не менее 5 МОм.

Модуль Simbi-10 считается выдержавшим испытание, если сопротивление изоляции электрических цепей модуля не менее:

- корпус – остальные цепи, между цепями интерфейсов, между аналоговыми каналами ввода/вывода и дискретными каналами ввода/вывода – 5 МОм;
- между каналами RO-1, RO-2, каналы RO-1, RO-2 – остальные цепи – 20 МОм.
- цепь питания – входные/выходные цепи, цепь питания – корпус:
- для модуля Simbi-10-24 – 5 МОм;
- для модуля Simbi-10-230 – 20 МОм.

6.2.3.2 Электрическая изоляция между различными цепями модуля Simbi-10 должна выдерживать в течении 1 мин действие испытательного переменного напряжения синусоидальной формы частотой 50 Гц при нормальных условиях применения, действующее значение которого приведено в таблице 5.

Таблица 5

Наименование цепей	Напряжение питания модуля 230 В, 50 Гц	Напряжение питания модуля 24 В постоянного тока
	Испытательное напряжение, В	
Цепь питания – остальные цепи и корпус	1350	–
Между цепями каналов RO-1 и RO-2	1350	1350
Цепи каналов RO-1, RO-2 – остальные цепи	1350	1350

6.3 Определение основной погрешности измерений входных сигналов

6.3.1 Основные погрешности следует определять не менее чем при пяти значениях входного сигнала, равномерно распределенных в диапазоне измерений.

6.3.2 Погрешность эталонных средств измерений не должна превышать 1/3 предела допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma_{вх}$.

6.3.3 Основную приведенную погрешность $\gamma_{вх}$ по входу определяют по формуле 1.

$$\gamma_{вх} = (A_{и} - A_{э}) / N \cdot 100, \quad (1)$$

где $A_{и}$ – измеренное модулем значение входного сигнала, мА (В, Ом, Гц);

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		25.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

N – нормирующее значение входного сигнала, соответствующее верхнему значению диапазона измерений входного сигнала (для каналов измерения температуры модуля Simbi-10 нормирующее значение входного сигнала – диапазон измерений входного сигнала), мА (В, Ом, Гц);

A_3 – действительное значение входного сигнала, установленное эталонным средством измерений, мА (В, Ом, Гц) в точках проверки, приведенных в таблице 6.

Для модулей с входными сигналами от термопреобразователей сопротивления значения A_3 , Ом – по ГОСТ 6651, приложению В.

Для модулей с входными сигналами от преобразователей термоэлектрических значения A_3 , мВ – по СТБ ГОСТ Р 8.585.

При определении погрешности каналов измерения температуры модуля Simbi-10 термозонд для компенсации температуры свободных концов преобразователей термоэлектрических (из комплекта калибратора Метран-510-ПКМ-А) подключить к клеммной колодке модуля совместно с проводом калибратора Метран-510-ПКМ-А, воспроизводящего выходные сигналы преобразователей термоэлектрических.

Для подключения калибратора Метран-510-ПКМ-А и термозонда для компенсации температуры свободных концов преобразователей термоэлектрических использовать только кабель из комплекта калибратора Метран-510-ПКМ-А.

Измерения производить при изменении показаний температуры за последние 15 мин не более 0,2 °С.

- Таблица 6

Диапазон измерений входного сигнала модулей	Точка проверки, % от диапазона измерений входного сигнала				
	0	25	50	75	100
	Значение входного сигнала A_3				
(4 – 20) мА	4,00 мА	8,00 мА	12,00 мА	16,00 мА	20,00 мА
(0 – 20) мА	0,00 мА	5,00 мА	10,00 мА	15,00 мА	20,00 мА
(0 – 5) мА	0,00 мА	1,25 мА	2,50 мА	3,75 мА	5,00 мА
(-5 – 0 – 5) мА	- 5,00 мА	-2,50 мА	0,00 мА	2,50 мА	5,00 мА
(-10 – 0 – 10) В	- 10,00 В	-5,00 В	0,00 В	5,00 В	10,00 В
(0 – 1) В	0,00 В	- 0,25 В	0,50 В	0,75 В	1,00 В
(0 – 0,1) В	0,00 В	0,025 В	0,050 В	0,075 В	0,10 В
(-1 – 0 – 1) В	-1,00 В	-0,50 В	0,00 В	0,50 В	1,00 В
(0 – 10) В	0,00 В	2,50 В	5,00 В	7,50 В	10,00 В
(0-400) Ом	0,00 Ом	100,00 Ом	200,00 Ом	300,00 Ом	400,00 Ом
(0-2000) Ом	0,00 Ом	500,00 Ом	1000,00 Ом	1500,00 Ом	2000,00 Ом
(0-4000) Ом	0,00 Ом	1000,00 Ом	2000,00 Ом	3000,00 Ом	4000,00 Ом
(5 – 20000) Гц	5,00 Гц	4996,25 Гц	9997,50 Гц	14998,75 Гц	20000,00 Гц

6.3.4 Основную абсолютную погрешность Δ , °С определить по формуле 2.

$$\Delta = A_n - A_3, \quad (2)$$

где A_n – измеренное модулем значение температуры °С;

A_3 - значение температуры, соответствующее подаваемому сигналу для выбранной номинальной статической характеристики (НСХ), °С.

Для модулей с входными сигналами от термопреобразователей сопротивления значения A_3 – по ГОСТ 6651, приложению В.

Для модулей с входными сигналами от преобразователей термоэлектрических

5	Зам.	МЮЖК 20-2023		05.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

значения A_9 – по СТБ ГОСТ Р 8.585.

6.3.4.1 Термозонд для компенсации температуры свободных концов преобразователей термоэлектрических (из комплекта калибратора Метран-510-ПКМ-А) подключить к клеммной колодке модуля совместно с проводом калибратора Метран-510-ПКМ-А, воспроизводящего выходные сигналы преобразователей термоэлектрических.

Для подключения калибратора Метран-510-ПКМ-А и термозонда для компенсации температуры свободных концов преобразователей термоэлектрических использовать только кабель из комплекта калибратора Метран-510-ПКМ-А.

Измерения производить при изменении показаний температуры за последние 15 мин не более 0,2 °С.

6.3.5 Результат считают положительным, если основная погрешность не превышает значений, приведенных в таблице 7.

									Лист
5	Зам.	МЮЖК.20-2023		20.09.2024				МРБ МП.2386-2014	10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблица 7

Модификация модуля измерительного	Типы входных сигналов	Диапазоны измерений входных сигналов	Пределы допускаемой основной погрешности		
			абсолютной (Δ), °C	приведенной ($\gamma_{вх}$), %, от нормирующего значения ¹⁾	
1	2	3	4	5	
S-100-A16	Сила постоянного тока	(4 – 20) мА; (0 – 20) мА; (0 – 5) мА	–	±0,10; ±0,25	
	Напряжение постоянного тока	(0 – 10) В	–	±0,10; ±0,20	
Simbi-10	Сила постоянного тока	каналы UI-1, UI-2, UI-3			
		(4 – 20) мА	–	±0,10	
		(0 – 20) мА	–	±0,10	
		каналы AI-1, AI-2, AI-3, AI-4			
		(-5 – 0 – 5) мА	–	±0,50	
		(0 – 20) мА	–	±0,20	
	Напряжение постоянного тока	каналы UI-1, UI-2, UI-3			
		(0 – 0,1) В	–	±0,20	
		(-1 – 0 – 1) В	–	±0,20	
		каналы AI-1, AI-2, AI-3, AI-4			
		(0 – 10) В	–	±0,20	
		(-10 – 0 – 10) В	–	±0,20	
	Сопротивление постоянному току	каналы UI-1, UI-2, UI-3			
		(0 – 2000) Ом	–	±0,25	
	Частота напряжения переменного тока	каналы FI-1, FI-2, FI-3			
		(5-20000) Гц	–	±0,02	
	Термопреобразователи сопротивления				
	каналы UI-1, UI-2, UI-3				
		медные (50 М, 100 М) $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-180 °C – 200 °C	–	±0,20
		медные (50 М, 100 М) $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-50 °C – 200 °C	–	±0,25
		платиновые (Pt 50, Pt 100) $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °C – 850 °C	–	±0,10
	платиновые (Pt 1000) $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °C – 250 °C	–	±0,20	
	платиновые [50 П или Pt (391) 50, 100 П или Pt (391) 100] $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °C – 850 °C	–	±0,10	
	платиновые [1000 П или Pt (391) 1000] $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °C – 250 °C	–	±0,20	

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5
Simbi-10	Термопреобразователи сопротивления			
	каналы UI-1, UI-2, UI-3			
	никелевые (100 Н) $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-60 °C – 180 °C	-	$\pm 0,25$
	Преобразователи термоэлектрические			
	J	-100 °C – 1200 °C	-	$\pm 0,30$
	T	-100 °C – 400 °C	-	$\pm 0,30$
	E	-100 °C – 1000 °C	-	$\pm 0,30$
	K	-100 °C – 1370 °C	-	$\pm 0,30$
	N	-100 °C – 1300 °C	-	$\pm 0,30$
	A-1	20 °C – 2450 °C	-	$\pm 0,20$
	A-2	20 °C – 1800 °C	-	$\pm 0,20$
	A-3	20 °C – 1800 °C	-	$\pm 0,20$
L	-100 °C – 800 °C	-	$\pm 0,30$	
S-100-RTD6	Термопреобразователи сопротивления			
	медные (50 М, 100 М) $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-180 °C – 200 °C	$\pm 0,4$	-
	платиновые (Pt 50, Pt 100) $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °C – 850 °C	$\pm 0,4$	-
	платиновые [50 П или Pt (391) 50, 100 П или Pt (391) 100] $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °C – 850 °C	$\pm 0,4$	-
	никелевые ТС (100 Н) $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-60 °C – 180 °C	$\pm 0,4$	-
	медные (гр. 23) $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-50 °C – 180 °C	$\pm 0,4$	-
платиновые (гр. 21) $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °C – 650 °C	$\pm 0,4$	-	
S-100-TC8	Преобразователи термоэлектрические			
	R	0 °C – 1760 °C	$\pm 2,0$	-
	S	0 °C – 1760 °C	$\pm 2,0$	-
	J	-100 °C – 1200 °C	$\pm 2,0$	-
	T	-100 °C – 400 °C	$\pm 2,0$	-
	E	-100 °C – 1000 °C	$\pm 2,0$	-
	K	-100 °C – 1370 °C	$\pm 2,0$	-
	N	-100 °C – 1300 °C	$\pm 2,0$	-
	A-1	20 °C – 2450 °C	$\pm 2,0$	-
	A-2	20 °C – 1800 °C	$\pm 2,0$	-
A-3	20 °C – 1800 °C	$\pm 2,0$	-	
L	-100 °C – 800 °C	$\pm 2,0$	-	
S-100-UI4	Сила постоянного тока	(4 – 20) мА; (0 – 20) мА	-	$\pm 0,10; \pm 0,25$
		(0 – 5) мА	-	$\pm 0,25$
		(-5 – 0 – 5) мА	-	$\pm 0,25$

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	
S-100-UI4	Напряжение постоянного тока	(0 – 10) В	-	±0,10; ±0,20	
		(-10 – 0 – 10) В			
		(0 – 1) В			
		(-1 – 0 – 1) В			
	Напряжение постоянного тока	(0 – 100) мВ	-	±0,10; ±0,20	
		(-100 – 0 – 100) мВ			
	Сопротивление постоянному току	(0 – 400) Ом	-	±0,10; ±0,20	
		(0 – 4000) Ом	-	±0,10; ±0,20	
	Термопреобразователи сопротивления				
		медные (50 М, 100 М) $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-180 °С – 200 °С	±0,4	-
		медные (50 М, 100 М) $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-50 °С – 200 °С	±0,4	-
		платиновые (Pt 50, Pt 100, Pt 1000) $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °С – 850 °С	±0,4	-
		платиновые [50 П или Pt (391) 50, 100 П или Pt (391) 100, 1000 П или Pt (391) 1000] $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-200 °С – 850 °С	±0,4	-
		никелевые (100 Н) $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-60 °С – 180 °С	±0,4	-
		никелевые (1000 Н) $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-60 °С – 180 °С	±0,4	-
		никелевые ТС (Ni1000) с $\alpha = 0,00500 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	-60 °С – 250 °С	±0,4	-
	Преобразователи термоэлектрические				
		R	0 °С – 1760 °С	±2,0	-
	S	0 °С – 1760 °С			
	J	-100 °С – 1200 °С			
	T	-100 °С – 400 °С			
	E	-100 °С – 1000 °С			
	K	-100 °С – 1370 °С			
	N	-100 °С – 1300 °С			
	A-1	20 °С – 2450 °С			
	A-2	20 °С – 1800 °С			
	A-3	20 °С – 1800 °С			
	L	-100 °С – 800 °С			

1 - от верхнего значения диапазона измерений входного сигнала (для каналов измерения температуры модуля Simbi-10 – от диапазона измерений входного сигнала)

6.4 Определение основной приведенной погрешности воспроизведения выходных сигналов

6.4.1 Основную погрешность определить не менее чем при пяти значениях выходного сигнала, равномерно распределенных в диапазоне изменения.

Поверку проводить при максимальном сопротивлении нагрузки для каналов модулей с выходным сигналом постоянного тока или минимальном сопротивлении нагрузки для каналов модулей с выходным сигналом напряжения постоянного тока.

6.4.2 Погрешность эталонных средств измерений не должна превышать 1/3 предела допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma_{\text{вых}}$.

6.4.3 Основную приведенную погрешность $\gamma_{\text{вых}}$, %, по выходу определяют по формуле 3.

$$\gamma_{\text{вых}} = (A_{\text{и}} - A_{\text{э}})/N \cdot 100, \quad (3)$$

где $A_{\text{и}}$ – воспроизведенное модулем значение выходного сигнала, мА (В);

N – нормирующее значение выходного сигнала, соответствующее верхнему значению диапазона изменений выходного сигнала, мА (В).

$A_{\text{э}}$ – действительное значение выходного сигнала, измеренное эталонным средством измерений, мА (В), в точках поверки приведенных в таблице 8.

Таблица 8

Диапазон воспроизведения выходного сигнала модулей	Точка проверки, % от диапазона воспроизведения выходного сигнала				
	0	25	50	75	100
	Значение выходного сигнала $A_{\text{э}}$				
(4 – 20) мА	4,00 мА	8,00 мА	12,00 мА	16,00 мА	20,00 мА
(0 – 20) мА	0,00 мА	5,00 мА	10,00 мА	15,00 мА	20,00 мА
(0 – 5) мА	0,00 мА	1,25 мА	2,50 мА	3,75 мА	5,00 мА
(0 – 10) В	0,00 В	2,50 В	5,00 В	7,50 В	10,00 В
(-10 – 0 – 10) В	-10,00 В	-5,00 В	0,00 В	5,00 В	10,00 В

6.4.4 Результат считают положительным, если основная погрешность не превышает значений, приведенных в таблице 9.

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		08.01.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Таблица 9

Модификация модуля измерительного	Типы выходных сигналов	Диапазоны воспроизведения выходных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности ($\gamma_{\text{вых}}$) от верхнего значения диапазона воспроизведения выходного сигнала, %
S-100-AO4	Сила постоянного тока	(4 – 20) мА; (0 – 20) мА (0 – 5) мА	$\pm 0,10$; $\pm 0,25$
	Напряжение постоянного тока	(0 – 10) В	$\pm 0,10$; $\pm 0,25$
Simbi-10	каналы IO-2, IO-3		
	Сила постоянного тока	(4 – 20) мА; (0 – 20) мА	$\pm 0,15$
	каналы UO-1		
	Напряжение постоянного тока	(-10 – 0 – 10) В (0 – 10) В	$\pm 0,15$

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки модуля оформляются протоколом, форма которого приведена в приложении Б.

7.2 При положительных результатах первичной поверки в паспорте на модуль производится запись о годности к применению, наносится оттиск знака поверки, указывается дата поверки и ставится подпись лица, выполнившего поверку. На лицевую поверхность модуля наносится знак поверки методом наклеивания (наклейка).

При положительных результатах последующих поверок оформляется свидетельство о поверке и на лицевую поверхность модуля наносится знак поверки путем наклеивания (наклейка).

7.3 При отрицательных результатах поверки модуль признают непригодным и запрещают к дальнейшему применению. На модуль выдается заключение о непригодности с указанием причин непригодности, знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения.

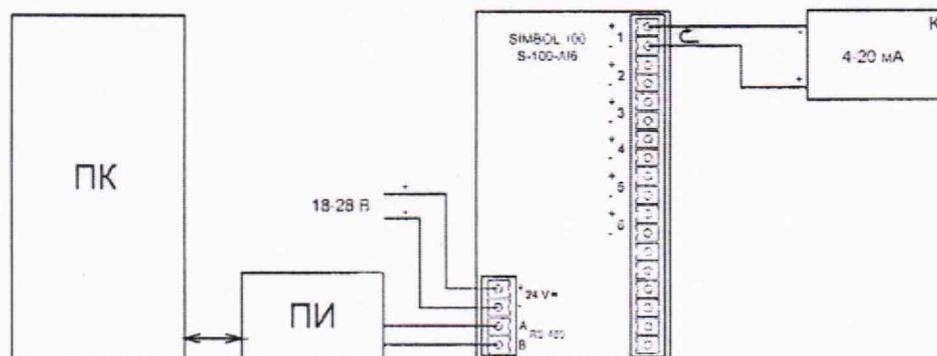
Примечание – Результаты поверки средств измерений, поверяемых на территории Российской Федерации, подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (<https://fgis.gost.ru>).

По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений в зависимости от требований, регламентированных в Методике поверки на конкретный тип средства измерений, наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		25.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

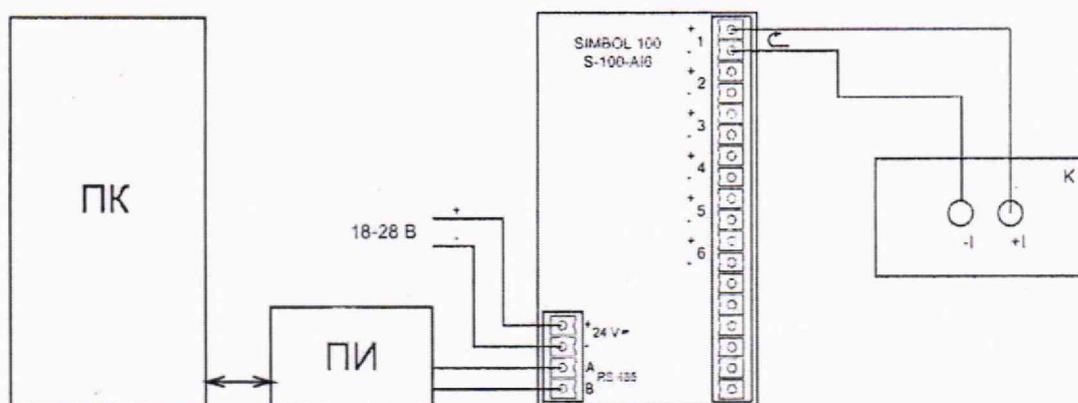
Приложение А
(обязательное)

Схема подключения приборов при определении основной погрешности



К – калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-A16 – модуль.

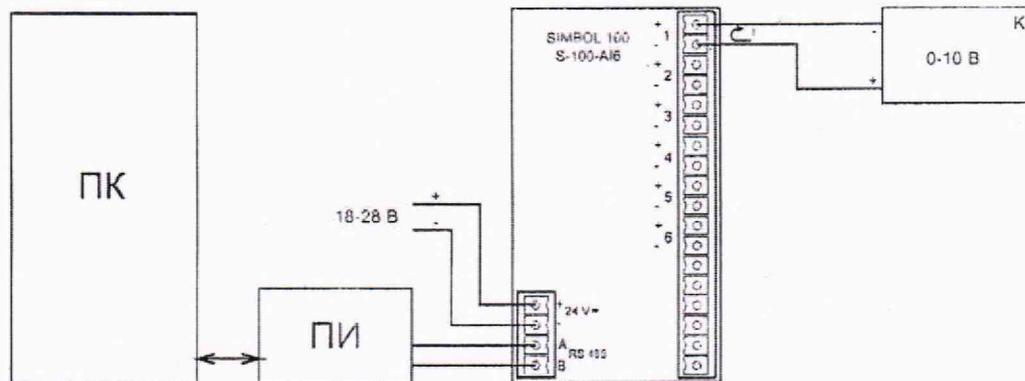
Рисунок А.1 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности модулей с входными сигналами постоянного тока с питанием измерительной цепи от внешнего источника напряжения



К – калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-A16 – модуль.

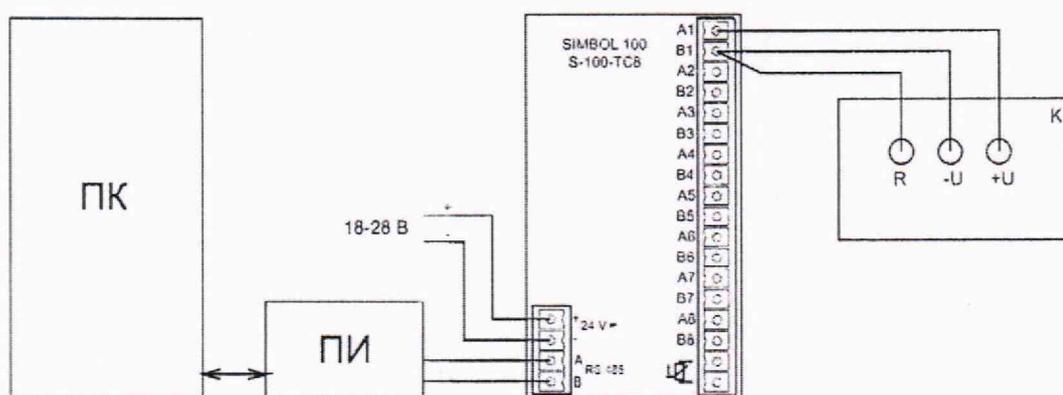
Рисунок А.2 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности модулей с входными сигналами постоянного тока с питанием измерительной цепи от встроенного источника напряжения

								Лист
5	Зам.	МЮЖК.20-2023	<i>[Signature]</i>	25.02.2024			МРБ МП.2386-2014	16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				



К – компаратор напряжений Р3003;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-A16 – модуль.

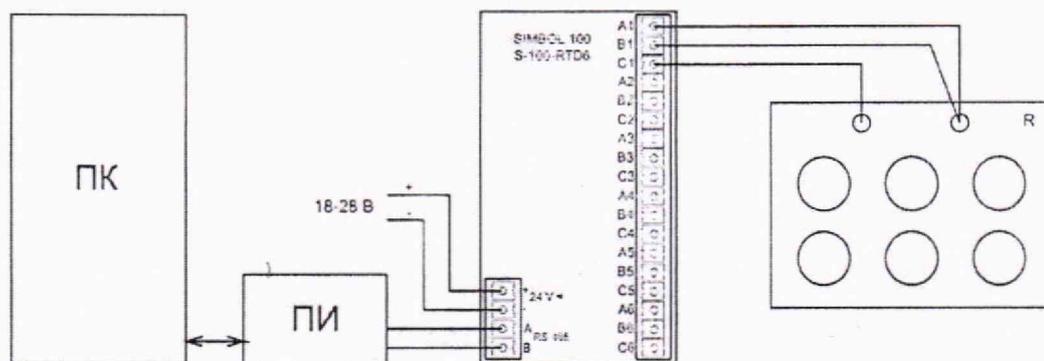
Рисунок А.3 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности модулей с входными сигналами напряжения постоянного тока



К – калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-TC8 – модуль.

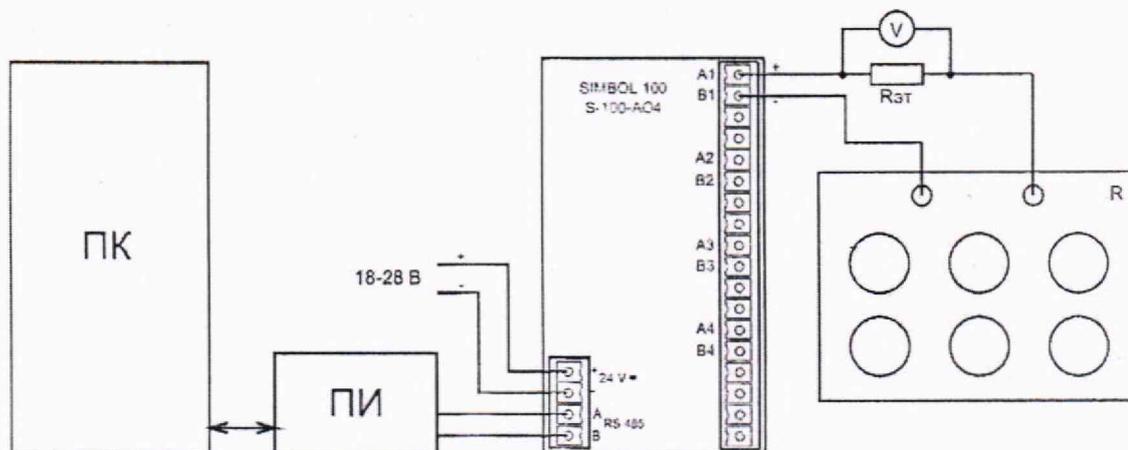
Рисунок А.4 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности модулей с входными сигналами от преобразователей термоэлектрических

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		25.01.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17



R – магазин сопротивлений P4831;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 OBEH AC4;
 S-100-RTD6 – модуль.

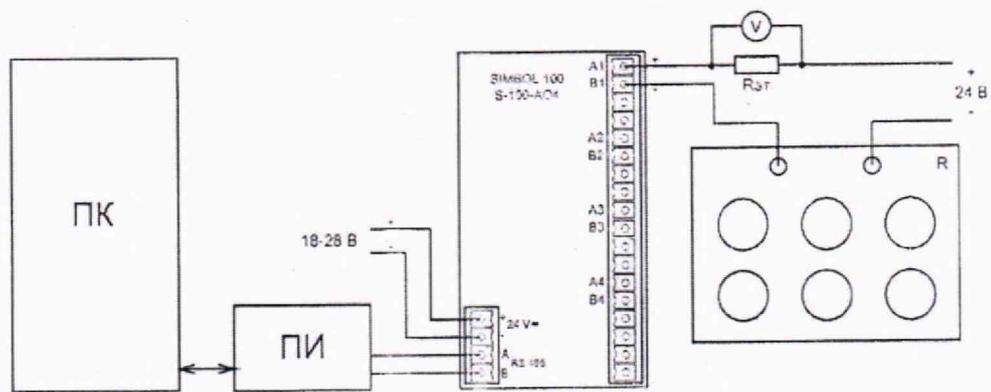
Рисунок А.5 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности модулей с входными сигналами от термопреобразователей сопротивления, подключенных по трехпроводной линии связи



V – вольтметр В7-72;
 Rэт – катушка сопротивления эталонная P331 100 Ом;
 R – магазин сопротивлений P4831;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 OBEH AC4;
 S-100-AO4 – модуль.

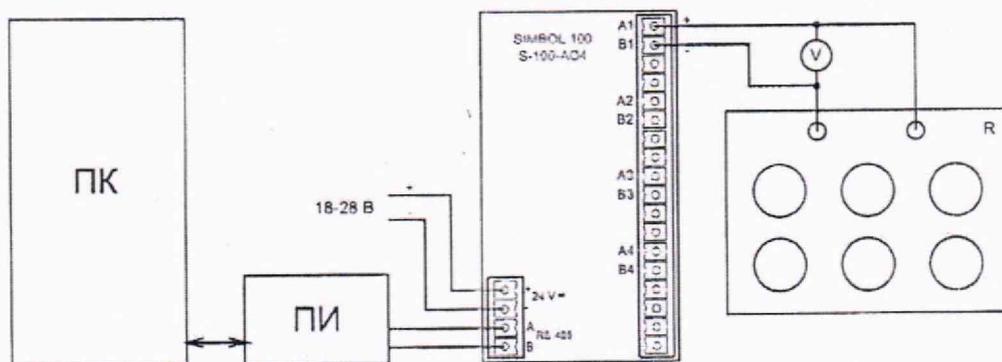
Рисунок А.6 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности модулей с диапазоном воспроизведения выходных сигналов постоянного тока с питанием каналов воспроизведения от встроенного источника напряжения

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		25.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18



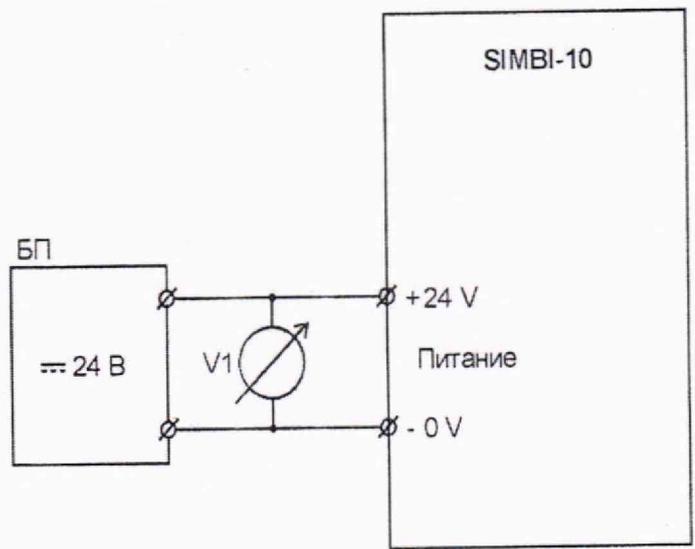
V – вольтметр В7-72;
 R_{эт} – катушка сопротивления эталонная Р331 100 Ом;
 R – магазин сопротивления Р4831;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-AO4 – модуль.

Рисунок А.7 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности модулей с диапазоном воспроизведения выходных сигналов постоянного тока с питанием каналов воспроизведения от внешнего источника напряжения



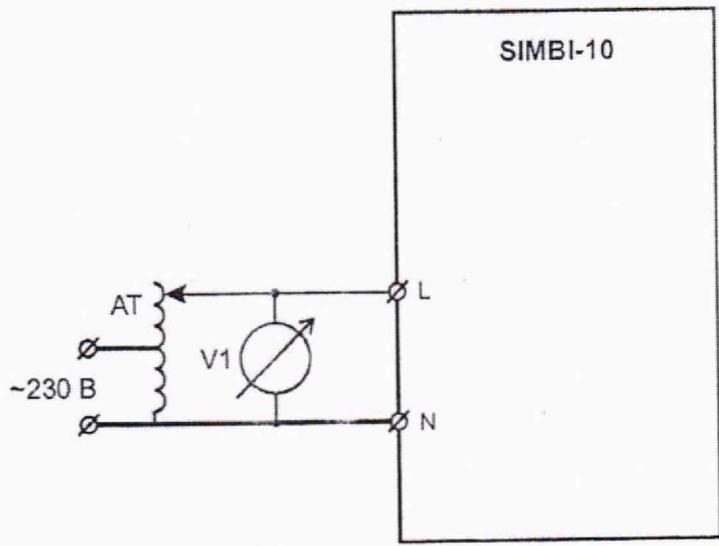
V – вольтметр В7-72;
 R – магазин сопротивления Р4831;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-AO4 – модуль.

Рисунок А.8 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности модулей с диапазоном воспроизведения выходных сигналов напряжения постоянного тока



V1 – вольтметр В7-72;
 БП – блок питания;
 Simbi-10 – модуль.

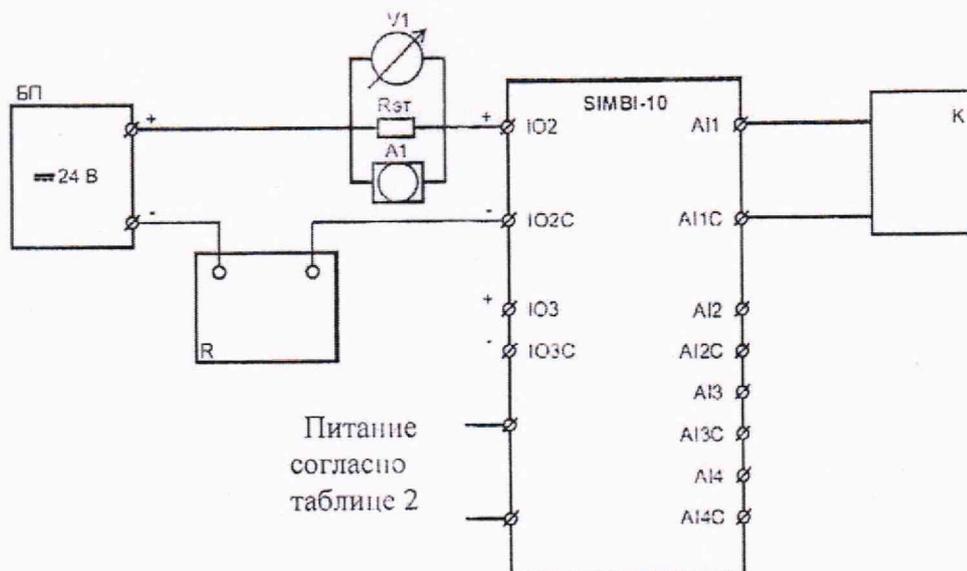
Рисунок А.9 – Схема питания модуля Simbi-10 напряжением постоянного тока при проведении испытаний



АТ – автотрансформатор АОСН – 8 – 220 УХЛ4 стационарный;
 V1 – вольтметр В7-72;
 Simbi-10 – модуль.

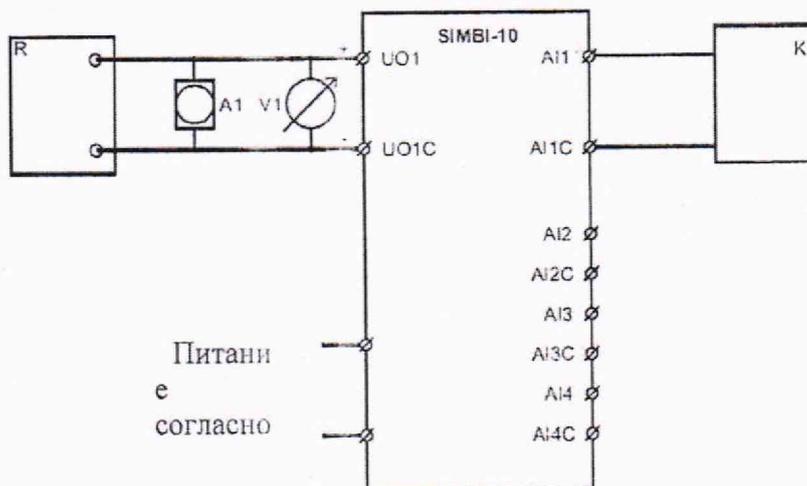
Рисунок А.10 – Схема питания модуля Simbi-10 напряжением переменного тока частотой 50 Гц при проведении испытаний

					МРБ МП.2386-2014	Лист
5	Зам.	МЮЖК.20-2023	<i>[Signature]</i>	05.02.2024		20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



К – компаратор напряжений P3003;
 V1 – вольтметр В7-72;
 R – магазин сопротивлений P4831;
 Rэт – катушка сопротивления эталонная P331 100 Ом;
 A1 – осциллограф запоминающий С8-36;
 БП – блок питания;
 Simbi-10 – модуль.

Рисунок А.11– Схема подключения приборов для определения основной погрешности каналов ввода и вывода сигналов постоянного тока



К – компаратор напряжений P3003;
 V1 – вольтметр В7-72;
 R – магазин сопротивлений P4831;
 A1 – осциллограф запоминающий С8-36;
 Simbi-10 – модуль.

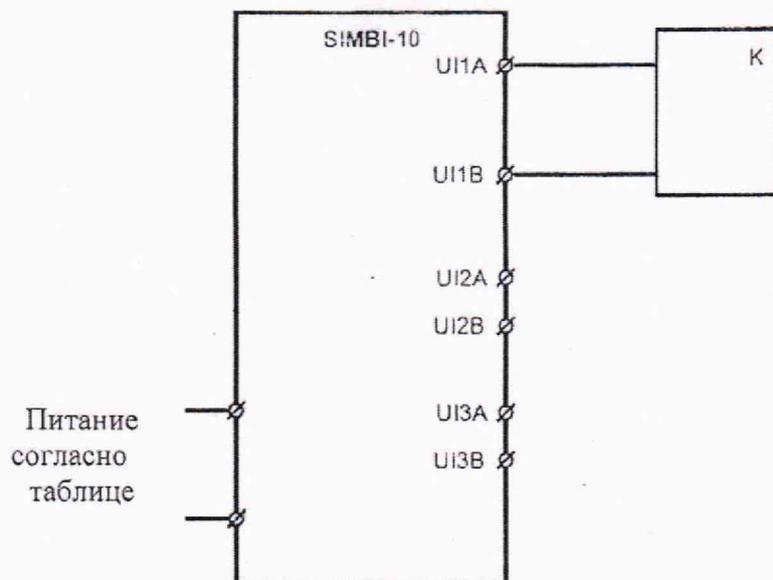
Рисунок А.12 – Схема подключения приборов для определения основной погрешности каналов ввода и вывода сигналов напряжения постоянного тока

5	Зам.	МЮЖК.20-2023	<i>[Signature]</i>	05.02.2004
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МРБ МП.2386-2014

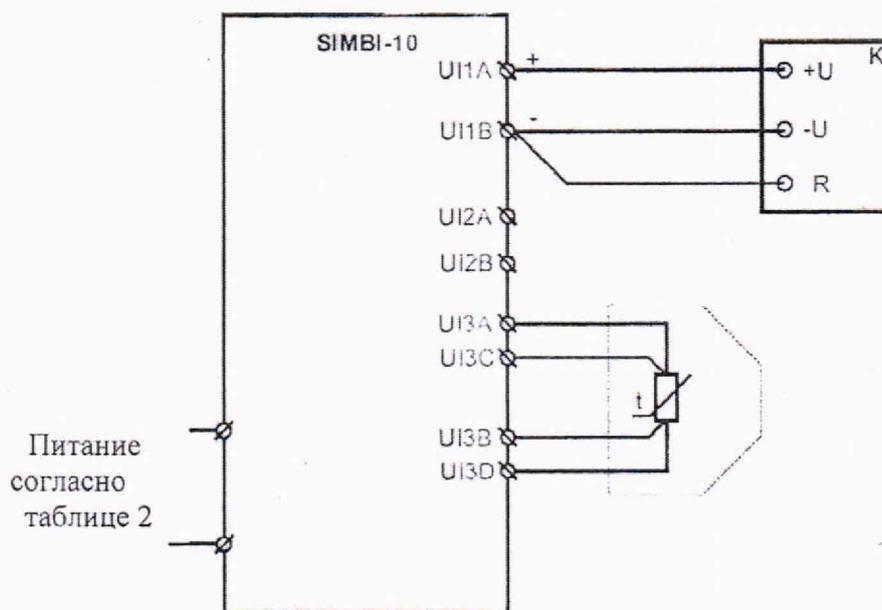
Лист

21



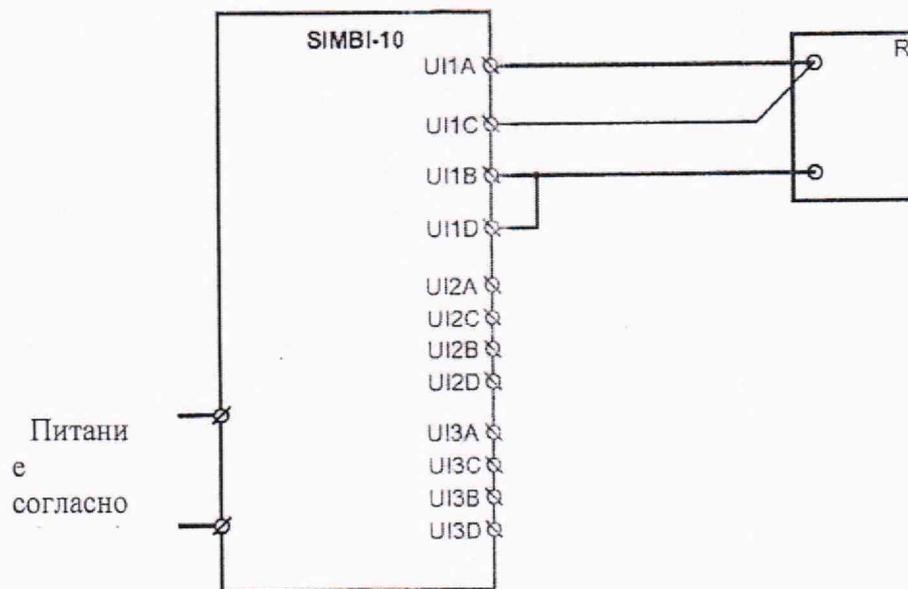
K – компаратор напряжений P3003;
 Simbi-10 – модуль.

Рисунок А.13 – Схема подключения приборов для определения основной погрешности каналов ввода сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока



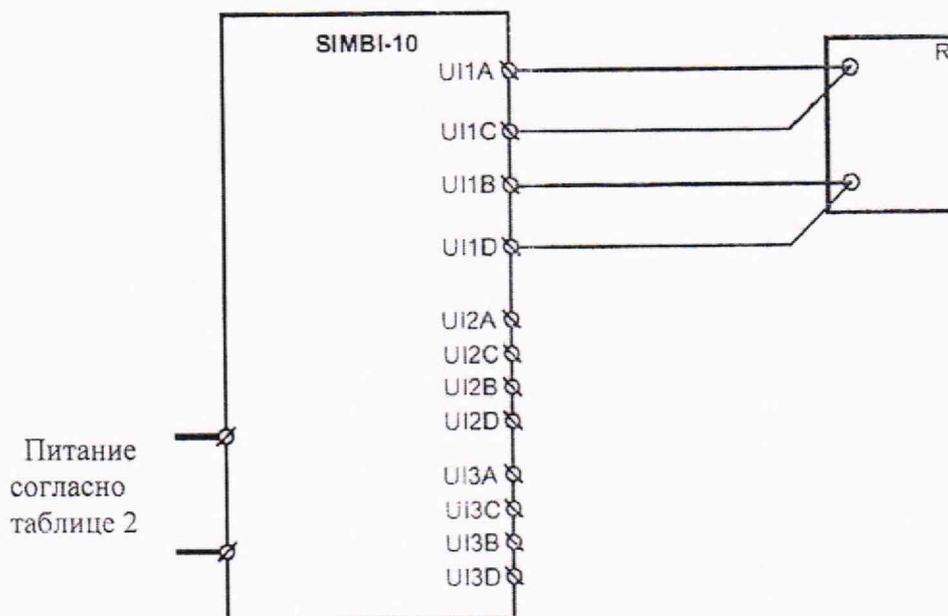
K – калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А;
 Simbi-10 – модуль;
 t – вставка для измерения температуры холодного спая.

Рисунок А.14 – Схема подключения приборов для определения основной погрешности каналов с входными сигналами от преобразователей термоэлектрических



R – магазин сопротивлений P4831;
 Simbi-10 – модуль.

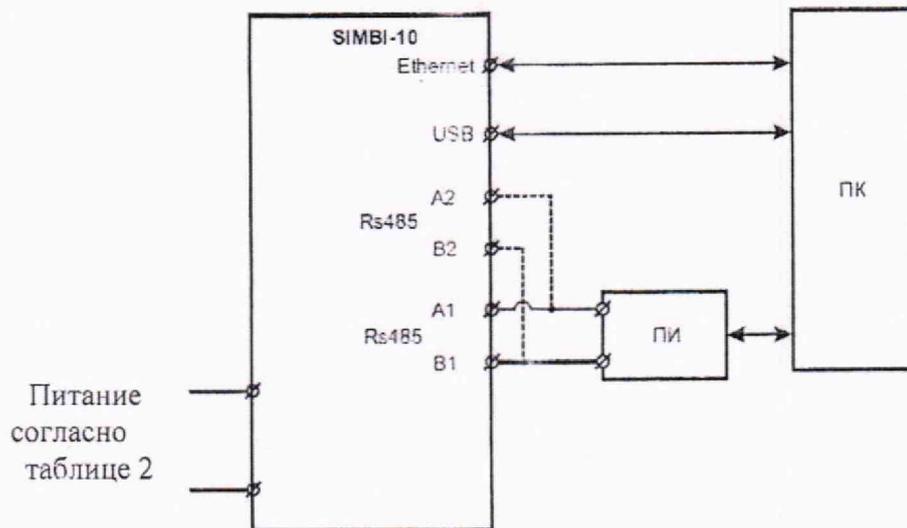
Рисунок А.15 – Схема подключения приборов для определения основной погрешности каналов ввода сигналов сопротивления (термопреобразователей сопротивления), подключенных по трехпроводной линии



R – магазин сопротивлений P4831;
 Simbi-10 – модуль.

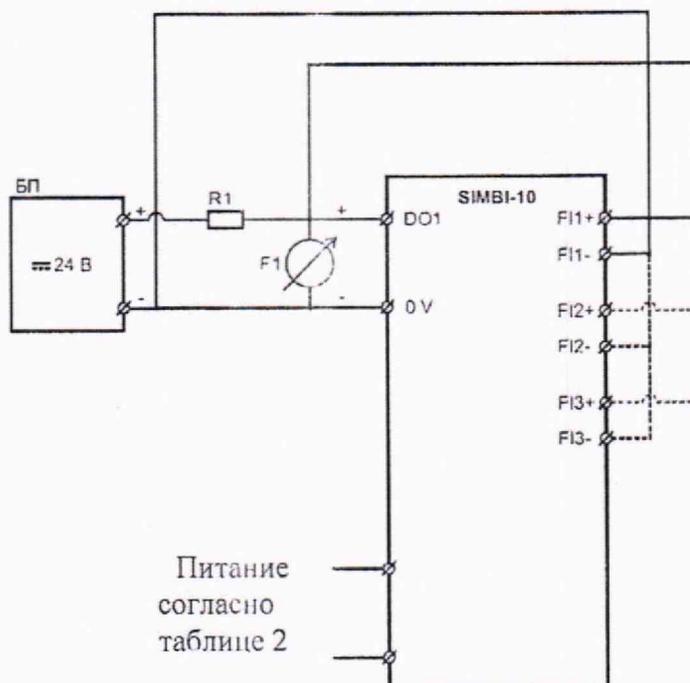
Рисунок А.16 – Схема подключения приборов для определения основной погрешности каналов ввода сигналов сопротивления (термопреобразователей сопротивления), подключенных по четырехпроводной линии

					МРБ МП.2386-2014	Лист
5	Зам.	МЮЖК.20-2023	<i>[Signature]</i>	25.02.2024		23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



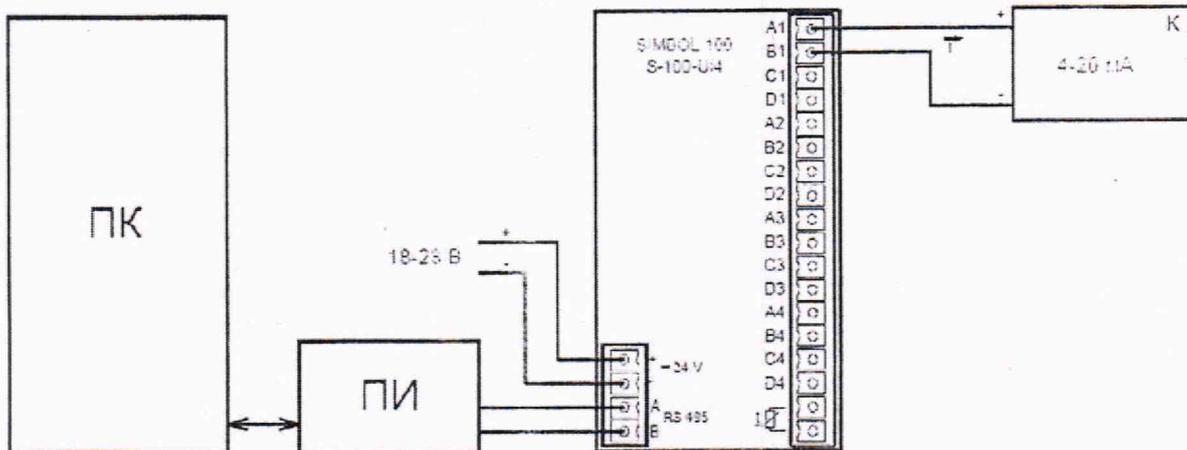
ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 OVEN AC4;
 Simbi-10 – модуль.

Рисунок А.17 – Схема подключения устройств для связи модуля с ПК



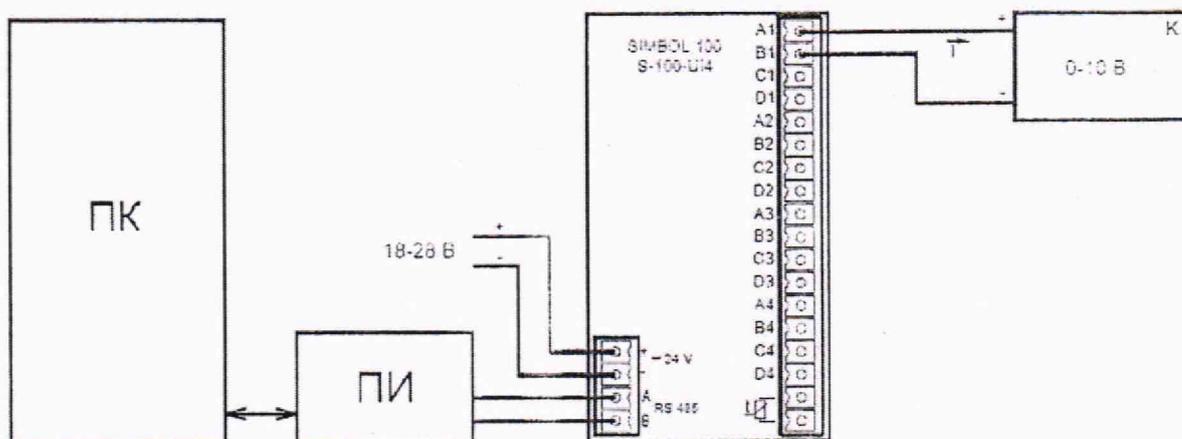
R1 – резистор МЛТ-0,5-2,4 кОм $\pm 10\%$;
 F1 – мультиметр Keithley Model 2000 (режим измерения частоты);
 БП – блок питания;
 Simbi-10 – модуль.

Рисунок А.18 – Схема подключения приборов для определения основной погрешности каналов ввода частоты сигнала



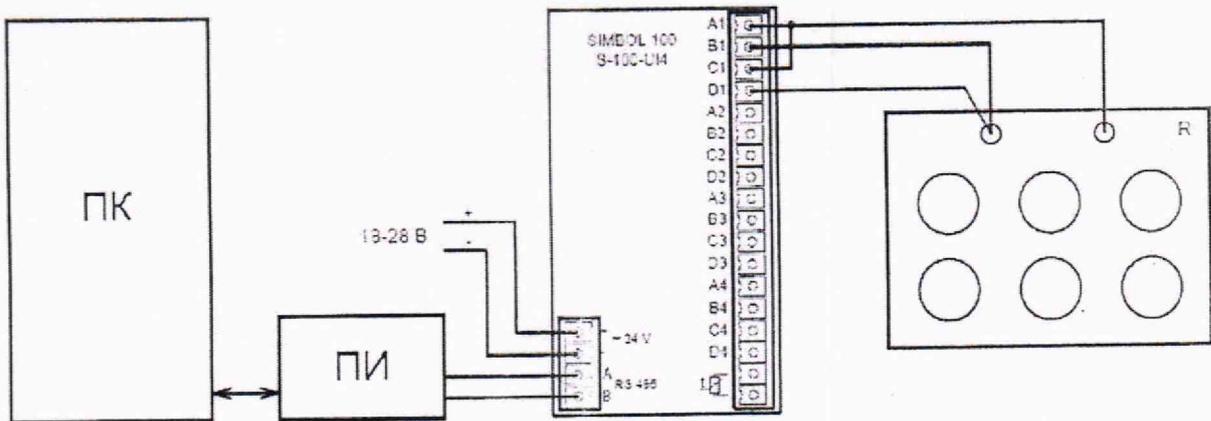
К – калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-U14 – модуль.

Рисунок А.19 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности каналов ввода сигналов постоянного тока



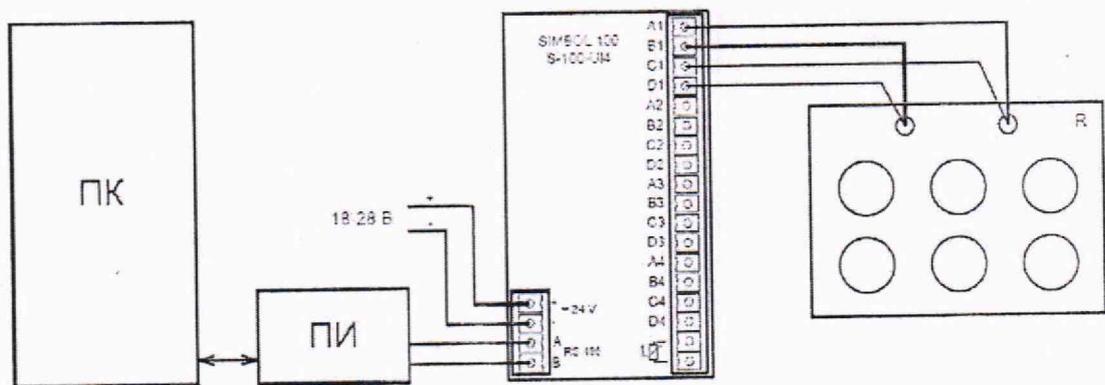
К – калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-U14 – модуль.

Рисунок А.20 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности каналов ввода сигналов напряжения постоянного тока



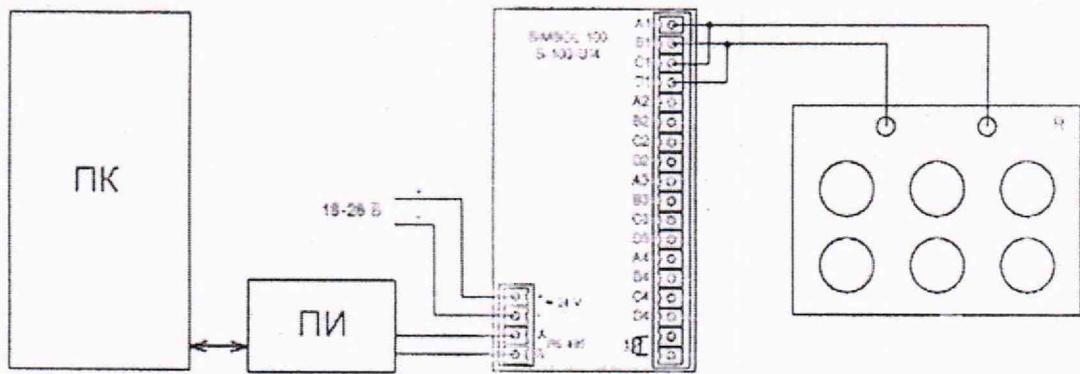
R – магазин сопротивлений P4831;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 OVEN AC4;
 S-100-UI4 – модуль.

Рисунок А.21 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности каналов ввода сигналов сопротивлений (термопреобразователей сопротивления), подключенных по трехпроводной схеме



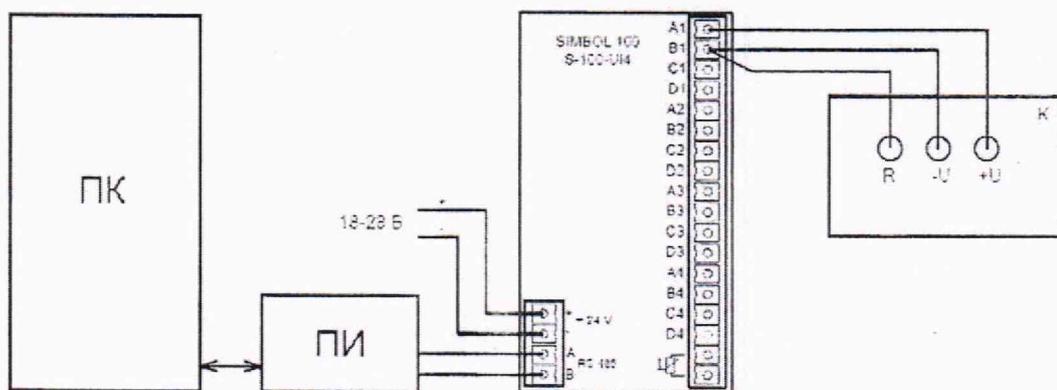
R – магазин сопротивлений P4831;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 OVEN AC4;
 S-100-UI4 – модуль.

Рисунок А.22 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности каналов ввода сигналов сопротивлений (термопреобразователей сопротивления), подключенных по четырехпроводной схеме



R – магазин сопротивлений Р4831;
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-UI4 – модуль.

Рисунок А.23 – Схема подключения приборов для испытаний модуля S-100-UI4 с входными сигналами термопреобразователей сопротивления, подключенных по двухпроводной схеме



К – калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А
 ПК – персональный компьютер;
 ПИ – автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4;
 S-100-UI4 – модуль.

Рисунок А.24 – Схема подключения приборов при определении основной погрешности каналов ввода сигналов преобразователей термозлектрических

Приложение Б
(рекомендуемое)

Протокол поверки

Модуль контроллера измерительный Simbol-100 _____

Дата поверки: « _____ » _____ 20__ г. Заводской номер _____

Изготовитель: ООО «НПЦ «Европрибор», г. Витебск, Республика Беларусь

Используемые средства поверки: _____

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха _____ °С;
- относительная влажность окружающего воздуха _____ %;
- атмосферное давление _____ кПа;
- напряжение питания _____ В.

Результаты поверки

Таблица Б.1

Номер пункта методики поверки	Наименование проверяемого требования	Результаты испытания
6.1	Внешний осмотр	
6.2	Опробование	
6.3	Определение основной погрешности измерений входных сигналов	
6.4	Определение основной приведенной погрешности воспроизведения выходных сигналов	

6.3 Определение основной погрешности измерений входных сигналов

Канал _____

Действительные значения входного сигнала, измеренные эталонным средством измерений		Измеренные модулем значения входного сигнала, Аи, мА (В, Ом, Гц, °С)	Основная погрешность		Пределы допускаемой основной погрешности	
Аз, %	Аз, мА (В, Ом, Гц, °С)		абсолютная Δ, °С	приведенная γ _{вх} , %	абсолютной Δ, °С	приведенной γ _{вх} , %
0,00						
25,00						
50,00						
75,00						
100,00						

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		05.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

6.4 Определение основной приведенной погрешности воспроизведения выходных сигналов

Канал _____

Действительные значения выходного сигнала, измеренные эталонным средством измерений		Воспроизведенные модулем значения выходного сигнала, A_i , мА (В)	Основная приведенная погрешность $\gamma_{\text{вых}}$, %	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma_{\text{вых}}$, %
A_z , %	A_z , мА (В)			
0,00				
25,00				
50,00				
75,00				
100,00				

Результат поверки:

Подпись поверителя _____
М.К.

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		05.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Приложение В
(обязательное)

Таблицы номинальной статической характеристики для термопреобразователей сопротивления

Таблица В.1 - Номинальная статическая характеристика для медных термопреобразователей сопротивления и чувствительных элементов гр.23 ($R_0=53 \text{ Ом}$) $\alpha=0,00426 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ для диапазона температур от минус $50 \text{ }^\circ\text{C}$ до плюс $180 \text{ }^\circ\text{C}$

t, °C	Сопротивление ТС при температуре t, Ом									
	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	41,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-40	43,97	43,74	43,52	43,29	43,07	42,84	42,61	42,39	42,16	41,94
-30	46,23	46,00	45,78	45,55	45,32	45,10	44,87	44,65	44,42	44,20
-20	48,48	48,26	48,03	47,81	47,58	47,36	47,13	46,90	46,68	46,45
-10	50,74	50,52	50,29	50,07	49,84	49,61	49,39	49,16	48,94	48,71
-0	53,00	52,77	52,55	52,32	52,10	51,87	51,65	51,42	51,19	50,97
t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	53,00	53,23	53,45	53,68	53,90	54,13	54,36	54,58	54,81	55,03
10	55,26	55,48	55,71	55,94	56,16	56,39	56,61	56,84	57,06	57,29
20	57,52	57,74	57,97	58,19	58,42	58,65	58,87	59,10	59,32	59,55
30	59,77	60,00	60,23	60,45	60,68	60,90	61,13	61,35	61,58	61,81
40	62,03	62,26	62,48	62,71	62,93	63,16	63,39	63,61	63,84	64,06
50	64,29	64,52	64,74	64,97	65,19	65,42	65,64	65,87	66,10	66,32
60	66,55	66,77	67,00	67,22	67,45	67,68	67,90	68,13	68,35	68,58
70	68,81	69,03	69,26	69,48	69,71	69,93	70,16	70,39	70,61	70,84
80	71,06	71,29	71,51	71,74	71,97	72,19	72,42	72,64	72,87	73,09
90	73,32	73,55	73,77	74,00	74,22	74,45	74,68	74,90	75,13	75,35
100	75,58	75,80	76,03	76,26	76,48	76,71	76,93	77,15	77,38	77,61
110	77,84	78,06	78,29	78,51	78,74	78,97	79,19	79,42	79,64	79,87
120	80,09	80,32	80,55	80,77	81,00	81,22	81,45	81,67	81,90	82,13
130	82,35	82,58	82,80	83,03	83,26	83,48	83,71	83,93	84,16	84,38
140	84,61	84,84	85,06	85,29	85,51	85,74	85,96	86,19	86,42	86,64
150	86,87	87,09	87,32	87,54	87,77	88,00	88,22	88,45	88,67	88,90
160	89,13	89,35	89,58	89,80	90,03	90,25	90,48	90,71	90,93	91,16
170	91,38	91,61	91,83	92,06	92,29	92,51	92,74	92,96	93,18	93,42
180	93,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица В.2 - Номинальная статическая характеристика для платиновых термопреобразователей сопротивления и чувствительных элементов гр.21 ($R_0=46 \text{ Ом}$) $\alpha=0,00391 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ для диапазона температур от минус $200 \text{ }^\circ\text{C}$ до плюс $650 \text{ }^\circ\text{C}$

t, °C	Сопротивление ТС при температуре t, Ом									
	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-200	7,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-190	9,96	9,76	9,56	9,36	9,16	8,96	8,75	8,55	8,35	8,15
-180	11,95	11,75	11,55	11,36	11,16	10,96	10,76	10,56	10,36	10,16
-170	13,93	13,73	13,54	13,34	13,14	12,94	12,75	12,55	12,35	12,15
-160	15,90	15,70	15,50	15,31	15,11	14,92	14,72	14,52	14,33	14,13
-150	17,85	17,65	17,46	17,26	17,07	16,87	16,68	16,48	16,29	16,09
-140	19,79	19,59	19,40	19,21	19,01	18,82	18,63	18,43	18,24	18,04
-130	21,72	21,52	21,33	21,14	20,95	20,75	20,56	20,37	20,17	19,98
-120	23,63	23,44	23,25	23,06	22,87	22,68	22,48	22,29	22,10	21,91
-110	25,54	25,35	25,16	24,97	24,78	24,59	24,40	24,21	24,02	23,82

Продолжение таблицы В.2

t, °C	Сопротивление ТС при температуре t, Ом									
	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-100	27,44	27,25	27,06	26,87	26,68	26,49	26,30	26,11	25,92	25,73
-90	29,33	29,14	28,95	28,76	28,57	28,38	28,19	28,00	27,82	27,63
-80	31,21	31,02	30,83	30,64	30,45	30,27	30,08	29,89	29,70	29,51
-70	33,08	32,89	32,70	32,52	32,33	32,14	31,96	31,77	31,58	31,39
-60	34,94	34,76	34,57	34,38	34,20	34,01	33,83	33,64	33,45	33,27
-50	36,80	36,62	36,43	36,24	36,06	35,87	35,69	35,50	35,32	35,13
-40	38,65	38,47	38,28	38,10	37,91	37,73	37,54	37,36	37,17	36,99
-30	40,50	40,31	40,13	39,95	39,76	39,58	39,39	39,21	39,02	38,84
-20	42,34	42,15	41,97	41,79	41,60	41,42	41,24	41,05	40,87	40,68
-10	44,17	43,99	43,81	43,62	43,44	43,26	43,07	42,89	42,71	42,52
0	46,00	45,82	45,63	45,45	45,27	45,09	44,90	44,72	44,54	44,35
t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	46,00	46,18	46,37	46,55	46,75	46,91	47,09	47,28	47,46	47,64
10	47,82	48,01	48,19	48,37	48,55	48,73	48,91	49,09	49,28	49,46
20	49,64	49,82	50,00	50,18	50,37	50,55	50,73	50,91	51,09	51,27
30	51,45	51,63	51,81	51,99	52,18	52,36	52,54	52,72	52,90	53,08
40	53,26	53,44	53,62	53,80	53,98	54,16	54,34	54,52	54,70	54,88
50	55,06	55,24	55,42	55,60	55,78	55,96	56,14	56,32	56,50	56,68
60	56,86	57,04	57,22	57,39	57,57	57,75	57,93	58,11	58,29	58,47
70	58,65	58,83	59,00	59,18	59,36	59,54	59,72	59,90	60,07	60,25
80	60,43	60,61	60,79	60,97	61,14	61,32	61,50	61,68	61,86	62,04
90	62,21	62,39	62,57	62,74	62,92	63,10	63,28	63,45	63,63	63,81
100	63,99	64,16	64,34	64,52	64,70	64,87	65,05	65,22	65,40	65,58
110	65,76	65,93	66,11	66,28	66,46	66,64	66,81	66,99	67,16	67,34
120	67,52	67,69	67,87	68,05	68,22	68,40	68,57	68,75	68,93	69,01
130	69,28	69,45	69,63	69,80	69,98	70,15	70,33	70,50	70,68	70,85
140	71,03	71,20	71,38	71,55	71,73	71,90	72,08	72,25	72,43	72,60
150	72,78	72,95	73,12	73,30	73,47	73,65	73,82	74,00	74,17	74,34
160	74,52	74,69	74,87	75,04	75,21	75,39	75,56	75,73	75,91	76,08
170	76,26	76,43	76,60	76,77	76,95	77,12	77,29	77,47	77,64	77,81
180	77,99	78,16	78,33	78,50	78,68	78,85	79,02	79,19	79,37	79,54
190	79,71	79,88	80,05	80,23	80,40	80,57	80,75	80,92	81,09	81,26
200	81,43	81,60	81,78	81,95	82,12	82,29	82,46	82,63	82,81	82,98
210	83,15	83,32	83,49	83,66	83,83	84,00	84,18	84,35	84,52	84,69
220	84,86	85,03	85,20	85,37	85,54	85,71	85,88	86,05	86,22	86,39
230	86,56	86,73	86,90	87,07	87,24	87,41	87,58	87,75	87,92	88,09
240	88,26	88,43	88,60	88,77	88,94	89,11	89,28	89,45	89,62	89,79
250	89,96	90,12	90,29	90,46	90,63	90,80	90,97	91,14	91,31	91,48
260	91,64	91,81	91,98	92,15	92,32	92,49	92,66	92,82	92,99	93,16
270	93,33	93,50	93,66	93,83	94,00	94,17	94,33	94,50	94,67	94,84
280	95,00	95,17	95,34	95,51	95,67	95,84	96,01	96,18	96,34	96,51
290	96,68	96,84	97,01	97,18	97,34	97,51	97,68	97,84	98,01	98,18
300	98,34	98,51	98,68	98,84	99,01	99,18	99,34	99,51	99,67	99,84
310	100,01	100,17	100,34	100,50	100,67	100,83	101,00	101,17	101,33	101,50
320	101,66	101,83	101,99	102,16	102,32	102,49	102,65	102,82	102,98	103,15
330	103,31	103,48	103,64	103,81	103,97	104,14	104,30	104,46	104,63	104,79
340	104,96	105,12	105,29	105,45	105,61	105,78	105,94	106,11	106,27	106,43

Продолжение таблицы В.2

t, °C	Сопротивление ТС при температуре t, Ом									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
350	106,60	106,76	106,92	107,09	107,25	107,42	107,58	107,74	107,90	108,07
360	108,23	108,39	108,56	108,77	108,88	109,05	109,21	109,37	109,54	109,70
370	109,86	110,02	110,19	110,35	110,51	110,67	110,83	111,00	111,16	111,32
380	111,48	111,65	111,81	111,97	112,13	112,29	112,46	112,62	112,78	112,94
390	113,10	113,26	113,43	113,59	113,75	113,91	114,07	114,23	114,39	114,56
400	114,72	114,88	115,04	115,20	115,36	115,52	115,68	115,84	116,00	116,16
410	116,32	116,48	116,64	116,80	116,97	117,13	117,29	117,45	117,61	117,77
420	117,93	118,09	118,25	118,41	118,57	118,73	118,89	119,04	119,20	119,36
430	119,52	119,68	119,84	120,00	120,16	120,32	120,48	120,64	120,80	120,96
440	121,11	121,27	121,43	121,59	121,75	121,91	122,07	122,23	122,38	122,54
450	122,70	122,86	123,02	123,18	123,33	123,49	123,65	123,81	123,96	124,12
460	124,28	124,44	124,60	124,76	124,91	125,07	125,23	125,39	125,54	125,70
470	125,86	126,02	126,17	126,33	126,49	126,64	126,80	126,96	127,11	127,27
480	127,43	127,58	127,74	127,90	128,05	128,21	128,37	128,52	128,68	128,84
490	128,99	129,14	129,30	129,46	129,61	129,77	129,92	130,08	130,23	130,39
500	130,55	130,70	130,86	131,02	131,17	131,33	131,48	131,63	131,79	131,95
510	132,10	132,26	132,41	132,57	132,72	132,88	133,03	133,19	133,34	133,50
520	133,65	133,81	133,96	134,12	134,27	134,43	134,58	134,73	134,89	135,04
530	135,20	135,35	135,50	135,66	135,81	135,97	136,12	136,27	136,43	136,58
540	136,73	136,89	137,04	137,19	137,35	137,50	137,65	137,81	137,96	138,11
550	138,27	138,42	138,57	138,73	138,88	139,03	139,18	139,33	139,48	139,64
560	139,79	139,94	140,10	140,25	140,40	140,55	140,70	140,86	141,01	141,16
570	141,32	141,47	141,62	141,77	141,92	142,07	142,22	142,37	142,53	142,68
580	142,83	142,98	143,13	143,28	143,44	143,59	143,74	143,89	144,04	144,19
590	144,34	144,49	144,64	144,79	144,94	145,09	145,24	145,40	145,55	145,70
600	145,85	146,00	146,15	146,30	146,45	146,60	146,75	146,90	147,05	147,20
610	147,35	147,50	147,65	147,80	147,95	148,10	148,24	148,39	148,54	148,69
620	148,84	148,99	149,14	149,29	149,44	149,59	149,74	149,89	150,03	150,18
630	150,33	150,48	150,63	150,78	150,93	151,07	151,22	151,37	151,52	151,67
640	151,81	151,96	152,11	152,26	152,41	152,55	152,70	152,85	153,00	153,15
650	153,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица В.3 - Номинальная статическая характеристика для никелевых термопреобразователей сопротивления и чувствительных элементов Ni1000 ($R_0=1000 \text{ Ом}$) $\alpha=0,00500 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ для диапазона температур от минус 60 °C до плюс 250 °C

t, °C	Сопротивление ТС при температуре t, Ом									
	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-60	751,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	790,88	786,93	783,00	779,07	775,14	771,23	767,33	763,43	759,54	755,66
-40	830,84	826,80	822,78	818,76	814,75	810,75	806,76	802,78	798,80	794,84
-30	871,69	867,57	863,45	859,34	855,24	851,15	847,07	843,00	838,94	834,88
-20	913,48	909,26	905,05	900,85	896,65	892,47	888,30	884,13	879,98	875,83
-10	956,24	951,92	947,61	943,31	939,02	934,74	930,47	926,21	921,96	917,72
0	1000,00	995,58	991,17	986,77	982,37	977,99	973,62	969,26	964,91	960,57

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		25.01.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Продолжение таблицы В.3

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000,00	1004,43	1008,87	1013,33	1017,79	1022,26	1026,75	1031,24	1035,75	1040,27
10	1044,79	1049,33	1053,88	1058,44	1063,01	1067,59	1072,18	1076,78	1081,39	1086,02
20	1090,65	1095,30	1099,96	1104,62	1109,30	1113,99	1118,70	1123,41	1128,13	1132,87
30	1137,62	1142,37	1147,14	1151,92	1156,72	1161,52	1166,34	1171,16	1176,00	1180,85
40	1185,71	1190,59	1195,47	1200,37	1205,28	1210,20	1215,13	1220,07	1225,03	1230,00
50	1234,98	1239,97	1244,97	1249,99	1255,02	1260,06	1265,11	1270,18	1275,25	1280,34
60	1285,45	1290,56	1295,69	1300,83	1305,98	1311,14	1316,32	1321,51	1326,71	1331,92
70	1337,15	1342,39	1347,64	1352,91	1358,18	1363,47	1368,78	1374,09	1379,42	1384,77
80	1390,12	1395,49	1400,87	1406,26	1411,67	1417,09	1422,53	1427,97	1433,43	1438,91
90	1444,39	1449,90	1455,41	1460,94	1466,48	1472,03	1477,60	1483,18	1488,77	1494,38
100	1500,00	1505,64	1511,29	1516,95	1522,63	1528,32	1534,03	1539,75	1545,48	1551,22
110	1556,98	1562,76	1568,55	1574,35	1580,17	1586,00	1591,84	1597,70	1603,58	1609,47
120	1615,37	1621,28	1627,22	1633,16	1639,12	1645,10	1651,08	1657,09	1663,11	1669,14
130	1675,19	1681,25	1687,33	1693,42	1699,52	1705,65	1711,78	1717,93	1724,10	1730,28
140	1736,48	1742,69	1748,91	1755,15	1761,41	1767,68	1773,97	1780,27	1786,59	1792,92
150	1799,27	1805,63	1812,01	1818,41	1824,82	1831,24	1837,68	1844,14	1850,61	1857,10
160	1863,60	1870,12	1876,65	1883,20	1889,77	1896,35	1902,95	1909,56	1916,19	1922,84
170	1929,50	1936,18	1942,87	1949,58	1956,31	1963,05	1969,81	1976,58	1983,37	1990,18
180	1997,00	2003,84	2010,70	2017,57	2024,46	2031,37	2038,29	2045,23	2052,19	2059,16
190	2066,15	2073,15	2080,17	2087,21	2094,27	2101,34	2108,43	2115,54	2122,66	2129,80
200	2136,96	2144,13	2151,33	2158,53	2165,76	2173,00	2180,26	2187,54	2194,84	2202,15
210	2209,48	2216,82	2224,19	2231,57	2238,97	2246,39	2253,82	2261,27	2268,74	2276,23
220	2283,73	2291,26	2298,80	2306,35	2313,93	2321,52	2329,14	2336,77	2344,41	2352,08
230	2359,76	2367,46	2375,18	2382,92	2390,68	2398,45	2406,24	2414,05	2421,88	2429,73
240	2437,59	2445,48	2453,38	2461,30	2469,24	2477,20	2485,17	2493,17	2501,18	2509,21
250	2517,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5	Зам.	МЮЖК.20-2023		05.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов				Всего листов в док.	№ докум.	Входящий номер сопр. док.	Подп.	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных					
5	-	2-33	34	-	34	МЮЖК.20-2023	-		05.02.2024

5	Нов.	МЮЖК 20-2023		05.02.2024	МРБ МП.2386-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34