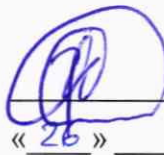


СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по инновациям

ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

« 26 » 04 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Стенды лазерного сканирования и дефектоскопии
РОБОСКОП ВТМ-5000**

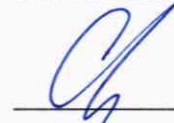
Методика поверки

МП 039.Д4-17

с изменением №1

Главный метролог

ФГУП «ВНИИОФИ»

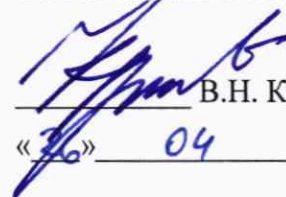


С.Н. Негода

« 26 » 04 2021 г.

Главный научный сотрудник

ФГУП «ВНИИОФИ»



В.Н. Крутиков

« 30 » 04 2021 г.

Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	6
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	7
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	12
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	13
7.1 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	13
7.2 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	13
7.3 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	14
7.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	15
8 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	28
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	33
ПРИЛОЖЕНИЕ А	34
(Измененная редакция, Изм.№1)	

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на стенды лазерного сканирования и дефектоскопии Робоскоп ВТМ-5000 (далее - стенды), предназначенные для проведения в автоматическом режиме: лазерного сканирования (обмер геометрических параметров объекта контроля); вихретокового, импедансного, ультразвукового и визуально-измерительного методов неразрушающего контроля с целью определения координат и размеров выявленных дефектов в деталях и изделиях в процессе производства, эксплуатации и ремонта и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 1-2018, ГЭТ 2-2010, ГЭТ 182-2010. Поверка выполняется методом прямых измерений.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

1.3 Метрологические характеристики стендов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики стендов

Наименование характеристики	Значение
В режиме лазерного сканирования:	
Диапазон измерений геометрических размеров объекта контроля по трем координатам (X, Y, Z) в режиме лазерного сканирования* (минимально и максимально допустимая дальность от лазерного измерителя до объекта измерения), мм - диапазон 1 - диапазон 2 - диапазон 3	от 55 до 105 от 100 до 350 от 425 до 1415
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объекта контроля по трем координатам (X, Y, Z), мм	$\pm(0,02+0,001 \cdot D)$ где D – значение расстояния от лазерного измерителя до сканируемого объекта, мм
В режиме измерительного контроля:	
Диапазон измерений длины (ширины) дефектов, мм	от 0,1 до 1000,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины (ширины) дефектов, мм - от 0,1 до 9,0 мм включительно - свыше 9,0 до 300,0 мм включительно - свыше 300,0 до 1000,0 мм	$\pm(0,1+0,01 \cdot L)$ $\pm 0,5$ $\pm 1,0$ где L – значение измеренной длины (ширины) дефектов, мм
В режиме вихретокового контроля:	
Минимальная глубина выявляемых поверхностных дефектов, при значении шероховатости Ra=2,5, мм	0,2
Максимальная глубина залегания выявляемых поверхностных дефектов типа «коррозия» в немагнитных электропроводных материалах, мм	5,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания выявляемых поверхностных дефектов, мм	$\pm(0,05+0,1 \cdot H)$, где H – измеренная глубина залегания дефекта, мм
Диапазон частот импульсов генератора импульсов возбуждения*, кГц - диапазон 1 - диапазон 2	от 1 до 1000 от 2 до 2000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки	± 10

Наименование характеристики	Значение
частоты импульсов генератора импульсов возбуждения, %	
Номинальное значение амплитуды импульсов возбуждения на эквивалентной нагрузке 100 Ом, В, не менее	4
В режиме импедансного контроля:	
Порог чувствительности к определению искусственных дефектов (минимальная площадь выявляемых дефектов типа расслоение при глубине залегания 1,5 мм), мм x мм / (мм ²)	7 x 7 / (41)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений площади искусственных дефектов, %	±15
Диапазон частот импульсов генератора импульсов возбуждения, кГц	от 1 до 100
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты импульсов генератора импульсов возбуждения, %	±10
Номинальное значение амплитуды импульсов возбуждения на эквивалентной нагрузке 100 Ом, В, не менее	4
В режиме ультразвукового контроля:	
Диапазон измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий, мм	от 2 до 4600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий, мм	$\pm(0,3+0,01 \cdot H_0)$, где H_0 – измеренное значение глубины залегания дефекта и/или толщины изделия, мм
Диапазон измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм	от 2 до 165
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм	$\pm(0,3+0,01 \cdot L)$, где L – измеренное значение расстояния от передней грани преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм
Номинальные значения амплитуды импульсов возбуждения на нагрузке 50 Ом, В, не менее	75; 150; 225
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты импульсов генератора импульсов возбуждения, %	±20
Диапазон частот импульсов генератора импульсов возбуждения*, МГц	
- диапазон 1	от 0,2 до 10,0
- диапазон 2	от 0,2 до 20,0
* Возможен один из диапазонов в зависимости от комплекта поставки.	

(Измененная редакция, Изм.№1)

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции первичной и периодической поверок

№ п.п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при первичной и периодической поверках	
			при работе стенда в ручном режиме	при работе стенда в автоматическом режиме
Пункты 1, 2 и 3 выполняются для всех вариантов исполнения стенда				
1	Внешний осмотр средства измерений	7.1	да	да
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7.2	да	да
3	Проверка программного обеспечения средства измерений	7.3	да	да
Пункт 4 выполняется для вариантов исполнения стенда предусматривающих измерение геометрических параметров изделий				
4	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объекта контроля по трем координатам (X, Y, Z) в режиме лазерного сканирования	7.4.1	нет	да
Пункт 5 выполняется только для вариантов исполнения стенда, предусматривающих измерительный контроль изделий				
5	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длины (ширины) дефектов в режиме измерительного контроля	7.4.2	нет	да
Пункты 6,7 и 8 выполняются только для вариантов исполнения стенда, предусматривающих вихретоковый контроль изделий				
6	Определение номинальных значений амплитуды импульсов возбуждения, диапазона и относительной погрешности установки частоты импульсов генератора импульсов возбуждения (далее – ГИВ) вихретокового канала	7.4.3	да	нет
7	Определение минимальной глубины выявляемых поверхностных дефектов при значении шероховатости Ra=2,5 и абсолютной погрешности измерений глубины залегания поверхностных дефектов вихретоковым методом	7.4.4	нет	да
8	Определение максимальной глубины залегания выявляемых поверхностных дефектов типа «коррозия» в немагнитных электропроводных материалах и абсолютной погрешности измерений глубины залегания поверхностных дефектов вихретоковым методом	7.4.5	нет	да
Пункты 9 и 10 выполняются только для вариантов исполнения стенда, предусматривающих импедансный контроль изделий				
9	Определение номинальных значений амплитуды импульсов возбуждения на эквивалентной нагрузке 100 Ом, диапазона и относительной погрешности установки частоты импульсов ГИВ импедансного канала	7.4.6	да	нет
10	Определение порога чувствительности к определению искусственных дефектов при глубине залегания 1,5 мм и	7.4.7	нет	да

	относительной погрешности измерений площади искусственных дефектов в режиме импедансного контроля			
Пункты 11, 12 и 13 выполняются для вариантов исполнения стенда, предусматривающих ультразвуковой контроль изделий				
11	Определение диапазона частот и номинальных значений амплитуды импульсов возбуждения на нагрузке 50 Ом и относительной погрешности установки частоты импульсов ГИВ ультразвукового канала	7.4.8	да	нет
12	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий при работе с прямым ПЭП	7.4.9	нет	да
13	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования при работе с наклонным ПЭП	7.4.10	нет	да

2.2 Поверка стенда производится по пунктам методики поверки, соответствующим методам контроля, реализованных в конкретном варианте исполнения стенда.

2.3 Поверка стенда прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а стенд признают не прошедшим поверку. При получении отрицательного результата по пунктам 7.4.1, 7.4.2, 7.4.4, 7.4.5, 7.4.7, 7.4.9, 7.4.10 методики поверки признается непригодным к применению преобразователь, если хотя бы с одним преобразователем из комплекта поставки стенд полностью прошел поверку. В случае отсутствия вихретокового преобразователя в комплекте поставки стенда на поверку операции по пунктам 7.4.4 – 7.4.5 не проводятся; в случае отсутствия импедансного преобразователя в комплекте поставки стенда на поверку операции по пункту 7.4.7 не проводятся; в случае отсутствия прямого пьезоэлектрического преобразователя (далее – ПЭП) в комплекте поставки стенда на поверку операции по пунктам 7.4.9 не проводятся; в случае отсутствия наклонного ПЭП в комплекте поставки стенда на поверку операции по пунктам 7.4.10 не проводятся.

2.4 Поверку стендов осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

(Измененная редакция, Изм.№1)

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка должна проводиться при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С 20 ± 5;
- относительная влажность, % 65 ± 15;
- атмосферное давление, кПа 100 ± 7;
- питание от сети переменного тока, В:
 - для стендов 380 ± 38;
 - для эталонного оборудования 220 ± 22.
- частота сети переменного тока, Гц 50 ± 1.

(Измененная редакция, Изм.№1)

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие устройство и принцип работы поверяемого стенда и средств поверки по эксплуатационной документации;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

(Измененная редакция, Изм.№1)

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются средства, указанные в таблице 3.

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого стенда с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
пп. 7.4.1 – 7.4.2 методики поверки	Средство измерений длины по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.2018 № 2840	Номинальное значение шага координатных рисков (по горизонтали и вертикали) 100 мм Предельное отклонение шага координатных рисков $\pm 0,2$ мм Номинальное значение размеров координатных рисков по ширине и глубине 0,5 мм Предельное отклонение ширины и глубины координатных рисков $\pm 0,1$ мм Габаритные размеры меры $9,5 \times 1000,0 \times 1000,0$ мм.	Мера моделей дефектов КС-1 (координатный стол) из комплекта мер моделей дефектов КМД-Вотум, рег. № 46436-11
пп. 7.4.3; 7.4.6; 7.4.8 методики поверки	Осциллографы в ранге рабочего эталона 2 разряда единицы согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3463	Полоса пропускания от 0 до 100 МГц. Диапазон коэффициента развертки от 5 нс/дел до 50 с/дел. Количество делений по горизонтали 10. Диапазон коэффициента отклонения от 2 мВ/дел до 5 В/дел Количество делений по вертикали 8. Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения	Осциллограф цифровой TDS2012B, рег. № 32618-06

		диапазоне от 2 мВ/дел до 5 мВ/дел – $\pm 4\%$, в диапазоне от 10 мВ/дел до 5 В/дел $\pm 3\%$	
п. 7.4.2 методики поверки	Рабочий эталон единицы длины 3 разряда по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.2018 № 2840	Длины мер от 1,0 до 100 мм. Класс точности 2.	Меры длины концевые плоскопараллельные до 100 мм, набор №1, рег. № 38376-13
п. 7.4.2 методики поверки	Рабочий эталон единицы длины 2 разряда по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.2018 № 2840	Номинальное значение длины основной шкалы (1,000 \pm 0,003) мм. Количество интервалов основной шкалы 100. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,001$ мм	Объект-микрометр ОМО, рег. № 590-63
п. 7.4.4 методики поверки	Средство измерений длины по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.2018 № 2840	- RS-A-0,2-0,5-1; RS-T-0,2-0,5-1; RS-SS-0,2-0,5-1; RS-S-0,2-0,5-1: номинальное значение глубины искусственных дефектов 0,2; 0,5; 1,0 мм; предельное отклонение размеров искусственных дефектов $\pm 0,05$ мм; номинальное значение шероховатости рабочей поверхности Ra=0,16 мкм; - ОН-4: номинальное значение глубины искусственных дефектов 2,0; 1,0; 0,5; 0,2; 0,6 мм; предельное отклонение размеров искусственных дефектов $\pm 0,05$ мм;	Меры моделей дефектов RS-A-0,2-0,5-1; RS-T-0,2-0,5-1; RS-SS-0,2-0,5-1; RS-S-0,2-0,5-1; ОН-4; ОН-6; ОН-7 из комплекта мер моделей дефектов КМД-Вотум, рег. № 46436-11

		<p>номинальное значение шероховатости рабочей поверхности А Ra=0,63 мкм и рабочей поверхности Б Rz=320 мкм;</p> <p>- ОН-6: номинальное значение глубины искусственных дефектов 2,0; 1,0; 0,5; 0,2; 0,6 мм;</p> <p>предельное отклонение размеров искусственных дефектов ±0,05 мм;</p> <p>номинальное значение шероховатости рабочей поверхности А Ra=1,25 мкм и рабочей поверхности Б Rz=160 мкм;</p> <p>- ОН-7: номинальное значение глубины искусственных дефектов 2,0; 1,0; 0,5; 0,2; 0,6 мм;</p> <p>предельное отклонение размеров искусственных дефектов ±0,05 мм;</p> <p>номинальное значение шероховатости рабочей поверхности А Ra=1,25 мкм и рабочей поверхности Б Rz=320 мкм</p>	
п. 7.4.5 методики поверки	Средство измерений длины по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.2018 № 2840	Номинальное значение диаметра искусственных дефектов 6 мм, номинальные значения глубины залегания искусственных дефектов 3,0; 4,0 и 5,0 мм. Предельное отклонение размеров искусственных дефектов ±0,05 мм	Меры моделей дефектов PS-3-4-5А; PS-3-4-5S из комплекта мер моделей дефектов КМД-Вотум, рег. № 46436-11

п. 7.4.7 методики поверки	Средство измерений длины по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.2018 № 2840	Номинальные значения геометрических размеров искусственных дефектов 7x7;12x12; 20x20 мм. Предельное отклонение геометрических размеров искусственных дефектов ±0,2 мм Номинальное значение глубины залегания искусственных дефектов 1,5 мм	Меры моделей дефектов TS-2 из комплекта мер моделей дефектов КМД-Вотум, рег. № 46436-11
пп. 7.4.9, 7.4.10 методики поверки	Рабочий эталон единицы скорости распространения ультразвуковых волн 3 разряда согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г.	Мера № 2: скорость продольной ультразвуковой волны в мере 5900 ± 133 м/с; номинальное значение высоты меры и его допустимое отклонение $59_{-0,1}$ мм, номинальное значение диаметра искусственного дефекта и его допустимое отклонение $D1$ $6^{+0,3}$ мм, номинальное значение расстояния от рабочей поверхности 1 меры до центра искусственного дефекта $D1$ и его допустимое отклонение $(44 \pm 0,25)$ мм; Мера № 3: скорость продольной ультразвуковой волны в мере 5900 ± 133 м/с; номинальное значение высоты меры и его допустимое отклонение $55 \pm 0,1$ мм;	Комплект мер ультразвуковых ККО-3, рег. № 63388-16

		<p>Мера № 3Р: скорость продольной ультразвуковой волны в мере 5900 ± 133 м/с; номинальное значение толщины меры и его допустимое отклонение $29_{-0,2}$ мм, номинальное значение высоты меры и его допустимое отклонение $59_{-0,1}$ мм, номинальные значения диаметра искусственных дефектов и их отклонение $6^{+0,3}$ и $2^{+0,1}$ мм.</p>	
п. 7.4.9 методики поверки	Средство измерений длины по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.2018 № 2840	<p>Диапазон измерений от 0 до 10000 мм, цена деления 1 мм. Допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкалы $\pm (0,4+0,2 \cdot (L^{-1}))$ мм, где L – число полных и неполных метров.</p>	<p>Рулетка измерительная металлическая Р10УЗК, рег. № 11505-92</p>
Вспомогательное оборудование			
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	<p>Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от - 10 до + 50 °С $\Delta = \pm 0,2$ °С</p>	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. № 32014-06
	Средство измерений влажности	<p>Измерение влажности окружающего воздуха в диапазоне от 30 до 98 % $\Delta = \pm 3$ %</p>	
	Средство измерений атмосферного давления	<p>Измерение абсолютного атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа, $\Delta = \pm 0,13$ кПа</p>	
	Средство измерений напряжения переменного тока	<p>Измерение напряжения переменного тока в диапазоне от 10 В до</p>	<p>Мультиметр цифровой U1241В, рег. № 41432-10</p>

		500 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (0,01 \cdot U_{\text{изм}} + 5$ е.м.р.), где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения переменного тока	
	Средство измерений частоты переменного тока	Измерение частоты переменного тока в диапазоне от 40 до 500 Гц. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (0,0003 \cdot f_{\text{изм}} + 3$ е.м.р.), где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты переменного тока	
п. 7.4.9 методики поверки	Контрольный образец «ось колесной пары»	Длина 2300 мм	Контрольный образец «ось колесной пары»
* Выполняется на мерах, входящих в комплект поставки.			

(Измененная редакция, Изм.№1)

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на стенды и на средства поверки.

6.2 Поверку производить только после ознакомления и изучения руководства по эксплуатации (далее – РЭ) на средства поверки и на стенд.

6.3 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019-80.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие стенда следующим требованиям:

- комплектность поверяемого стенда в соответствии с технической документацией;
- отсутствие явных механических повреждений стенда и его составных частей;
- наличие заземления;
- наличие маркировочных обозначений и качество маркировки, ее соответствие чертежам предприятия-изготовителя и ГОСТ 26828-86.

7.1.2 Стенд считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если стенд соответствует вышеуказанным требованиям.

(Измененная редакция, Изм.№1)


7.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.2.1 Если стенд и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1 методики поверки, то стенд нужно выдержать при этих условиях не менее восьми часов и средства поверки выдержать не менее часа или времени, указанного в их эксплуатационной документации.

7.2.2 Подготовить к работе средства поверки и стенд в соответствии с их РЭ.

7.2.3 В исходном состоянии стенд включен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.2.4 Повернуть ключ подачи питания на верхней панели стойки стенда. Дождаться загрузки компьютера. Запустить программное обеспечение (ПО) стенда в соответствии с РЭ.

7.2.5 Запустить ПО стенда, дважды кликнув по иконке . Откроется основное меню программы (Рисунок 1). В появившемся списке выбрать меню «Контроль». На экране отобразится процесс активации устройств стенда. Каждое устройство представлено на экране в виде закрашенного прямоугольника.

7.2.6 Проверить работоспособность манипулятора в соответствии с РЭ на стенд.

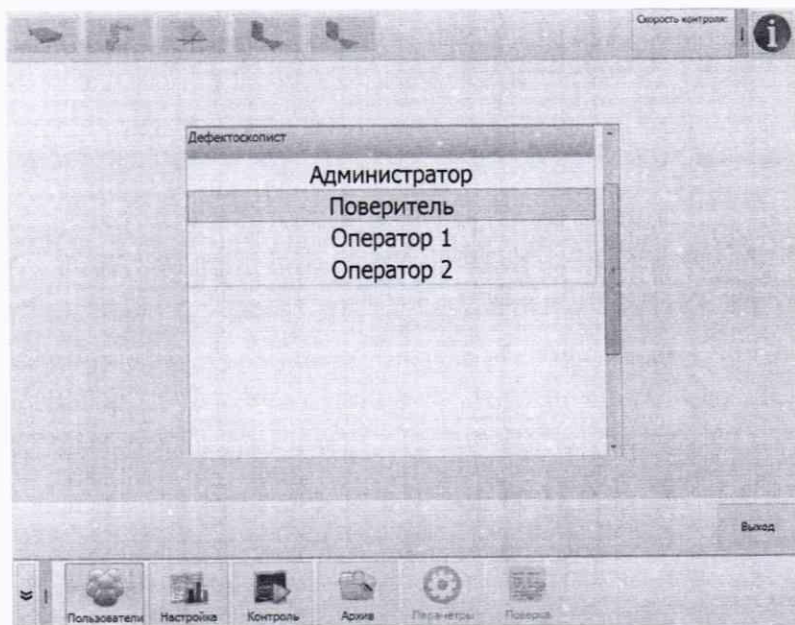



Рисунок 1 - Основное меню программы

7.2.7 Стенд считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если все устройства стенда были успешно активированы, т.е. если все соответствующие им прямоугольники на экране не были закрашены красным цветом.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.3 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.3.1 В исходном состоянии стенд отключен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.3.2 Для входа в программное обеспечение Робоскоп ВТМ 5000 кликнуть дважды на иконке . Откроется основное меню программы (Рисунок 1).

7.3.3 В верхней строке меню нажать пиктограмму .

7.3.4 В появившемся информационном окне в строке «диспетчер исполнения» прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО (рисунок 2).

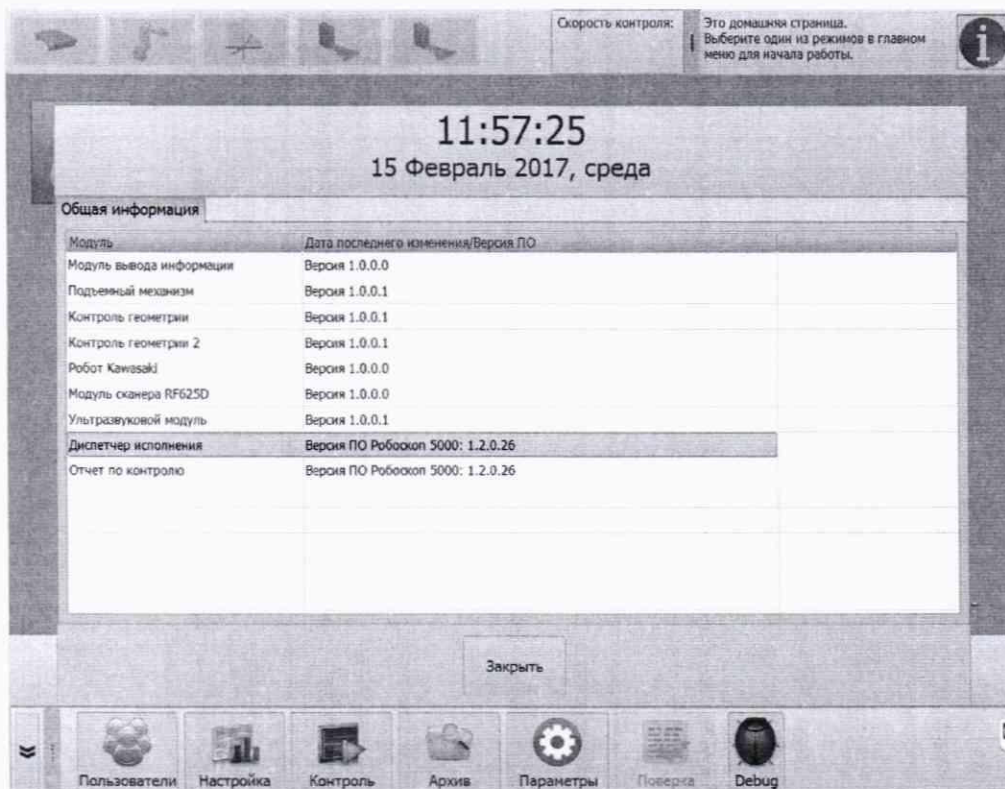


Рисунок 2 - Идентификационное наименование и номер версии ПО

7.3.5 Стенд считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если идентификационные данные стенда соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО стенда

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Робоскоп 5000
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.2.0.26 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

7.4.1 **Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объекта контроля по трем координатам (X, Y, Z) в режиме лазерного сканирования**

7.4.1.1 В исходном состоянии стенд включен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.4.1.2 Установить меру моделей дефектов КС-1 (координатный стол) из комплекта мер моделей дефектов КМД-Вотум (далее – мера КС-1) в вертикальном положении в соответствии с изображением на рисунке 3.

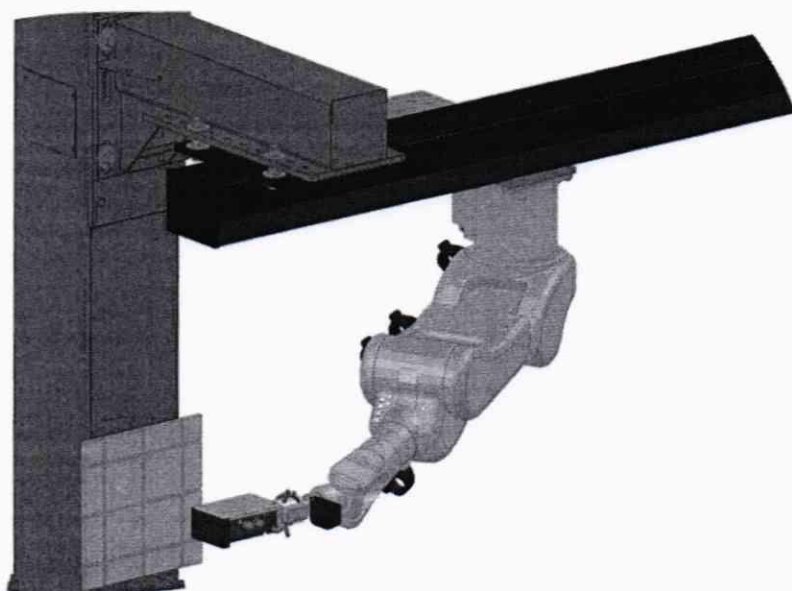



Рисунок 3 - Мера КС-1 в вертикальном положении.

7.4.1.3 Запустить ПО станда, дважды кликнув по иконке . Откроется основное меню программы (Рисунок 1). В появившемся списке выбрать меню «Поверитель».

7.4.1.4 В появившемся окне набрать пароль: roverka5000.

7.4.1.5 В появившемся меню в нижней части экрана нажать на вкладку поверка, появится окно выбора методик поверки (Рисунок 4).

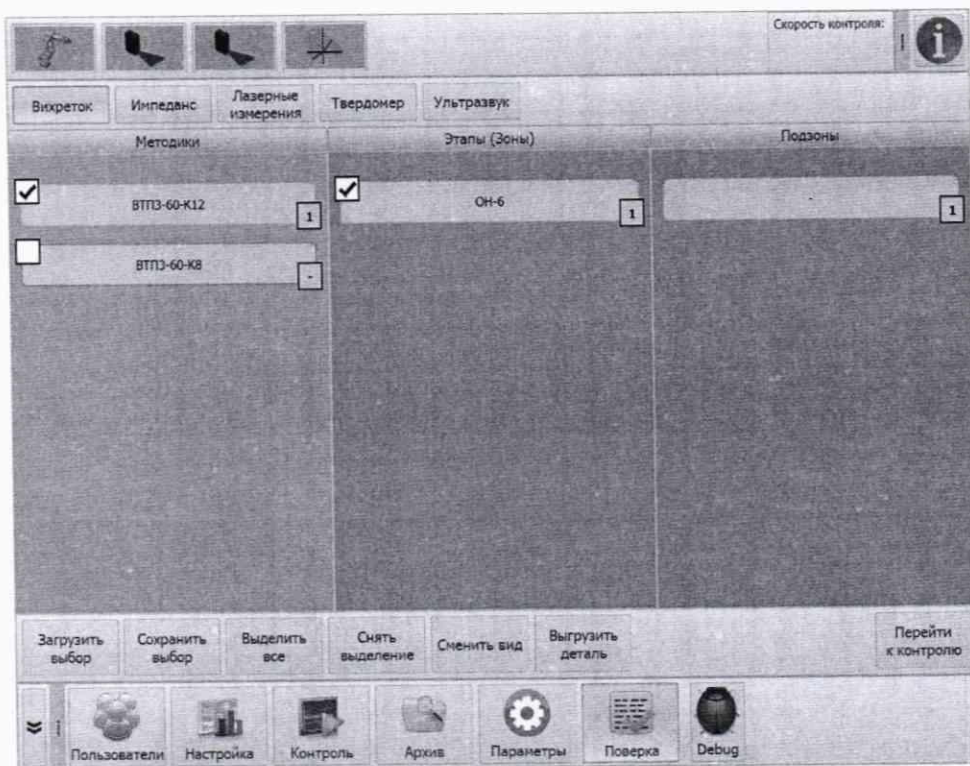


Рисунок 4 - Окно выбора методик

7.4.1.6 Выбрать вкладку «Лазерные измерения», выбрать лазерный измеритель из комплекта поставки станда и запустить методику последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». При этом робот-манипулятор с помощью лазерного измерителя

осуществит сканирование вертикально расположенной меры КС-1 на расстоянии, равном минимальному значению диапазона высоты сканирования (D_n , мм).

7.4.1.7 По окончании сканирования на экран выводится протокол измерений лазерного измерителя с результатами определения расстояний по длине ($X_{изм}$), ширине ($Y_{изм}$), по глубине ($Z_{изм}$) и расчетом погрешности проведенных измерений.

7.4.1.8 Для сохранения протокола нажать кнопку «Создать протокол». Имя протокола присваивается автоматически. При необходимости указать путь сохранения протокола. Нажать кнопку «Сохранить».

7.4.1.9 После этого система выведет диалоговое окно с предложением о переходе к следующему циклу измерений и войдет в состояние ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.1.10 Нажать клавишу «Ввод». Робот-манипулятор с помощью лазерного измерителя осуществит сканирование вертикально расположенной меры КС-1 на расстоянии равном максимальному значению диапазона высоты сканирования (D_b , мм). Дождаться вывода протокола измерений на экран.

7.4.1.11 Выполнить пункт 7.4.1.8 методики поверки.

7.4.1.12 После этого система выведет диалоговое окно с предложением о переходе к следующему циклу измерений для горизонтально расположенной меры КС-1 и войдет в состояние ожидания.

7.4.1.13 Установить меру КС-1 в горизонтальном положении в соответствии с изображением на рисунке 5.

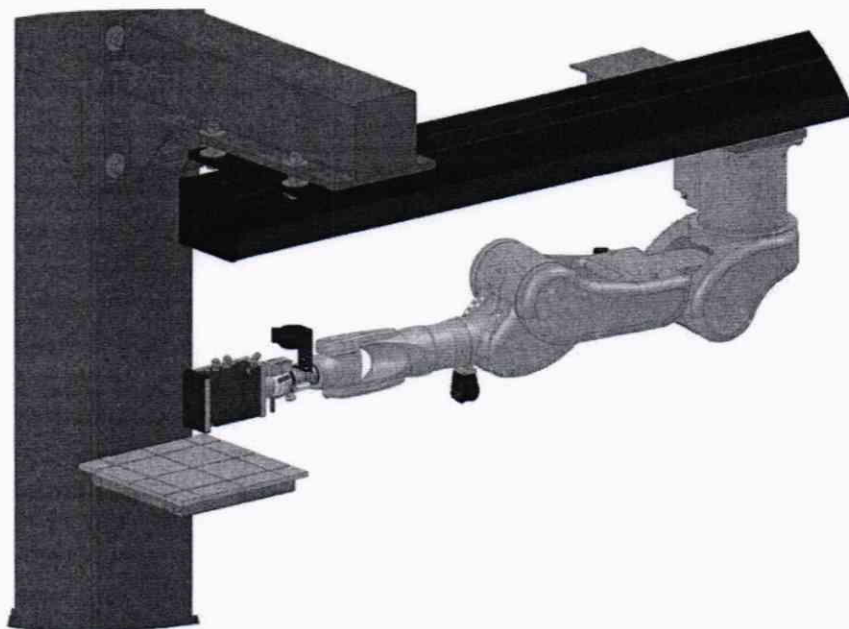


Рисунок 5 - Мера КС-1 в горизонтальном положении

7.4.1.14 Нажать клавишу «Ввод». Робот-манипулятор с помощью лазерного измерителя осуществит сканирование горизонтально расположенной меры дефектов КС-1 на расстоянии, равном минимальному значению диапазона высоты сканирования (D_n , мм).

7.4.1.15 Выполнить пункты 7.4.1.6 – 7.4.1.11 методики поверки для сканирования в горизонтальной плоскости.

7.4.1.16 Выполнить измерения по пунктам 7.4.1.6 – 7.4.1.15 еще два раза.

7.4.1.17 Выполнить измерения по пунктам 7.4.1.1 – 7.4.1.16 для каждого лазерного измерителя из комплекта поставки.

7.4.1.18 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.1.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длины (ширины) дефектов в режиме измерительного контроля

7.4.2.1 В исходном состоянии стенд включен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.4.2.2 Установить меру моделей дефектов КС-1 в горизонтальном положении в соответствии с изображением на рисунке 5.

7.4.2.3 Выполнить пункты 7.4.1.3 – 7.4.1.5.

7.4.2.4 Выбрать вкладку «Визуальные измерения», выбрать видеокамеру из комплекта поставки и запустить методику последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». Робот-манипулятор с помощью видеокамеры осуществит сканирование горизонтально расположенной меры дефектов КС-1.

7.4.2.5 По окончании сканирования на экран выводится протокол измерений с результатами определения расстояний по длине ($X_{визм}$), ширине ($Y_{визм}$) в диапазонах от 9 до 300 мм и от 300 до 1000 мм с расчетом погрешности проведенных измерений.

7.4.2.6 После этого система выведет диалоговое окно с предложением о переходе к следующему циклу измерений и войдет в состояние ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.2.7 Установить меры длины концевые плоскопараллельные с номиналами 0,5; 1,0; 5,0; 9,0 мм на меру КС-1 в горизонтальном положении в соответствии с изображением на рисунке 6.

Меру толщиной 0,5 мм закрепить как это показано на рисунке 7, используя меры толщиной 10,0 и 9,5 мм в качестве вспомогательных. Таким образом обеспечивается правильное положение меры 0,5 мм в оправке.

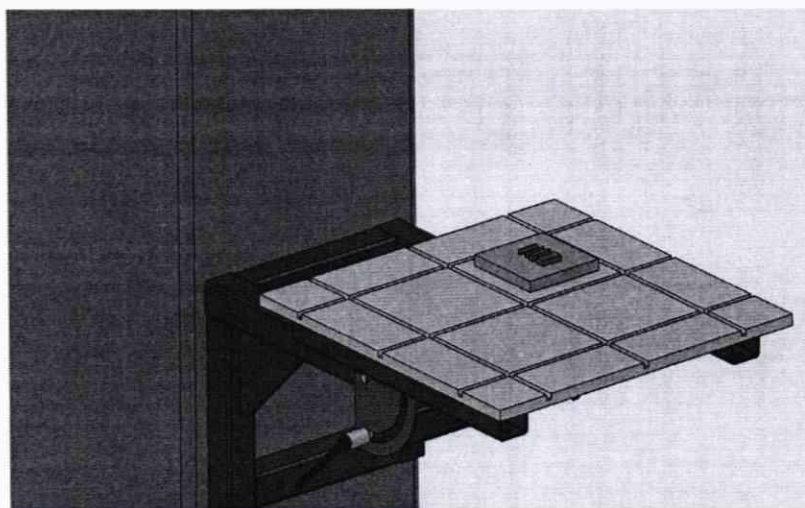


Рисунок 6 - Установка мер длины

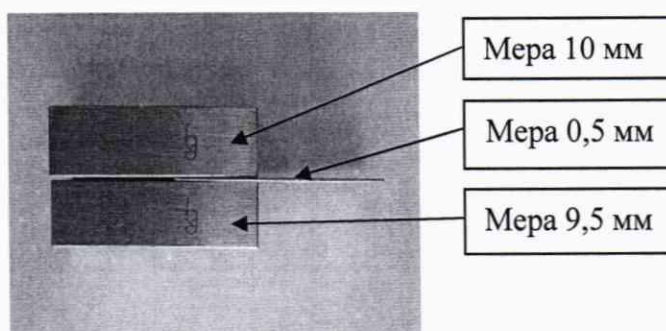


Рисунок 7 - Установка меры 0,5 мм

7.4.2.8 Нажать клавишу «Ввод». Робот-манипулятор с помощью видеокамеры осуществит сканирование концевых мер.

7.4.2.9 По окончании сканирования на экран выводится протокол измерений с результатами определения расстояний по длине ($X_{визм}$) в диапазоне от 0,5 до 9,0 мм с расчетом погрешности проведенных измерений.

7.4.2.10 После этого система выведет диалоговое окно с предложением о переходе к следующему циклу измерений и войдет в состояние ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.2.11 Установить объект-микрометр в горизонтальное положение аналогично мере КС-1, изображенной на рисунке 5.

7.4.2.12 Нажать клавишу «Ввод». Робот-манипулятор с помощью видеокамеры осуществит сканирование объект-микрометра.

7.4.2.13 По окончании сканирования на экран выводится протокол измерений с результатами определения расстояний по длине ($X_{визм}$) в диапазоне от 0,1 до 1,0 мм с расчетом погрешности проведенных измерений.

7.4.2.14 Для сохранения протокола нажать кнопку «Создать протокол». Имя протокола присваивается автоматически. При необходимости указать путь сохранения протокола. Нажать кнопку «Сохранить».

7.4.2.15 Выполнить измерения по пунктам 7.4.2.1 – 7.4.2.14 еще два раза.

7.4.2.16 Выполнить измерения по пунктам 7.4.2.1 – 7.4.2.15 для всех видеокамер из комплекта поставки стенда и всех увеличений.

7.4.2.17 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.2.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.3 Определение номинальных значений амплитуды импульсов возбуждения, диапазона и относительной погрешности установки частоты импульсов ГИВ вихретокового канала

7.4.3.1 В исходном состоянии стенд должен быть включен, а манипулятор стенда должен находиться в свернутом положении.

7.4.3.2 Собрать схему, представленную на рисунке 8а.

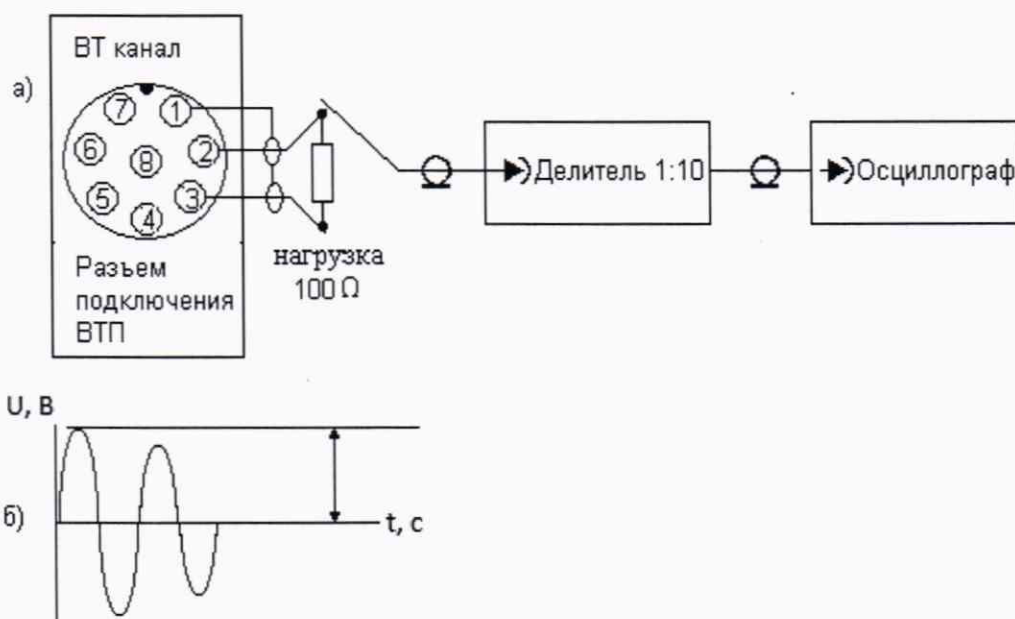


Рисунок 8

а) схема подключений для проверки номинальных значений амплитуды импульсов ГИВ вихретокового канала;

б) измерение амплитуды импульса ГИВ вихретокового канала

7.4.3.3 Подключить нагрузку 100 Ом из комплекта осциллографа к восьмиконтактному разъему подключения вихретокового преобразователя (далее - ВТП) на передней панели вихретокового (далее - ВТ) канала стенда между контактами 2 и 3.

7.4.3.4 Подключить осциллограф через делитель «1:10» из комплекта осциллографа к контакту 2 разъема, как показано на рисунке 8а.

7.4.3.5 В зависимости от диапазона измерений частоты импульсов ГИВ выполнить следующие операции:

7.4.3.5.1 При определении диапазона № 1 запустить ПО стенда, дважды кликнув по иконке



. Откроется основное меню программы (Рисунок 1). В появившемся списке выбрать меню «поверитель». В появившемся окне набрать пароль: roverka5000.

В нижней части экрана меню нажать на вкладку поверка, появится окно выбора методик поверки (Рисунок 9).

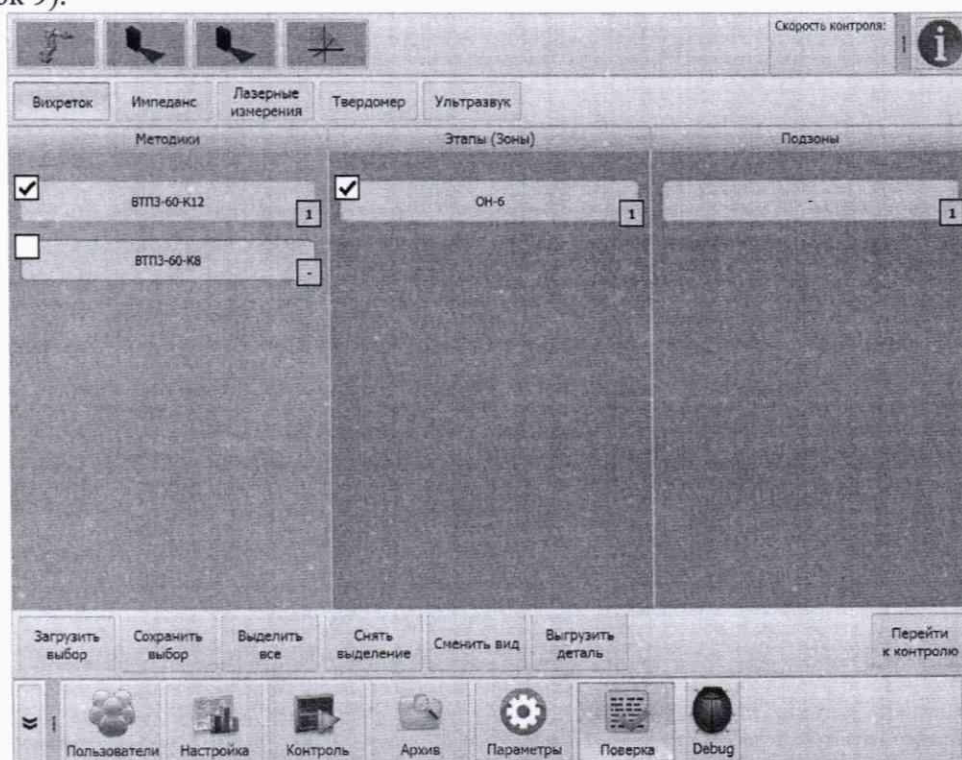


Рисунок 9 - Окно выбора методик

7.4.3.5.2 При определении диапазона № 2 запустить ПО стенда, дважды кликнув по иконке



. Откроется основное меню программы. В появившемся списке выбрать меню «Контроль» (Рисунок 10).

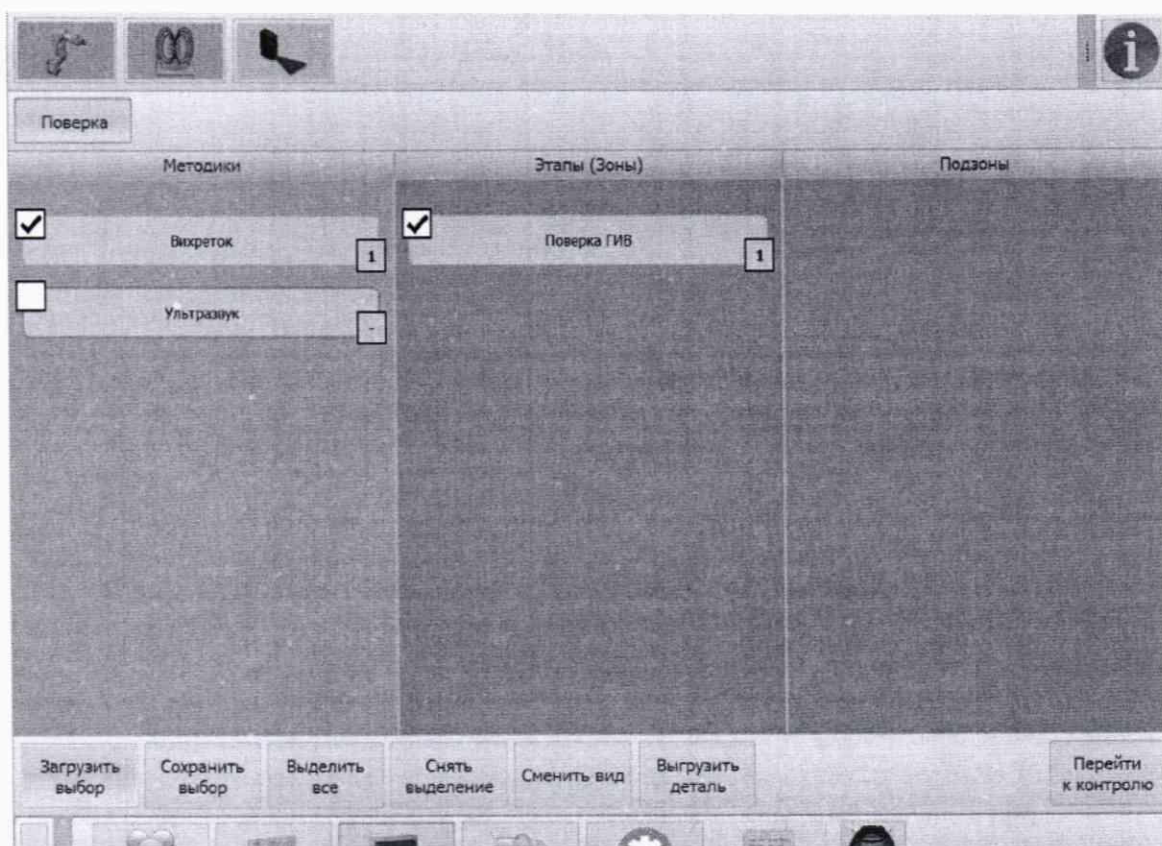


Рисунок 10 – Окно выбора методик для вихретокового канала

7.4.3.6 Выбрать вкладку «Вихреток», выбрать вкладку «Поверка ГИВ» и запустить процесс измерений последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». При этом на экране монитора появится описание действия, которое необходимо выполнить, по результатам которого система перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».


7.4.3.7 Выполнить действия, следуя инструкциям в сообщениях на экране монитора.

7.4.3.8 В зависимости от диапазона измерений частоты импульсов ГИВ выполнить следующие операции:

7.4.3.8.1 При определении диапазона № 1:

- Параметры «Частота» и «Усиление» ГИВ для проведения измерений, устанавливаются в автоматическом режиме. Перед началом измерений устанавливается частота 1 кГц.
- Измерить осциллографом и записать в протокол поверки частоту импульса ГИВ.
- Измерить осциллографом амплитуду A_1 импульса ГИВ как указано на рисунке 8б.
- Подключить осциллограф через делитель «1:10» к контакту 3 разъема подключения ВТП.
- Измерить осциллографом амплитуду A_2 импульса ГИВ как указано на рисунке 8б.
- Номинальное значение установки амплитуды импульсов ГИВ получить суммированием значений амплитуд A_1 и A_2 . Результат записать в протокол поверки.

7.4.3.8.2 При определении диапазона № 2:

- Параметры «Частота» и «Амплитуда» ГИВ для проведения измерений устанавливаются с помощью ПО генератора стенда.
 - Запустить ПО управления генератором импульсов дважды кликнув на ярлык DDS .
- Откроется окно конфигурации программы (Рисунок 11).

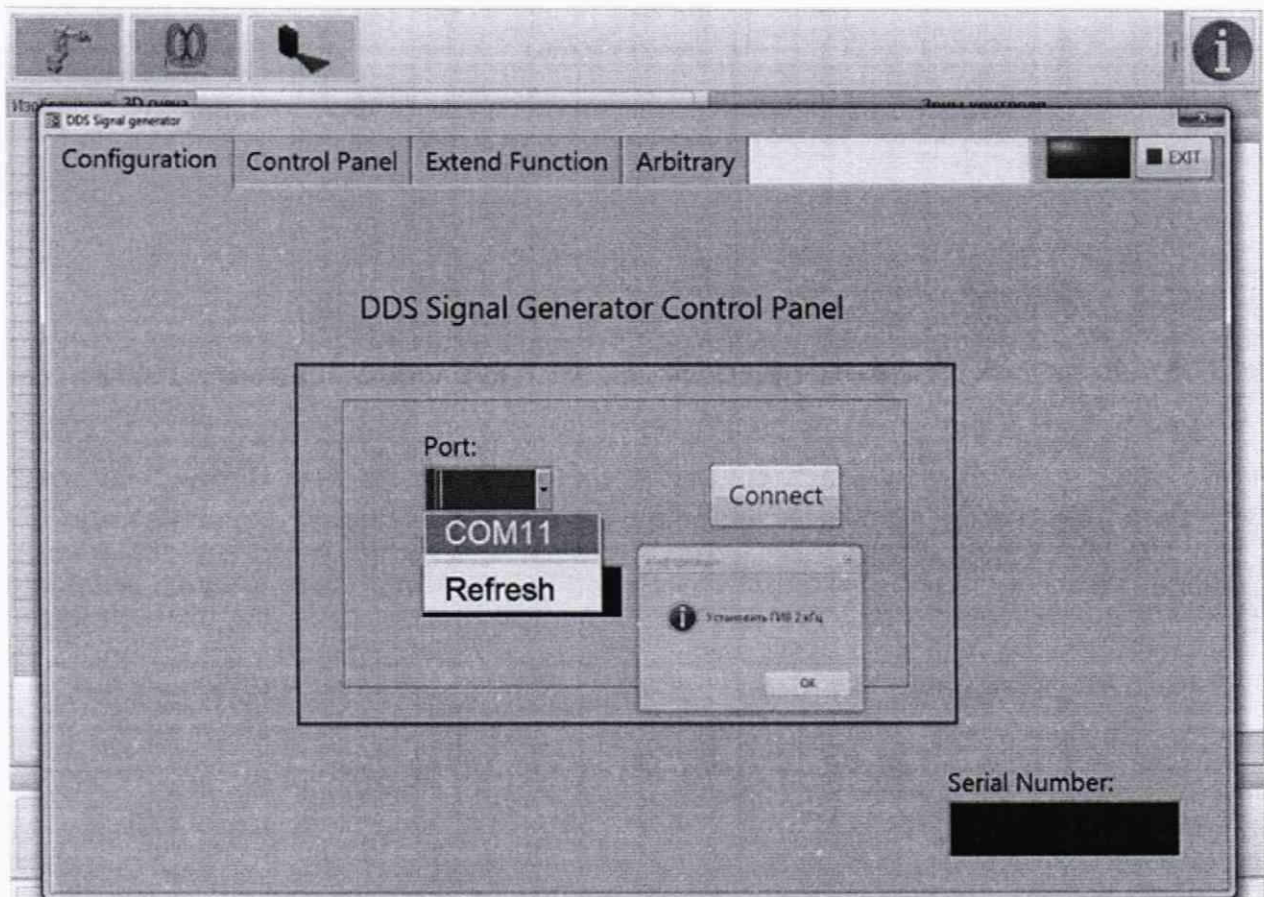


Рисунок 11 – Окно «Configuration»

- Нажать на кнопку «Port» и выбрать любой предложенный из списка COM, например, COM11, после чего нажать на кнопку «Connect».
- На верхней вкладке нажать на кнопку открытия контрольной панели «Control Panel».
- Установить частоту 2 кГц на первом канале «CH1», как показано на рисунке 12. Амплитуда импульса установится автоматически.

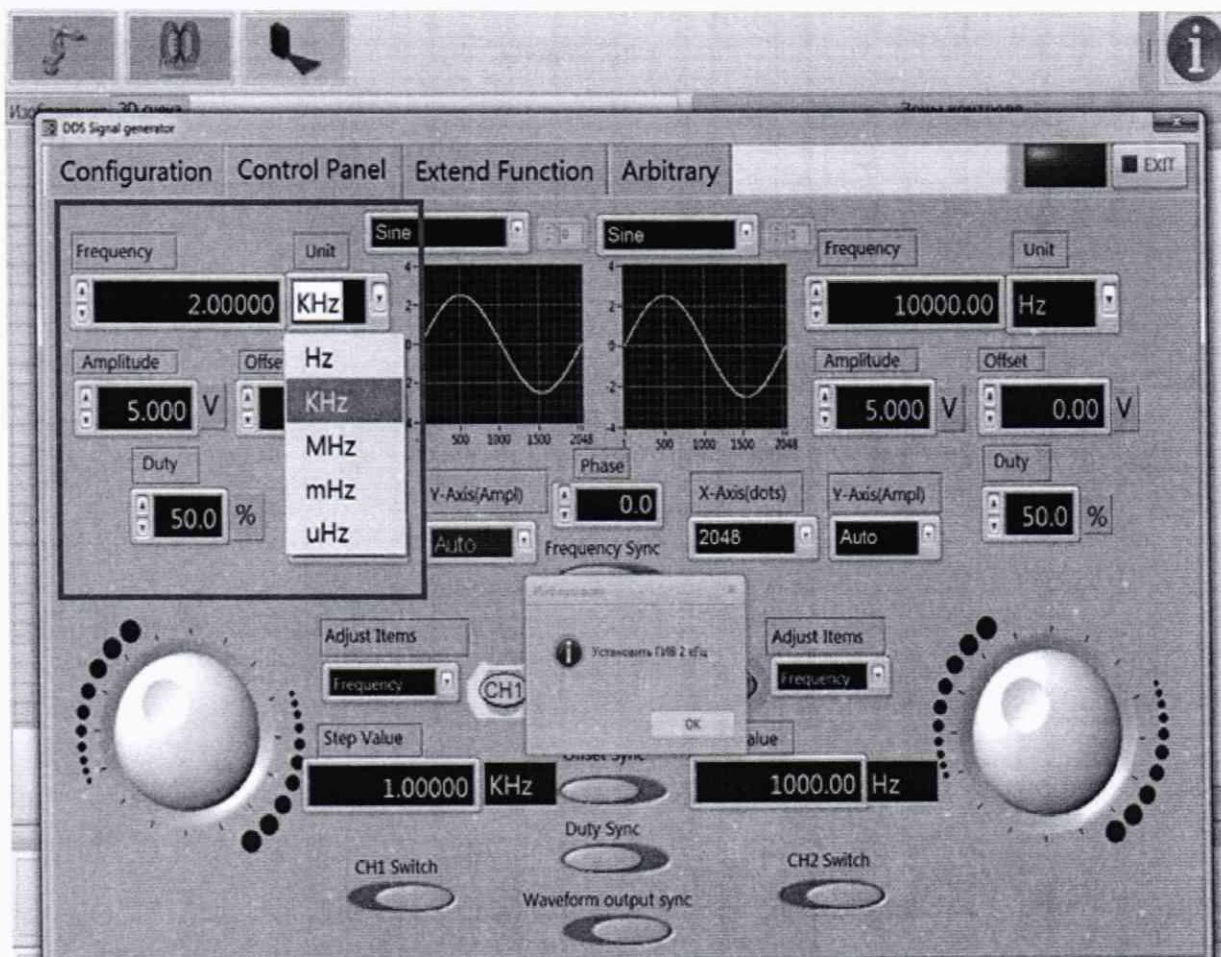


Рисунок 12 – Установка частоты

- Измерить осциллографом и записать в протокол поверки частоту импульсов ГИВ.
- Измерить осциллографом и записать в протокол поверки амплитуду импульсов ГИВ, как показано на рисунке 8б.

7.4.3.9 Нажать клавишу «Ввод». Выполнить действия, следуя инструкциям в сообщениях на экране монитора.

7.4.3.10 Выполнить операции по пункту 7.4.3.8 для значений частоты импульсов ГИВ 200, 1000 кГц для диапазона № 1, для значений частоты импульсов ГИВ 10, 100, 200, 2000 кГц для диапазона № 2.

7.4.3.11 Выполнить процедуры по пунктам 7.4.3.8 – 7.4.3.10 еще два раза.

7.4.3.12 Выполнить пункты 7.4.3.5 – 7.4.3.11 для всех ВТ каналов.

7.4.3.13 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.3.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.4 Определение минимальной глубины выявляемых поверхностных дефектов при значении шероховатости $R_a=2,5$ и абсолютной погрешности измерений глубины залегания поверхностных дефектов вихретоковым методом

7.4.4.1 Проверка вихретокового канала проводится на мерах моделей дефектов RS-A-0,2-0,5-1; RS-T-0,2-0,5-1; RS-SS-0,2-0,5-1; RS-S-0,2-0,5-1; ОН-4, ОН-6, ОН-7 из комплекта мер моделей дефектов КМД-Вотум, в зависимости от комплекта поставки.

7.4.4.2 В исходном состоянии стенд включен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.4.4.3 Выполнить пункты 7.4.1.3 - 7.4.1.5 методики поверки.

7.4.4.4 Проверить правильность установки преобразователей в кассетах для преобразователей и мер в оправках мер.

7.4.4.5 Выбрать вкладку «Вихреток», выбрать тип вихретокового преобразователя из комплекта поставки стенда и запустить методику последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». Робот манипулятор возьмет выбранный преобразователь из кассеты и проведет им по мере над искусственным дефектом. После чего на экран монитора выведется значение измеренной глубины дефекта, а стенд перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.4.6 Записать результаты измерений. Нажать клавишу «Ввод».

7.4.4.7 При нажатии на клавишу «Ввод» манипулятор проведет преобразователь над следующим искусственным дефектом, и система перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.4.8 Выполнить пункты 7.4.4.6 – 7.4.4.7 со всеми дефектами на мере.

7.4.4.9 Выполнить пункты 7.4.4.4 – 7.4.4.8 со всеми мерами, входящими в комплект поставки стенда.

7.4.4.10 Выполнить пункты 7.4.4.6 – 7.4.4.9 еще два раза.

7.4.4.11 Выполнить пункты 7.4.4.4 – 7.4.4.10 методики поверки со всеми ВТП, входящими в комплект поставки стенда.

7.4.4.12 Выполнить пункты 7.4.4.4 – 7.4.4.11 методики поверки для всех вихретоковых каналов.

7.4.4.13 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.4.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.5 Определение максимальной глубины залегания выявляемых поверхностных дефектов типа «коррозия» в немагнитных электропроводных материалах и абсолютной погрешности измерений глубины залегания поверхностных дефектов вихретоковым методом

7.4.5.1 Проверка вихретокового канала проводится на мерах моделей дефектов PS-3-4-5A; PS-3-4-5S из комплекта мер моделей дефектов КМД-Вотум, в зависимости от комплекта поставки.

7.4.5.2 Выполнить пункты 7.4.4.2 – 7.4.4.12 методики поверки на мерах моделей дефектов PS-3-4-5A; PS-3-4-5S, входящих в комплект поставки стенда.

7.4.5.3 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.5.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.6 Определение номинальных значений амплитуды импульсов возбуждения на эквивалентной нагрузке 100 Ом, диапазона и относительной погрешности установки частоты импульсов ГИВ импедансного канала

7.4.6.1 В исходном состоянии стенд включен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.4.6.2 Собрать схему, представленную на рисунке 8а.

7.4.6.3 Подключить нагрузку 100 Ом к восьмиконтактному разъему подключения импедансного преобразователя (далее - ИМП) на передней панели импедансного канала между контактами 2 и 3.

7.4.6.4 Подключить осциллограф через делитель «1:10» к контакту 2 разъема, как показано на рисунке 8а.

7.4.6.5 Выполнить пункты 7.4.1.3 – 7.4.1.5 методики поверки.

7.4.6.6 Выбрать вкладку «Импеданс», выбрать вкладку «поверка ГИВ» и запустить методику последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». При этом на экране монитора появится описание действий, которое необходимо выполнить (см. п. 7.4.6.7 – 7.4.6.11), а система перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.6.7 Параметры «Частота» и «Усиление» ГИВ для проведения измерений устанавливаются в автоматическом режиме. Перед началом измерений устанавливается частота 1 кГц.

7.4.6.8 Измерить осциллографом частоту импульса ГИВ.

7.4.6.9 Измерить осциллографом амплитуду A_{u1} импульса ГИВ как указано на рисунке 8б.

7.4.6.10 Подключить осциллограф через делитель «1:10» к контакту 3 разъема подключения ИМП.

7.4.6.11 Измерить осциллографом амплитуду A_{u2} импульса ГИВ как указано на рисунке 8б.

7.4.6.12 Нажать клавишу «Ввод». Стенд автоматически выставит частоту ГИВ 10 кГц и перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.6.13 Повторить измерения по пунктам 7.4.6.9. – 7.4.6.11, 8.6.1 методики поверки.

7.4.6.14 Нажать клавишу «Ввод». Стенд автоматически выставит частоту ГИВ 100 кГц и перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.6.15 Повторить измерения по пунктам 7.4.6.9. – 7.4.6.11, 8.6.1 методики поверки.

7.4.6.16 Выполнить пункты 7.4.6.6 – 7.4.6.15 еще два раза.

7.4.6.17 Выполнить пункты 7.4.6.7 – 7.4.6.16 методики поверки для всех импедансных каналов.

7.4.6.18 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.6.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.7 Определение порога чувствительности к определению искусственных дефектов при глубине залегания 1,5 мм и относительной погрешности измерений площади искусственных дефектов в режиме импедансного контроля

7.4.7.1 Проверка импедансного канала проводится на мерах моделей дефектов TS-2 из комплекта мер моделей дефектов КМД-Вотум.

7.4.7.2 В исходном состоянии стенд включен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.4.7.3 Выполнить пункты 7.4.1.3 – 7.4.1.5 методики поверки.

7.4.7.4 Проверить правильность установки преобразователей в кассетах для преобразователей и мер в оправках мер.

7.4.7.5 Выбрать вкладку «Импеданс», выбрать тип импедансного преобразователя из комплекта поставки и запустить методику последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». Робот манипулятор возьмет выбранный преобразователь из кассеты и проведет им по мере над искусственными дефектами. После чего на экран монитора выведется значение измеренных размеров дефекта, а система перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.7.6 Выполнить пункт 7.4.7.5 методики поверки еще два раза.

7.4.7.7 Выполнить пункты 7.4.7.5 – 7.4.7.6 методики поверки со всеми ИМП, входящими в комплект поставки стенда.

7.4.7.8 Выполнить пункты 7.4.7.5 – 7.4.7.7 методики поверки для всех импедансных каналов стенда.

7.4.7.9 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.7.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.8 Определение диапазона частот и номинальных значений амплитуды импульсов возбуждения на нагрузке 50 Ом и относительной погрешности установки частоты импульсов ГИВ ультразвукового канала

7.4.8.1 В исходном состоянии стенд должен быть включен, а манипулятор стенда должен находиться в свернутом положении.

7.4.8.2 Измерение параметров импульсов ГИВ выполнить на нагрузке 50 Ом из комплекта осциллографа, подключая осциллограф через делитель по схеме, представленной на рисунке 13а.

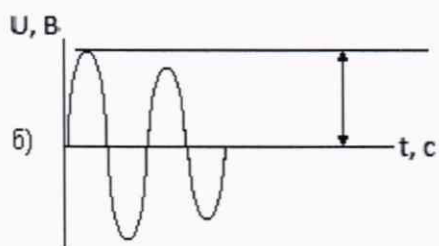


Рисунок 13

- а) Схема для проверки номинальных значений амплитуды импульсов ГИВ ультразвукового канала;
 б) измерение амплитуды импульса

7.4.8.3 Выполнить пункт 7.4.3.5 методики поверки.

7.4.8.4 Выбрать вкладку «Ультразвук», выбрать вкладку «Поверка ГИВ» и запустить процесс измерений последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». Выполнив действия, следуя инструкциям в сообщениях на экране монитора, стенд перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.8.5 В зависимости от диапазона измерений частоты импульсов ГИВ выполнить следующие операции:

7.4.8.5.1 При определении диапазона № 1:

- Параметр «Частота» и «Напряжение» ГИВ для проведения измерений, устанавливаются в автоматическом режиме. Перед началом измерений устанавливается частота 0,2 МГц, напряжение в положение U_1 , соответствующее 75 В.

- Измерить осциллографом частоту импульса ГИВ.

- Измерить осциллографом номинальное значение амплитуды $U_{1изм}$ импульса ГИВ как указано на рисунке 13б.

- Нажать клавишу «Ввод». Стенд автоматически установит Параметр «Напряжение» в положение U_2 , соответствующее 150 В.

- Измерить осциллографом частоту импульса ГИВ.

- Измерить осциллографом номинальное значение амплитуды $U_{2изм}$ импульса ГИВ как указано на рисунке 13б.


- Нажать клавишу «Ввод». Стенд автоматически установит Параметр «Напряжение» в положение U_3 , соответствующее 225 В.

- Измерить осциллографом частоту импульса ГИВ.

- Измерить осциллографом номинальное значение амплитуды $U_{3изм}$ импульса ГИВ как указано на рисунке 13б.

7.4.8.5.2 При определении диапазона № 2:

- Параметры «Частота» и «Амплитуда» ГИВ для проведения измерений, устанавливаются с помощью ПО генератора.

- Запустить ПО управления генератором импульсов дважды кликнув на ярлык DDS . Откроется окно конфигурации программы (Рисунок 11).

- Нажать на кнопку «Port» и выбрать любой предложенный из списка COM, например, COM11, после чего нажать на кнопку «Connect».

- На верхней вкладке нажать на кнопку открытия контрольной панели «Control Panel».

- Установить частоту 0,2 МГц. Амплитуда импульса установится автоматически в положение U_1 , соответствующее 75 В.
- Измерить осциллографом частоту импульсов ГИВ.
- Измерить осциллографом номинальное значение амплитуды $U_{1изм}$ импульса ГИВ, как указано на рисунке 136.
- Нажать клавишу «Ввод». Стенд автоматически установит Параметр «Амплитуда» в положение U_2 , соответствующее 150 В.
- Измерить осциллографом частоту импульса ГИВ.
- Измерить осциллографом номинальное значение амплитуды $U_{2изм}$ импульса ГИВ как указано на рисунке 136.
- Нажать клавишу «Ввод». Стенд автоматически установит Параметр «Амплитуда» в положение U_3 , соответствующее 225 В.
- Измерить осциллографом частоту импульса ГИВ.
- Измерить осциллографом номинальное значение амплитуды $U_{3изм}$ импульса ГИВ как указано на рисунке 136.

7.4.8.6 Выполнить операции по пункту 7.4.8.5 методики поверки для значений частоты импульсов ГИВ 2,5; 10,0 МГц (для диапазона № 1), для значений частоты импульсов ГИВ 2,0; 10,0; 20,0 МГц (для диапазона № 2).

7.4.8.7 Выполнить процедуры по пунктам 7.4.8.5 – 7.4.8.6 методики поверки еще два раза.

7.4.8.8 Выполнить пункты 7.4.8.4 – 7.4.8.7 методики поверки для всех ультразвуковых каналов стенда.

7.4.8.9 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.8.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.9 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий при работе с прямым ПЭП

7.4.9.1 Проверка ультразвукового канала проводится на мерах №2 или №3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 с применением контрольного образца «ось колесной пары».

7.4.9.2 С помощью рулетки предварительно измерить длину контрольного образца «ось колесной пары». Измерения повторить 5 раз, результат усреднить.

7.4.9.3 В исходном состоянии стенд включен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.4.9.4 Выполнить пункт 7.4.3.5 методики поверки.

7.4.9.5 Проверить правильность установки преобразователей в кассетах для преобразователей и мер в оправках мер.

7.4.9.6 Выбрать вкладку «Ультразвук», выбрать тип ультразвукового преобразователя из комплекта поставки и запустить методику последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». Робот манипулятор возьмет выбранный преобразователь из кассеты и проведет им по мере над искусственным дефектом. После чего на экран монитора выведется значение измеренной глубины дефекта, а система перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.9.7 Записать результаты измерений. Нажать клавишу «Ввод».

7.4.9.8 Выполнить пункты 7.4.9.6 – 7.4.9.7 со всеми дефектами на мере.

7.4.9.9 Установить контрольный образец «ось колесной пары» на стенд.

7.4.9.10 Выполнить пункты 7.4.9.6 – 7.4.9.7 измеряя длину контрольного образца «ось колесной пары».

7.4.9.11 Выполнить пункты 7.4.9.5 – 7.4.9.10 методики поверки еще 2 раза.

7.4.9.12 Выполнить пункты 7.4.9.5 – 7.4.9.11 методики поверки со всеми преобразователями, входящими в комплект поставки стенда.

7.4.9.13 Выполнить пункты 7.4.9.5 – 7.4.9.12 методики поверки для всех ультразвуковых каналов стенда.

7.4.9.14 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.9.
(Измененная редакция, Изм.№1)

7.4.10 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования при работе с наклонным ПЭП

7.4.10.1 Проверка ультразвукового канала проводится на мерах №3Р или №3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3.

7.4.10.2 В исходном состоянии стенд включен, а манипулятор находится в свернутом положении.

7.4.10.3 Выполнить пункт 7.4.3.5.

7.4.10.4 Проверить правильность установки ультразвуковых преобразователей в кассетах для преобразователей и мер в оправках мер.

7.4.10.5 Выбрать вкладку «Ультразвук», выбрать тип ультразвукового преобразователя из комплекта поставки и запустить методику последовательным нажатием кнопок «Перейти к контролю», «Старт». Робот манипулятор возьмет выбранный преобразователь из кассеты и проведет им по мере над искусственным дефектом. После чего на экран монитора выведется значение измеренного расстояния от грани преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования, а стенд перейдет в режим ожидания нажатия клавиши «Ввод».

7.4.10.6 Записать результаты измерений. Нажать клавишу «Ввод».

7.4.10.7 Выполнить пункты 7.4.10.5 – 7.4.10.6 со всеми дефектами на мере.

7.4.10.8 Выполнить пункты 7.4.10.5 – 7.4.10.6 от двугранного угла на мере.

7.4.10.9 Угол ввода ультразвуковой волны взять из сертификата калибровки ПЭП. Если на преобразователь отсутствует сертификат калибровки, то определить точку ввода и угол ввода ПЭП на мерах №3 и №3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 в следующей последовательности:

- установить преобразователь на поверхность меры №3, обработанную контактной жидкостью;

- перемещая ПЭП вперед-назад и поворачивая его вокруг оси на значение от 5° до 10°, добиться максимального уровня эхо-сигнала от цилиндрической поверхности меры;

- метка «0» на мере №3, перенесенная на боковую поверхность ПЭП, указывает на точку ввода преобразователя (рисунок 14).

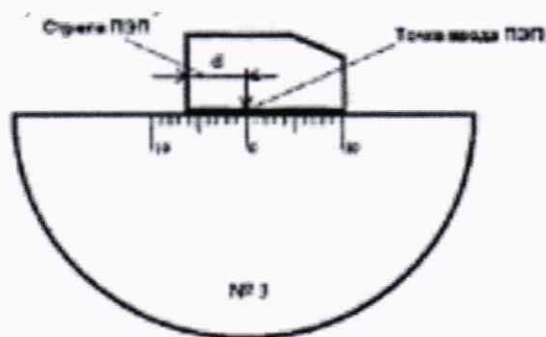


Рисунок 14 – Определение точки ввода (стрелы) ПЭП

- установить преобразователь на поверхность меры №3Р, обработанную контактной жидкостью;

- перемещая ПЭП вперед-назад по мере и поворачивая его вокруг оси на значение от 5° до 10°, получить на экране стенда эхо-сигнал максимальной амплитуды от цилиндрического бокового отражателя диаметром 6 мм;

- для ПЭП с углами ввода в диапазоне от 40° до 60° включительно угол ввода определять по боковому цилиндрическому отражателю диаметром 6 мм, залегающему на глубине 44 мм. Для

ПЭП с углами ввода в диапазоне от 60° до 75° включительно угол ввода определять по боковому цилиндрическому отражателю диаметром 6 мм, залегающему на глубине 15 мм.

- отсчет угла ввода ПЭП осуществлять по точке ввода ПЭП.

7.4.10.10 Выполнить пункты 7.4.10.4 – 7.4.10.8 методики поверки еще два раза.

7.4.10.11 Выполнить пункты 7.4.10.4 – 7.4.10.10 методики поверки со всеми преобразователями, входящими в комплект поставки стенда.

7.4.10.12 Выполнить пункты 7.4.10.4 – 7.4.10.11 методики поверки для всех ультразвуковых каналов.

7.4.10.13 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.10.

(Измененная редакция, Изм.№1)

8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Расчет абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объекта контроля по трем координатам (X, Y, Z) в режиме лазерного сканирования

8.1.1 Рассчитать среднее арифметическое значение длины $X_{изм}$, мм, ширины $Y_{изм}$, мм, и глубины $Z_{изм}$, мм, по формуле (1):

$$X_{изм} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

где x_i – i-й результат измерений, мм;

n – количество измерений.

8.1.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений геометрических размеров объекта контроля по трем координатам (X, Y, Z) в режиме лазерного сканирования по формулам (2) - (4):

$$\Delta X = X_{изм} - X_{ном}, \quad (2)$$

$$\Delta Y = Y_{изм} - Y_{ном}, \quad (3)$$

$$\Delta Z = Z_{изм} - Z_{ном}, \quad (4)$$

где $X_{ном}$, $Y_{ном}$, $Z_{ном}$ – действительные значения размеров, мм, взятые из свидетельства о поверке на меру КС-1;

$X_{изм}$, $Y_{изм}$, $Z_{изм}$ – измеренные средние арифметические значения размеров по длине ($X_{изм}$), ширине ($Y_{изм}$), по глубине ($Z_{изм}$), мм.

8.1.3 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.1 с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики

В режиме лазерного сканирования:	
Диапазон измерений геометрических размеров объекта контроля по трем координатам (X, Y, Z)* (минимально и максимально допустимая дальность от лазерного измерителя до объекта измерения), мм - диапазон 1 - диапазон 2 - диапазон 3	от 55 до 105 от 100 до 350 от 425 до 1415
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объекта контроля по трем координатам (X, Y, Z), мм	$\pm(0,02+0,001 \cdot D)$ где D – значение расстояния от лазерного измерителя до сканируемого объекта, мм

* Возможен один из диапазонов в зависимости от комплекта поставки.

8.2 Расчет абсолютной погрешности измерений длины (ширины) дефектов в режиме измерительного контроля

8.2.1 Рассчитать среднее арифметическое значение длины (ширины) дефектов в режиме измерительного контроля по формуле (1).

8.2.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений длины (ширины) дефектов в режиме измерительного контроля по формулам (5) - (6):

$$\Delta X_{\text{в}} = X_{\text{в,изм}} - X_{\text{ном}}, \quad (5)$$

$$\Delta Y_{\text{в}} = Y_{\text{в,изм}} - Y_{\text{ном}}, \quad (6)$$

где $X_{\text{ном}}, Y_{\text{ном}}$ – действительные значения расстояний на мере КС-1 или действительные значения толщины длин мер плоскопараллельных или объекта-микрометра, взятые из свидетельства о поверке, мм;

$X_{\text{в,изм}}, Y_{\text{в,изм}}$ – средние арифметические значения длины (ширины) мер, измеренные стендом, мм.

8.2.3 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.2 с положительным результатом, если диапазон измерений длины (ширины) дефектов в режиме измерительного контроля составляет от 0,1 до 1000,0 мм, а абсолютная погрешность измерений длины (ширины) дефектов в режиме измерительного контроля в диапазоне от 0,1 до 9,0 мм включительно не превышает $\pm(0,1+0,01 \cdot L)$ мм, в диапазоне свыше 9,0 до 300,0 мм включительно не превышает $\pm 0,5$ мм, в диапазоне свыше 300,0 до 1000,0 мм не превышает $\pm 1,0$ мм, где L – значение измеренной длины (ширины) дефектов, мм.

8.3 Расчет относительной погрешности установки частоты импульсов ГИВ вихретокового канала

8.3.1 Рассчитать среднее арифметическое значение частоты импульсов ГИВ ВТ канала по формуле (1).

8.3.2 Рассчитать относительную погрешность установки частоты импульсов ГИВ ВТ канала по формуле (7):

$$\delta_F = \frac{F_{\text{изм}} - F_{\text{уст}}}{F_{\text{уст}}} \cdot 100 \quad (7)$$

где $F_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение частоты импульсов ГИВ, измеренное на осциллографе, кГц;

$F_{\text{уст}}$ – значение частоты импульсов ГИВ, установленное на стенде, кГц.

8.3.3 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.3 с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики

В режиме вихретокового контроля:	
Диапазон частот импульсов генератора импульсов возбуждения**, кГц	
- диапазон 1	от 1 до 1000
- диапазон 2	от 2 до 2000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты импульсов генератора импульсов возбуждения, %	± 10
Номинальное значение амплитуды импульсов возбуждения на	4

эквивалентной нагрузке 100 Ом, В, не менее

** Возможен один из диапазонов в зависимости от комплекта поставки.

8.4 Расчет абсолютной погрешности измерений глубины залегания поверхностных дефектов вихретоковым методом

8.4.1 Рассчитать среднее арифметическое значение глубины залегания дефектов вихретоковым методом по формуле (1).

8.4.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений глубины залегания дефектов вихретоковым методом по формуле (8):

$$\Delta L = L_{\text{изм}} - L_{\text{ном}}, \quad (8)$$

где $L_{\text{ном}}$ – действительные значения глубины залегания дефектов, взятые из свидетельства о поверке на меру, мм;

$L_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение глубины залегания дефектов, измеренное на стенде, мм.

8.4.3 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.4 с положительным результатом, если минимальная глубина выявляемых поверхностных дефектов вихретоковым методом при значении шероховатости $Ra=2,5 - 0,2$ мм и абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефектов не превышает $\pm(0,05 + 0,1 \cdot H)$, где H – измеренная глубина залегания дефекта, мм.

8.5 Расчет абсолютной погрешности измерений глубины залегания поверхностных дефектов вихретоковым методом

8.5.1 Выполнить пункты 8.4.1 – 8.4.2.

8.5.2 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.5 с положительным результатом, если максимальная глубина залегания выявляемых поверхностных дефектов типа «коррозия» в немагнитных электропроводных материалах вихретоковым методом - 5,0 мм и абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефектов не превышает $\pm(0,05 + 0,1 \cdot H)$, где H – измеренная глубина залегания дефекта, мм.

8.6 Расчет относительной погрешности установки частоты импульсов ГИВ импедансного канала

8.6.1 Номинальное значение амплитуды импульсов ГИВ получить суммированием значений амплитуды по формуле (9):

$$A_u = A_{u1} + A_{u2} \quad (9)$$

8.6.2 Рассчитать среднее арифметическое значение частоты импульсов ГИВ импедансного канала по формуле (1).

8.6.3 Рассчитать относительную погрешность установки частоты импульсов ГИВ импедансного канала по формуле (10):

$$\delta_{\varphi} = \frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{уст}}}{f_{\text{уст}}} \cdot 100, \quad (10)$$

где $f_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение частоты импульсов ГИВ, измеренное на осциллографе, кГц;

$f_{\text{уст}}$ – значение частоты импульсов ГИВ, установленное на стенде, кГц.

8.6.4 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.6 с положительным результатом, если диапазон частот импедансного канала составляет от 1 до 100 кГц, номинальное значение амплитуды импульсов ГИВ импедансного канала не менее 4 В, а относительная погрешность установки частоты импульсов ГИВ не более $\pm 10\%$.

8.7 Расчет относительной погрешности определения площади выявляемого дефекта в режиме импедансного контроля

8.7.1 Рассчитать среднее арифметическое значение размеров искусственных дефектов по формуле (1).

8.7.2 Рассчитать относительную погрешность измерений размеров искусственных дефектов по формуле (11):

$$\delta_h = \frac{N_{\text{изм}} - N_{\text{действ}}}{N_{\text{действ}}} \cdot 100, \quad (11)$$

где $N_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение искусственных дефектов, измеренное стендом, мм.

$N_{\text{уст}}$ – действительные значения дефектов, взятые из свидетельства о поверке на меру, мм.

8.7.3 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.7 с положительным результатом, если импедансным методом выявляются искусственные дефекты с размерами 7×7 мм с глубиной залегания 1,5 мм и относительная погрешность измерений размеров искусственных дефектов не превышает $\pm 15\%$.

8.8 Расчет относительной погрешности установки частоты импульсов ГИВ ультразвукового канала

8.8.1 Выполнить пункт 8.3.1 – 8.3.2.

8.8.2 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.8 с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики

В режиме ультразвукового контроля:	
Номинальные значения амплитуды импульсов возбуждения на нагрузке 50 Ом, В, не менее	75; 150; 225
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты импульсов генератора импульсов возбуждения, %	± 20
Диапазон частот импульсов генератора импульсов возбуждения***, МГц	
- диапазон 1	от 0,2 до 10,0
- диапазон 2	от 0,2 до 20,0
*** Возможен один из диапазонов в зависимости от комплекта поставки.	

8.9 Расчет абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий при работе с прямым ПЭП

8.9.1 Рассчитать среднее арифметическое значение глубины залегания дефектов и/или толщины изделий по формуле (1).

8.9.2 Рассчитать абсолютную погрешность глубины залегания дефектов и/или толщины изделий по формуле (12):

$$\Delta Lu = Lu_{\text{изм}} - Lu_{\text{ном}}, \quad (12)$$

где $L_{ином}$ – действительные значения глубины залегания дефектов и/или толщины меры, взятые из свидетельства о поверке на меру, мм;

$L_{иизм}$ – средние арифметические значения глубины залегания дефектов и/или толщины изделия, измеренные на стенде, мм.

8.9.3 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.9 с положительным результатом, если диапазон измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий от 2 до 4600 мм, а абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефектов и/или толщины изделий не превышает $\pm(0,3 + 0,01 \cdot H_0)$, где H_0 – измеренное значение глубины залегания дефекта и/или толщины изделия, мм.

8.10 Расчет абсолютной погрешности измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования при работе с наклонным ПЭП

8.10.1 Рассчитать среднее арифметическое значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования при работе с наклонным ПЭП по формуле (1).

8.10.2 Рассчитать абсолютную погрешность расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования при работе с наклонным ПЭП по формуле (13):

$$\Delta L_0 = L_{0изм} - L_{0ном}, \quad (13)$$

где $L_{0ном}$ – действительные значения расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования, рассчитанные по формуле (13), мм;

$L_{0изм}$ – средние арифметические значения расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования, измеренные на стенде, мм.

8.10.3 Действительные значения расстояний от передней грани преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования рассчитываются по формуле (14):

$$L_{ном} = H \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha, \quad (14)$$

где H – значение глубины залегания дефекта, взятое из свидетельства о поверке на меру, мм;

D – значение диаметра дефекта, взятое из свидетельства о поверке на меру, мм;

α – значение угла ввода ПЭП, указанное в сертификате о калибровке ПЭП или полученное в пункте 7.4.10.9, °.

8.10.4 Стенд считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.10 с положительным результатом, если диапазон измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования от 2 до 165 мм, а абсолютная погрешность измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования при работе с наклонным ПЭП не превышает $\pm(0,3 + 0,01 \cdot L_0)$, где L_0 – измеренное значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм.

8.11 Стенд считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае стенд считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

(Измененная редакция, Изм.№1)

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом (Приложение А). Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

9.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

(Измененная редакция, Изм.№1)

Исполнители:

Начальник
отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Иванов

Инженер 2 категории отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.А. Смирнова

Приложение А
(Рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ №
Первичной/периодической поверки
от « ____ » _____

Средство измерений: _____

Год выпуска: _____

Серия и номер клейма предыдущей поверки: _____

Заводской номер: _____

Заводские номера ПЭП: _____

Принадлежащее: _____

Поверено в соответствии с _____

С применением эталонов: _____

Условия проведения поверки:

Температура окружающей среды _____ °С;

относительная влажность _____ %;

атмосферное давление _____ мм рт.ст.

Результаты поверки:

Внешний осмотр _____

Опробование _____

Определение основных метрологических параметров:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение	Заключение

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____
Подпись

/ _____ /
ФИО