



ВНИИНМ
РОСАТОМ

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.А. БОЧВАРА» (АО «ВНИИНМ»))**

Провайдер межлабораторных сличительных испытаний

УТВЕРЖДАЮ

**Директор научно-
исследовательского
метрологического отделения –
руководитель Провайдера МСИ**



_____**А.Ю. Стелюк**

_____**12** 2024 г.

**ОТЧЕТ № 533/1096-2024
О ПРОВЕДЕННЫХ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ
ИСПЫТАНИЯХ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ
УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ
(ультразвуковая толщинометрия, ультразвуковая дефектоскопия)
по Программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022»**

Москва
2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

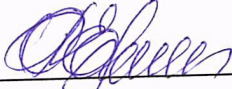
Начальник лаборатории



подпись, дата
17.12.2024

В.В. Лесин
(все разделы)

Главный специалист



подпись, дата
17.12.2024

О.Б. Ермолова
(все разделы)

СОДЕРЖАНИЕ

	ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	4
	ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	5
	ВВЕДЕНИЕ	6
1	Цели и задачи МСИ	7
2	Организация проведения МСИ.....	8
2.1	Сроки и график проведения МСИ.....	8
2.2	Информирование ИЛ о проведении МСИ. Участники МСИ.....	8
2.3	Сбор информации и выбор методик (методов) измерений.....	11
2.4	Выбор образцов для контроля и определяемых (контролируемых) показателей.....	12
2.5	Разработка технических требований к образцам для контроля. Изготовление образцов для контроля.....	13
2.6	Проверка однородности и стабильности ОК.....	17
2.7	Установление опорных значений ОК (аттестованных характеристик ОК).....	17
2.8	Шифрование, упаковка и рассылка ОК.....	17
3	Проведение контрольных измерений. Оценка результатов МСИ по контролю качества измерений при ультразвуковом контроле...	19
3.1	Схема и порядок проведения МСИ.....	19
3.2	Проведение контрольных измерений (испытаний) ОК.....	19
3.3	Критерии оценки характеристик функционирования ИЛ. Методы статистического анализа результатов МСИ.....	20
3.4	Результаты МСИ и их анализ.....	22
4	Оценка контроля качества измерений и функционирования ИЛ. Выработка рекомендаций по устранению выявленных отклонений.....	63
5	Меры по предотвращению сговора участников МСИ и фальсификации результатов МСИ.....	70
6	Подготовка свидетельств и заключений об участии в МСИ.....	71
7	Отчетность по результатам МСИ.....	71
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете применены следующие термины с соответствующими определениями:

Межлабораторные сличительные испытания (МСИ): Организация, проведение и оценка испытаний одних и тех же или таких же объектов двумя или большим числом лабораторий в соответствии с заранее установленными условиями.

Провайдер МСИ: Предприятие (организация), осуществляющее деятельность по проведению МСИ с целью проверки квалификации ИЛ и прошедшее в установленном порядке проверку компетентности в этом виде деятельности.

Испытательная лаборатория (ИЛ): Лаборатория, которая проводит испытания.

Образец для контроля (ОК): вещество (материал) с установленными значениями одной или нескольких величин, характеризующих состав или свойства этого вещества (материала), предназначенное для контроля точности результатов измерений (испытаний) близких по составу или свойствам веществ (материалов).

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие обозначения и сокращения:

АЭС – атомная электростанция;

АЭУ – атомная энергетическая установка;

ФГИС ФСА – федеральная государственная информационная система Федеральной службы по аккредитации;

ИЛ – испытательная лаборатория;

МВИ – методика измерений;

МСИ – межлабораторные сличительные испытания;

ОК – образец для контроля;

РД – руководящий документ;

ТУ – технические условия

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем отчете представлены результаты работ, выполненных в рамках проверки квалификации испытательных лабораторий (центров) посредством межлабораторных сличительных испытаний по контролю качества измерений при ультразвуковом контроле (ультразвуковая толщинометрия, ультразвуковая дефектоскопия) специально разработанных и изготовленных шифрованных образцов в соответствии с предварительно заданными условиями по Программе межлабораторных сличительных испытаний «П.МСИ.УЗК-533/036-2022».

Заказчик раунда настоящих МСИ – Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом».

Провайдер проверки квалификации – АО «ВНИИИМ», аккредитованный в национальной системе аккредитации (Аттестат аккредитации RA.RU.430166 от 24.10.2016), 123060, Москва, а/я 369, АО «ВНИИИМ», тел./факс: 8 (499) 190-23-25. Руководитель Провайдера МСИ – директор научно-исследовательского метрологического отделения АО «ВНИИИМ» Стелюк А.Ю.

Раунд МСИ по Программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» проведён вне области аккредитации Провайдера.

Программа «П.МСИ.УЗК-533/036-2022», утвержденная руководителем Провайдера МСИ и согласованная Главным метрологом Госкорпорации «Росатом», устанавливала способы внешнего контроля качества (точности) измерений, в том числе при испытаниях и контроле, выполняемых в лабораторных условиях, основанные на межлабораторных сличительных экспериментах с целью оценки характеристик функционирования лабораторий, выявления существующих проблем, сравнения различных методов измерений и выявления из них наиболее эффективных. Это позволило как оценить достоверность результатов, полученных в каждой отдельной лаборатории, так и дало наглядное представление о реальной точности измерений (испытаний) в целом.

1 Цели и задачи МСИ

Целями настоящих МСИ являлись контроль и анализ качества измерений, выполняемых при ультразвуковом контроле характеристик искусственных дефектов (отражателей), заложенных в сечениях контрольных образцов (ОК), в режиме «слепых» испытаний и оценка характеристики функционирования ИЛ в целом.

Достижение этих целей позволяет обеспечить дополнительное доверие заказчиков к качеству результатов измерений и возможность признания компетентности ИЛ на всех уровнях.

Основными задачами проводимых МСИ являлись:

- оценка качества проводимых в лабораториях измерений, проводимых при ультразвуковом контроле, и оценка достоверности представляемых результатов в каждой конкретной ИЛ;
- подтверждение заявленных характеристик погрешностей методик испытаний, используемых в каждой конкретной ИЛ;
- выявление различия между результатами, полученных разными ИЛ;
- оценка компетентности персонала, выявление проблем в каждой ИЛ и выработка рекомендаций по проведению корректирующих действий для обеспечения единства измерений в организациях атомной отрасли.

В качестве ОК были изготовлены и охарактеризованы специальные образцы для контроля (ОК) с размещенным внутри них дефектами различных размеров и ориентации, которые моделируют возможные вариации дефектов в реальных изделиях и трубопроводах атомных энергетических установок.

2 Организация проведения МСИ

2.1 Сроки и график проведения МСИ

Программа МСИ «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» была рассчитана на период с 2022 по 2024 года и была проведена в 2 этапа. Описание работ по каждому этапу и сроки проведения указаны в таблице 1.

Таблица 1 – График проведения МСИ

Этап	Содержание работ	Сроки
1	2	3
I	Информирование ИЛ о проведении МСИ Сбор информации и анализ имеющихся в ИЛ методик (методов) измерений, определение контролируемых характеристик (параметров) Рассылка на предприятия опросных листов Разработка Программы МСИ – П.МСИ.УЗК-533/036-2022 Формирование перечня ИЛ Разработка технических требований к ОК Разработка Задания на измерения Разработка и изготовление ОК Шифрование ОК	10.08.2022- 15.12.2022
II	Рассылка ОК в организации ИЛ-участников Проведение испытаний Сбор результатов измерений Обработка полученных результатов Проведение анализа результатов МСИ Выработка рекомендаций для ИЛ-участников Подготовка аналитического отчета, свидетельств и заключений ИЛ-участникам	16.12.2022- 13.12.2024

2.2 Информирование ИЛ о проведении МСИ. Участники МСИ

Выбор участников МСИ производился на основании результатов опроса, проведенного Госкорпорацией «Росатом» в 2022 году среди организаций Госкорпорации «Росатом» – исх. № 1-8.16/46138 от 11.08.2022, и анализа поступивших в адрес Провайдера заявок на участие заинтересованных ИЛ в МСИ по контролю качества измерений при ультразвуковом контроле.

Принимать участие в МСИ могли любые испытательные (измерительные) лаборатории (отделы, участки) организаций, как входящие в контур Госкорпорации «Росатом», так и вне его – ИЛ организаций, аккредитованных

в области использования атомной энергии, компетентные в проведении измерений при ультразвуковом контроле. Наличие (отсутствие) аттестата аккредитации у ИЛ-участника не накладывало ограничений на участие в МСИ. Участие в МСИ являлось добровольным.

Если организация-участник представила несколько независимых результатов испытаний, полученных в разных ИЛ или на разных участках в одной ИЛ, или разными операторами и на разном оборудовании, но в одной ИЛ, то каждый результат считался независимым и ему присваивался свой идентификационный код.

В соответствии с требованиями критериев аккредитации Провайдеров МСИ все участники МСИ были предупреждены о том, что информация о ИЛ-участниках настоящих МСИ, аккредитованных в национальной системе аккредитации, будет размещена в ФГИС ФСА.

В соответствии с требованиями критериев аккредитации Провайдеров МСИ все организации-участники МСИ были проинформированы Провайдером о сроках проведения испытаний, сроках и формах представления результатов измерений (испытаний), способе транспортировки образцов.

После обработки полученных опросных листов-заявок на участие в настоящем раунде МСМ, поступивших от организаций, был сформирован финальный список ИЛ-участников (отделов, групп, участков) МСИ по контролю качества измерений, выполняемых при ультразвуковом контроле, представленный в таблице 2.

Таблица 2 – Список ИЛ-участников МСИ

№ п.п	Название организации, лаборатории-участника	Номер письма-заявки организации
1	2	3
1	Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция» (Балаковская АЭС), ОДМиТК	Исх. № 9/Ф010103/160133-ИВК от 07.10.2022
2	ФГУП РФЯЦ – ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина, испытательная лаборатория № 157	Исх. № 194-1-00-14/30220 от 27.10.2022
3	Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ленинградская атомная станция» (Ленинградская АЭС), ОДМиТК, группа металлов	Исх. № 9/Ф0905/146560 от 15.09.2022
4	Общество с ограниченной ответственностью «Ижорская научно-техническая компания», ЛНК	Исх. № 600-4.04/1121 от 16.09.2022
5	Филиал АО «АЭМ-технологии» «Петрозаводскмаш» в г. Петрозаводск, отдел неразрушающих методов контроля	Исх. № 12.06/6476 от 14.10.2022
6	ГНЦ РФ АО «НПО «ЦНИИТМАШ», испытательная лаборатория неразрушающего контроля, оператор 1	Исх. № 234-08/7589 от 30.08.2022
7	ГНЦ РФ АО «НПО «ЦНИИТМАШ», испытательный центр конструкционных материалов	
8	ГНЦ РФ АО «НПО «ЦНИИТМАШ», испытательная лаборатория неразрушающего контроля, оператор 2	
9	Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск, ОНМК	Исх. № ВФ/020000/6245 от 22.07.2023
10	АО «НИКИМТ-Атомстрой», научно-исследовательская лаборатория акустических методов неразрушающего контроля	Исх. 39-140/45000 от 15.08.2022
11	АО «Атомтрубопроводмонтаж», ЛНК	Исх. № АТМ-ИСХ-3152 от 08.11.2022
12	ООО «РЕСУРС», испытательная лаборатория	Исх. № 2897-ИЛ от 07.12.2022
13	Филиал АО «АЭМ-технологии» «Ижора», ЦЗЛ	Исх. № ИФ-09/905 от 14.02.2023
14	АО «СвердНИИхиммаш», физико-техническая лаборатория	Исх. № 235-20-50/3950 от 13.09.2022
15	НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, НИЛ НК	Исх. № 222-41-13/342 от 18.08.2023
16	АО «ЗЭО ЭНЕРГОПОТОК», ЦЗЛ	Исх. №22 от 30.06.2023
17	ООО «МА-Инжиниринг», испытательная лаборатория	Исх. № 43-2023/1 от 23.11.23

2.3 Сбор информации и выбор методик (методов) измерений

В результате анализа опросных листов и заявок на участие от лабораторий (отделов, участков, групп) организаций-участников МСИ установлен перечень методик измерений (испытаний), которые, согласно Заданию на измерения, использовали участники МСИ для оценки соответствующего контролируемого показателя каждого вида ОК соответственно:

- ГОСТ Р 50.05.02 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Ультразвуковой контроль сварных соединений и наплавленных покрытий;

- ГОСТ Р 50.05.03 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Ультразвуковой контроль и измерение толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий;

- ГОСТ Р 50.05.15 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Неразрушающий контроль. Термины и определения;

- ГОСТ Р 50.05.16 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Неразрушающий контроль. Метрологическое обеспечение.

Выбор вышеуказанных методик основывался на действующей нормативной и методической документацией в области использования атомной энергии (ГОСТы и ОСТы, ТУ на продукцию и другие РД, разработанные для АЭС и применяемые во всех испытательных лабораториях контура организаций Госкорпорации «Росатом»).

Уточняющая и поясняющая информация по проведению измерений по указанным выше методикам, а также дополнительные процедуры по транспортировке и хранению ОК, требования по предоставлению результатов измерений (формы Протоколов испытаний) были установлены в Задании на проведение измерений соответствующих ОК, утвержденных руководителем

Провайдера МСИ и представленных в приложении к Программе МСИ «П.МСИ.УЗК-533/036-2022».

2.4 Выбор образцов для контроля и определяемых (контролируемых) показателей

В соответствии с Программой «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» Провайдером были установлены виды объектов контроля, перечень контролируемых характеристик (показателей) и диапазоны их измерений, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Образцы для контроля и контролируемые показатели

Объект измерения	Контролируемая характеристика ¹⁾	Метод измерений (испытаний)	Диапазон измерений
Углеродистая сталь, образец ОК-2	Остаточная толщина (глубина залегания дефекта)	Ультразвуковая толщинометрия в соответствии с ГОСТ Р 50.05.03	от 1,0 до 60,0 мм включ.
Углеродистая сталь, образец ОК-4	Глубина залегания дефекта	Ультразвуковой контроль в соответствии с ГОСТ Р 50.05.02	от 5,0 до 40,0 мм включ.
	Эквивалентная площадь дефекта		от 2,0 до 50,0 мм ² включ.
	Условная протяженность дефекта		от 5,0 до 40,0 мм включ.
	Условная высота дефекта		от 5,0 до 40,0 мм включ.
Примечание: 1) МСИ по контролируемым показателям проведены вне области аккредитации Провайдера			

В соответствии с Программой «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» Провайдером были установлены следующие наиболее вероятные (потенциальные) основные источники ошибок, которые могли возникать при проведении измерений в рамках настоящих МСИ:

- нарушения требований по настройке оборудования;
- недостаточная компетентность персонала;
- неверно проведенный процесс поверки СИ;
- не проведение оперативного и периодического контролей качества измерений.

2.5 Разработка технических требований к образцам для контроля.

Изготовление образцов для контроля

Основными требованиями к образцам для контроля (ОК), используемых для проведения МСИ, являлись:

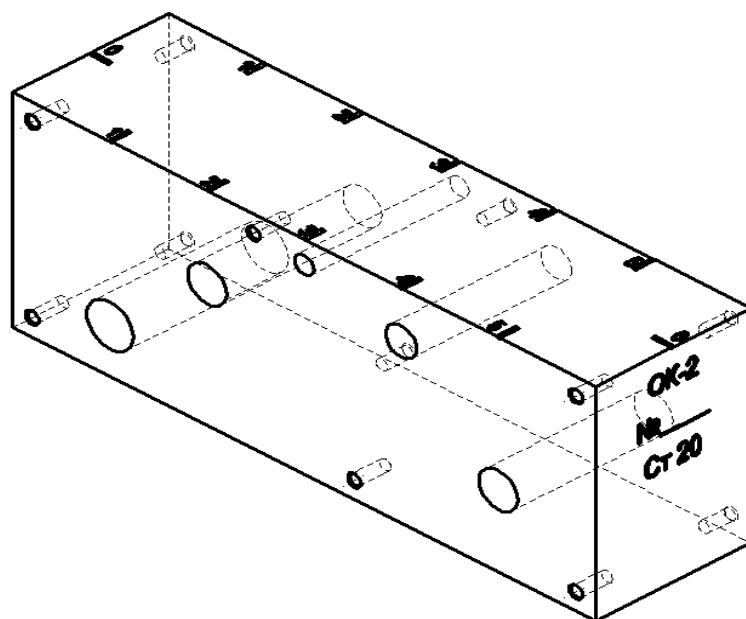
- их максимальная приближенность по составу и свойствам к реальным объектам контроля, измерения которых проводятся в ИЛ организаций-участников МСИ;
- однородность этих образцов по контролируемым в них показателям;
- поверхности (плоскости) ОК должны обеспечить возможность проведения измерений (должны быть очищены от пыли, грязи, должны отсутствовать трещины, забоины и неровности), шероховатость поверхностей должна быть не хуже $Ra=6,3$.

Поэтому в соответствии с требованиями технического задания и в целях реализации МСИ по Программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» по контролю качества измерений, выполняемых при ультразвуковом контроле, Провайдером МСИ был использован комплект специально разработанных и изготовленных испытательных «слепых» образцов для контроля (ОК-2 и ОК-4) из конструкционной углеродистой стали 20 ГОСТ 1050, используемой при изготовлении и ремонте оборудования и трубопроводов АЭУ.

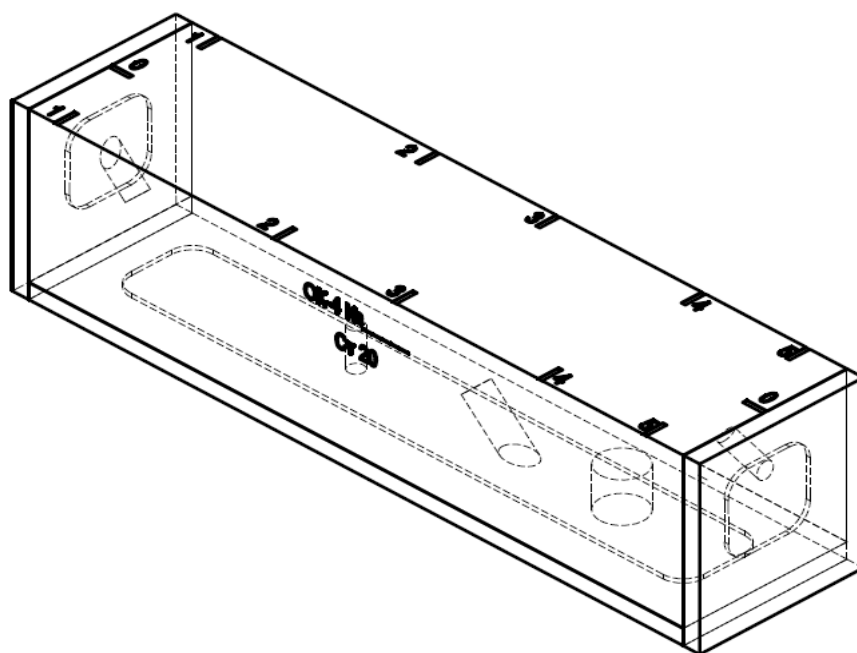
«Слепые» испытательные образцы для контроля ОК-2 и ОК-4 для проведения МСИ представляют собой металлические параллелепипеды, в которых были искусственно созданы по 5 шт. дефектов различных размеров и ориентаций, моделирующие возможные вариации дефектов, присутствующие в реальных изделиях, оборудовании и трубопроводах атомных энергетических установок. Для обеспечения проведения «слепых» испытаний нижняя и торцевая грани закрыты пластиной.

На рабочей поверхности каждого ОК в виде пронумерованных рисок нанесены оси, в пересечении которых находятся зоны измерений (контроля).

Общие виды, эскизы и фото разработанных ОК представлены на рисунках 1-3.

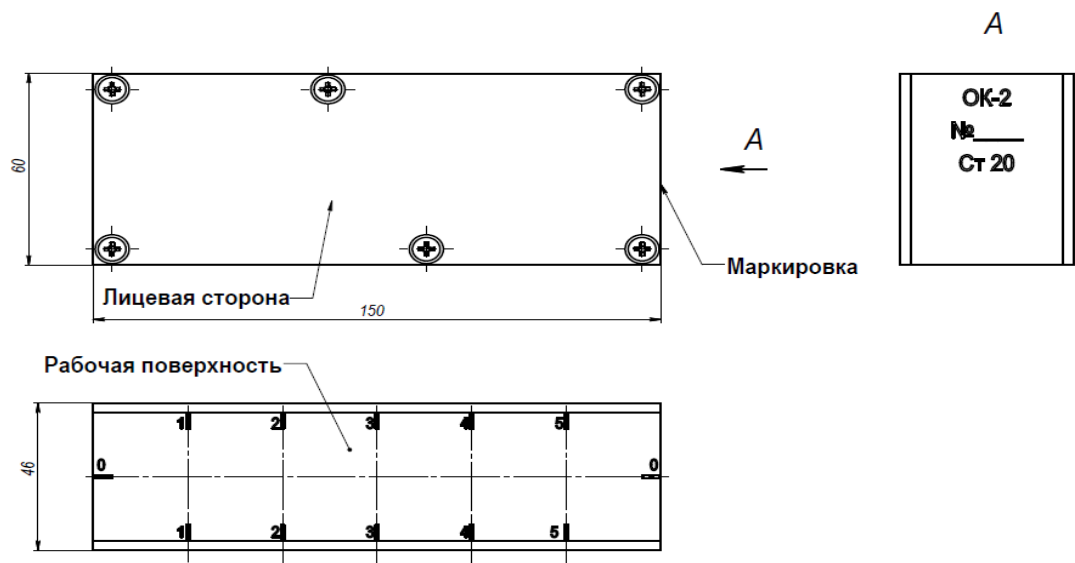


а)

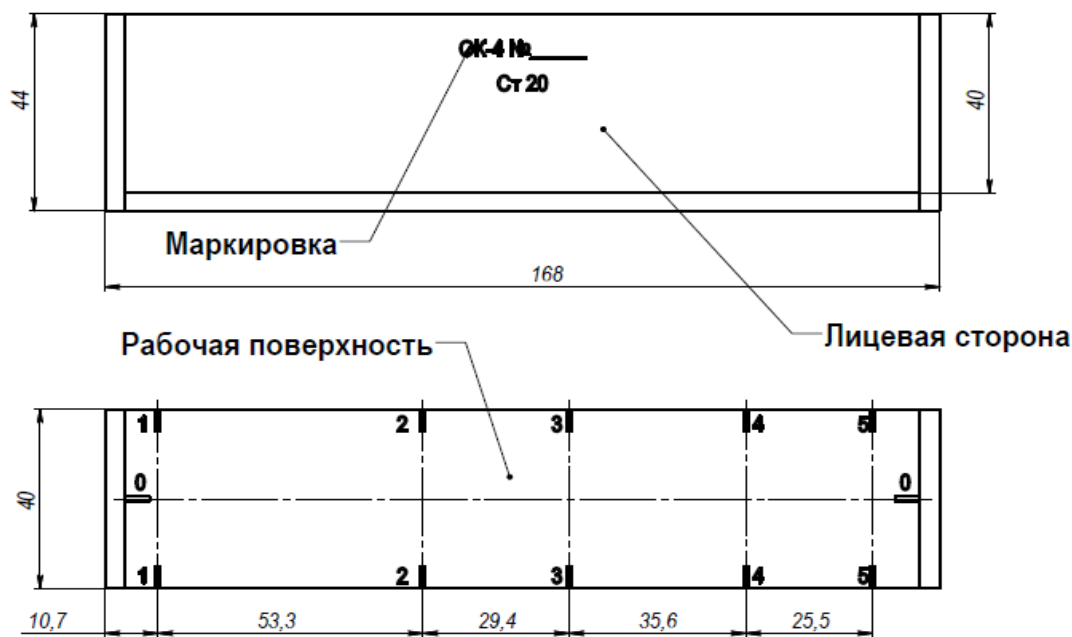


б)

Рисунок 1 – Общие виды образцов для контроля ОК-2 (а) и ОК-4 (б)



а)



б)

Рисунок 2 – Эскиз образцов для контроля ОК-2 (а), эскиз ОК-4 (б)



а)



б)

Рисунок 3 – Фото «слепых» образцов для контроля ОК-2 (а) и ОК-4 (б)

Каждому образцу для контроля оформлен паспорт, содержащий основные технические данные, габаритные размеры и размеры дефектов, а также другие сведения о каждом ОК.

2.6 Проверка однородности и стабильности ОК

Проверка квалификации ИЛ-участников МСИ по Программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» осуществлена по последовательной схеме рассылки одних и тех же ОК. Поэтому для данной схемы реализации МСИ проверка образцов ОК-2 и ОК-4 на однородность не требовалась.

Время проведения МСИ не влияло на стабильность ОК. Поэтому оценка стабильности характеристик ОК (неизменность приписных значений каждого ОК в течение времени проведения МСИ) не проводилась.

2.7 Установление опорных значений ОК (аттестованных характеристик ОК)

Раунд МСИ по программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» предполагал оценку качества измерений и, соответственно, проверку квалификации ИЛ по параметру межлабораторной совместимости.

На основании анализа результатов измерений, полученных от ИЛ-участников МСИ, Провайдером предполагается дальнейшая аттестация ОК-2 и ОК-4 в качестве аттестованных объектов, зарегистрированных в отраслевом реестре аттестованных объектов ГНМЦ Госкорпорации «Росатом». Поэтому аттестация контролируемых показателей исследуемых ОК с целью установления опорных значений до проведения МСИ не проводилась.

2.8 Шифрование, упаковка и рассылка ОК

В зависимости от методики измерения (контроля) ОК были присвоены соответствующие зашифрованные обозначения:

- ОК-2 – образец для контроля остаточной толщины (глубины залегания дефекта) методом ультразвуковой толщинометрии по ГОСТ Р 50.05.03;
- ОК-4 – образец для определения координат, эквивалентной площади и условных размеров дефектов сварного шва методом ультразвукового контроля по ГОСТ Р 50.05.02.

Каждый экземпляр ОК, направляемый участникам МСИ, имел соответствующую маркировку, выгравированную на одной из поверхностей образца.

Для сохранения внешнего вида, исключения механических повреждений и загрязнений, а главное, для исключения какой-либо возможности изменения контролируемых параметров ОК для ультразвукового контроля образцы были помещены в герметичный чемодан, гарантированно защищающий каждый ОК от любого рода повреждений, коррозии и от воздействия атмосферных явлений (рисунок 4).

Упакованные и зашифрованные ОК вместе с сопроводительной документацией (сопроводительные письма, Задание на проведение измерений, транспортные накладные) направлялись в адреса ИЛ-участников МСИ.

Организацию рассылки по договору с Провайдером МСИ осуществляли транспортно-логистическая компании: «Новый партнер», «СДЭК», «Деловые линии», «Почта России».



Рисунок 4 – Фото упакованных образцов для контроля ОК-2 и ОК-4

3 Проведение контрольных измерений. Оценка результатов МСИ по контролю качества измерений при ультразвуковом контроле

3.1 Схема и порядок проведения МСИ

Для реализации настоящих МСИ выбрана последовательная схема проведения испытаний, т.е. изготовленные, зашифрованные и упакованные ОК вместе с сопроводительной документацией были поочередно направлены в адреса ИЛ-участников МСИ для поочередного измерения контролируемых показателей одних и тех же ОК.

Срок проведения измерений ОК был ограничен 10 (десятью) рабочими днями со дня получения комплекта ОК каждой лабораторией.

По окончании испытаний результаты измерений, оформленные в виде протоколов испытаний, были направлены строго в адрес руководителя Провайдера МСИ – директору научно-исследовательского метрологического отделения АО «ВНИИНМ» Стелюку А.Ю.

3.2 Проведение контрольных измерений (испытаний) ОК

В соответствии с Программой «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» измерения контролируемых показателей проводились по специально разработанному Заданию на измерения, которые получили все ИЛ вместе с комплектом ОК.

Каждая из ИЛ-участников МСИ согласно Заданию на соответствующее измерение:

- 1) провела серию измерений контролируемых показателей;
- 2) выполнила расчеты доверительного интервала суммарной погрешности ($\pm\Delta$) измерений каждого контролируемого параметра каждого вида ОК при доверительной вероятности не менее 0,95 или расширенной неопределенности с коэффициентом охвата $k=2$;
- 3) оформила протоколы результатов испытаний по установленному Заданием на измерения формам.

Для ИЛ-участников, представивших несколько независимых результатов испытаний, которые были получены на разных участках в одной ИЛ или

на разном оборудовании разными операторами (например, ГНЦ РФ АО «НПО «ЦНИИТМАШ»), каждый результат считался независимым и ему присваивался свой идентификационный номер.

3.3 Критерии оценки характеристик функционирования ИЛ. Методы статистического анализа результатов МСИ

Обработка полученных результатов измерений при ультразвуковом контроле проведена в соответствии с требованиями и с использованием алгоритмов, описанных в «Положение об организации и проведении межлабораторных сличительных испытаний в организациях Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и утвержденных приказом Госкорпорации «Росатом» от 01.11.2017 № 1/1074-П, а также в соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17043-2013, ГОСТ Р 50779.60-2017 (ИСО 13528:2015).

Представленные ИЛ-участниками МСИ в протоколах испытаний результаты измерений на первом этапе были подвергнуты визуальному анализу. Этот анализ проведен для подтверждения ожидаемого распределения результатов, а также для выявления аномалий. Результаты визуального анализа представлены в виде графиков.

При наличии подозрений в том, что результат является «грубым промахом», этот результат в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-2 был исследован с помощью критерия Граббса при уровне доверия 95 %:

$$G_I = |X_{max} - X_{cp}| / S < G_t \quad \text{или} \quad G_I = |X_{cp} - X_{min}| / S < G_t \quad (1)$$

где G_t – табличное значение критического значения критерия Граббса при заданной вероятности (или уровне значимости q , %), и количестве измерений n (таблица 5 ГОСТ Р ИСО 5725-2).

G_I – рассчитанное значение;

S – среднее квадратическое отклонение исследуемой выборки.

Оценка по этой процедуре проводилась с использованием стандартного отклонения всех участников, включая возможные выбросы.

Очевидные «грубые промахи» (статистические выбросы) были удалены из итоговых статистик и последующих статистических расчетов.

После исключения «грубых промахов» из общей статистики Провайдером проведены вычисления значений параметра межлабораторной совместимости результатов h -статистики Менделя для каждого полученного от ИЛ-участника результата измерений по формуле:

$$h_i = \frac{\bar{X}_i - \bar{\bar{X}}_{ij}}{\sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}}_{ij})^2}}, \quad (2)$$

где \bar{X}_i - результат измерений каждой ИЛ,

$\bar{\bar{X}}_{ij}$ - среднее значение результатов измерений по всем лабораториям- участникам МСИ.

Значения рассчитанных h -статистик Менделя сравнивались с табулированными критическими значениями для вероятностей 95 % и 99 % или уровней значимости 5 % и 1 %, соответственно (таблицы 6 и 7 ГОСТ Р ИСО 5725-2).

Если результат i -лаборатории $h_i \leq h(0,05)$, результат признавался удовлетворительным.

Если результат i -лаборатории $h(0,05) < h_i \leq h(0,01)$, результат признавался сомнительным.

Если результат i -лаборатории $h_i > h(0,01)$, результат признавался неудовлетворительным, выполненным с грубым нарушением.

3.4 Результаты МСИ и их анализ

3.4.1 Измерения остаточной толщины (глубины залегания дефекта) методом ультразвуковой толщинометрии в соответствии с ГОСТ Р 50.05.03

В соответствии с Заданием на измерения в заданных сечениях (5 сечений) «слепого» образца для контроля ОК-2 лабораториям были выявлены искусственные дефекты (отражатели) и измерена их глубина залегания (остаточная толщина). Контроль и измерения проведены контактным методом ультразвукового контроля, основанного на анализе эхо-сигналов, отраженных от дефектов (отражателей), в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50.05.03.

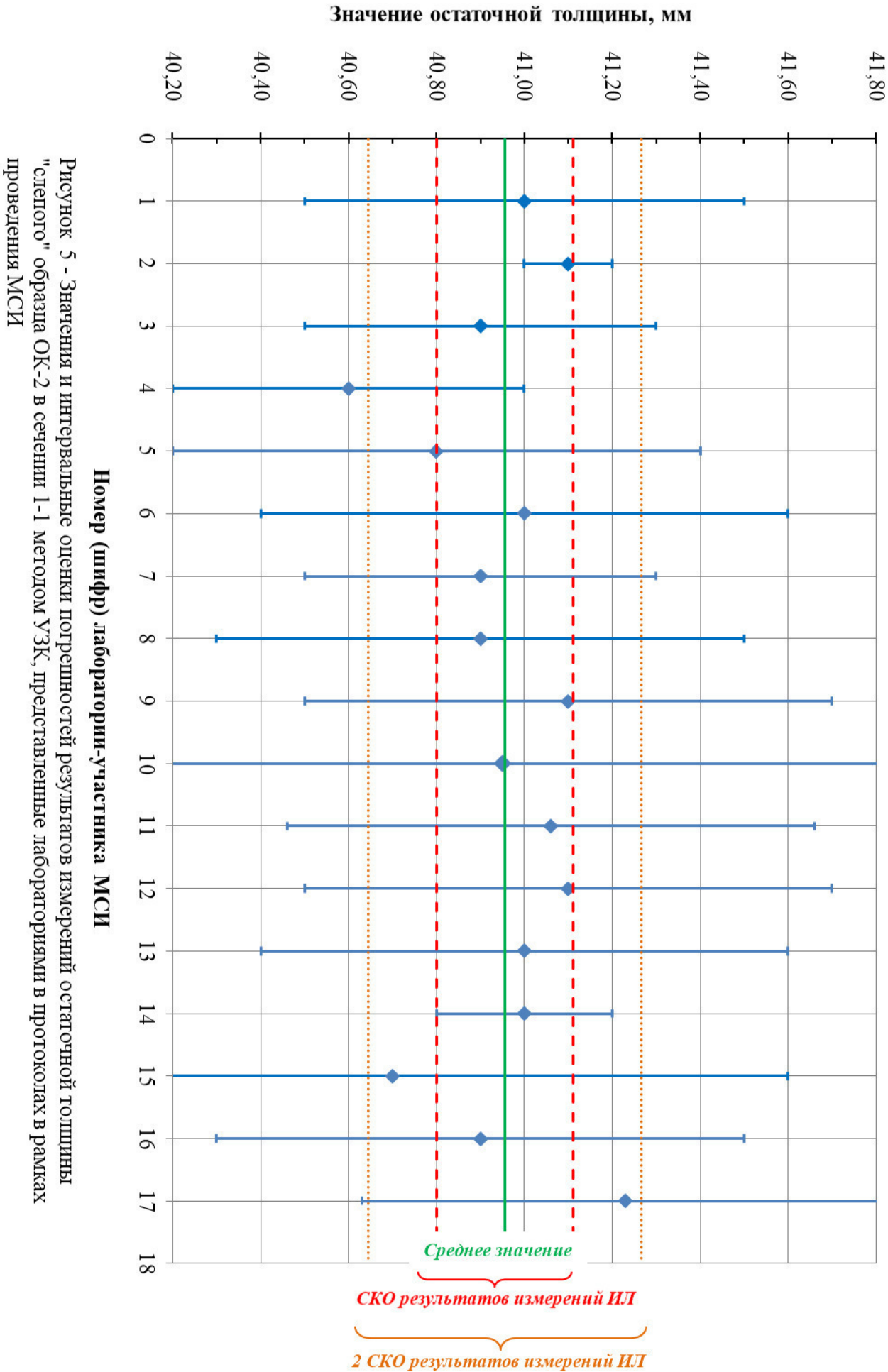
Данная методика не аттестована, т.е. приписанные характеристики погрешности измерений по методике отсутствуют. Погрешности проведенных измерений определялись лабораториями самостоятельно в соответствии с методикой, изложенной в приложении А ГОСТ Р 50.05.03.

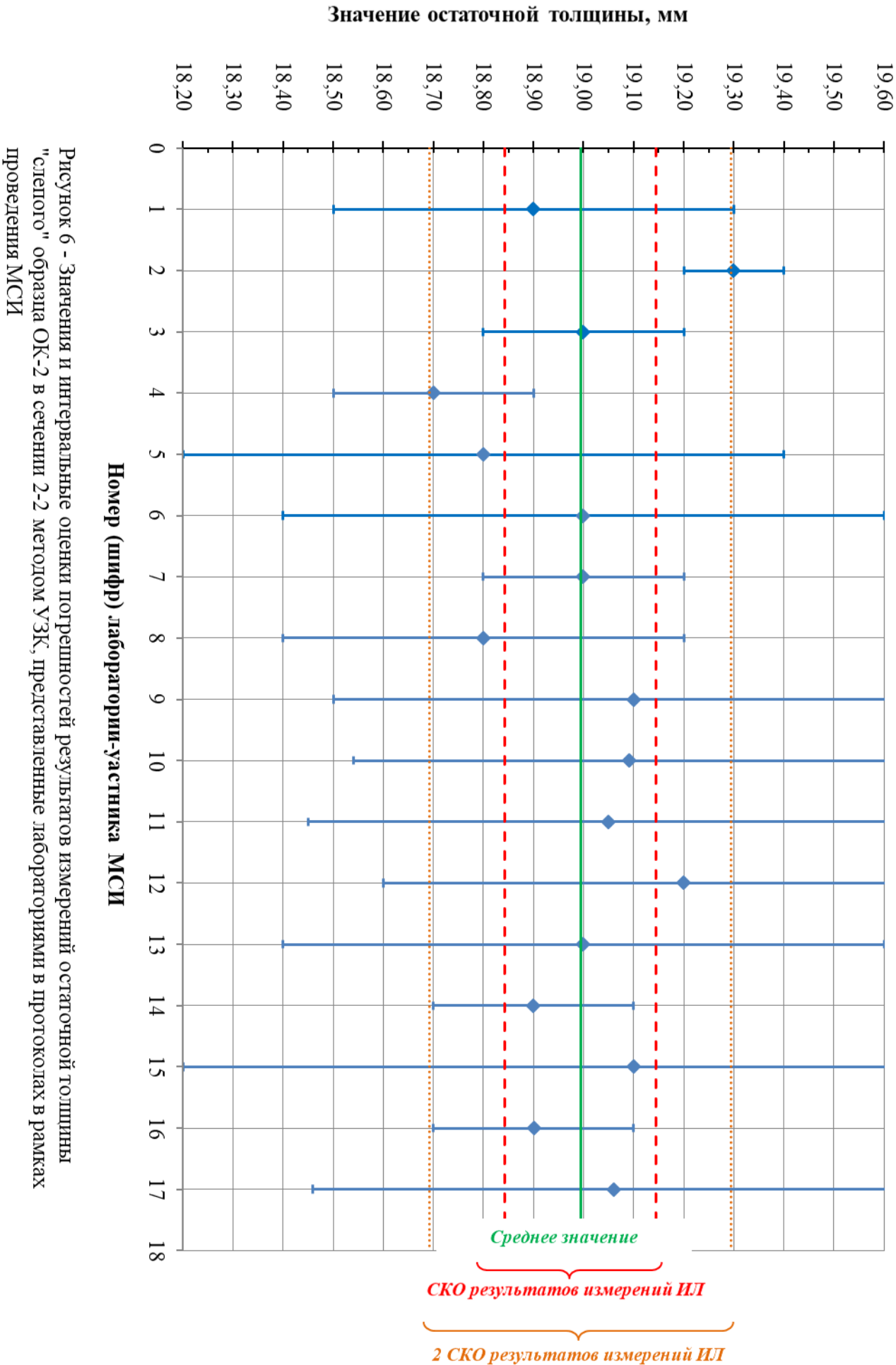
Результаты визуального анализа представлены на рисунках 5-9.

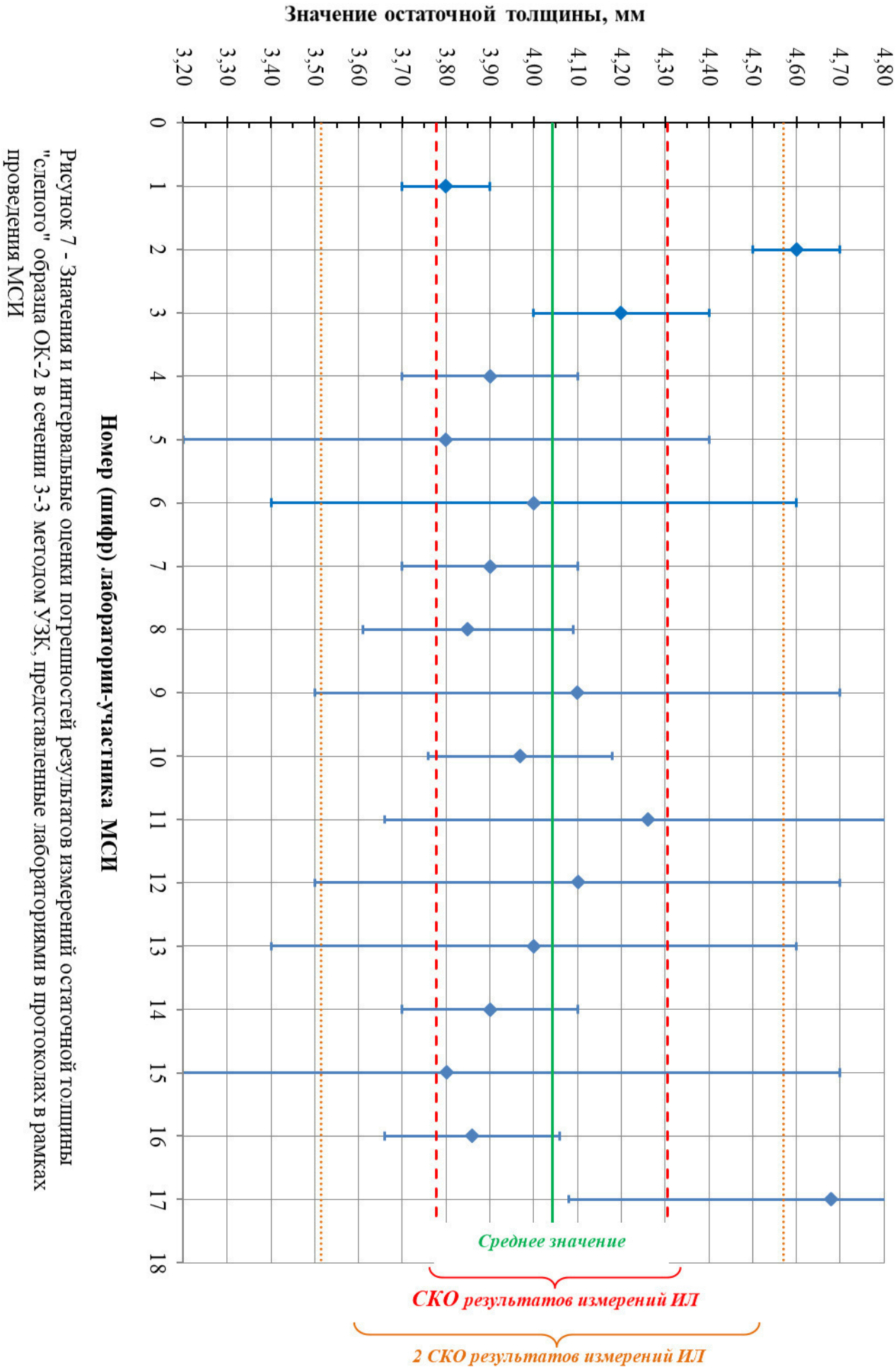
Для результатов измерений остаточной толщины (глубины залегания искусственных дефектов) проведенным поиском «грубых промахов» (статистических выбросов) по критерию Граббса (1) установлено, что для этого контролируемого показателя образца ОК-2 при доверительной вероятности 95% и количестве измерений $n=17$ «грубыми промахами» стал результат измерений лаборатории № 15 в сечении «5-5».

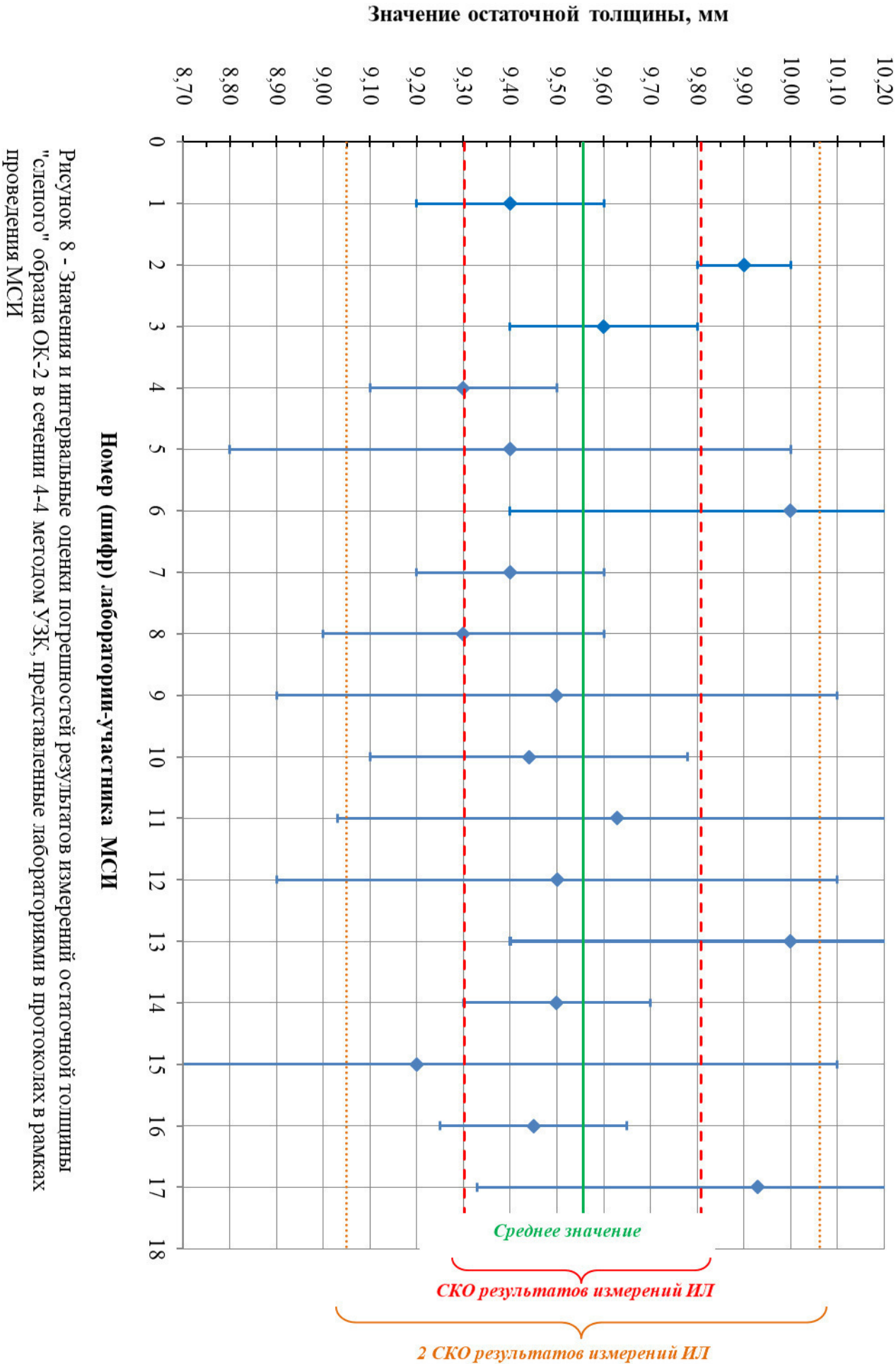
Для 16-и ИЛ-участников МСИ (после исключения результата ИЛ №15, признанного «грубым промахом») табулированные значения для 99 % и 95% уровней доверия составили $h(0,01)=2,33$ и $h(0,05)=1,86$ соответственно, для 17-ти ИЛ-участников МСИ – $h(0,01)=2,35$ и $h(0,05)=1,87$ соответственно.

Результаты оценки характеристик функционирования ИЛ (квалификации лаборатории) с использованием расчетов h - индекса представлены в таблицах 4-8.









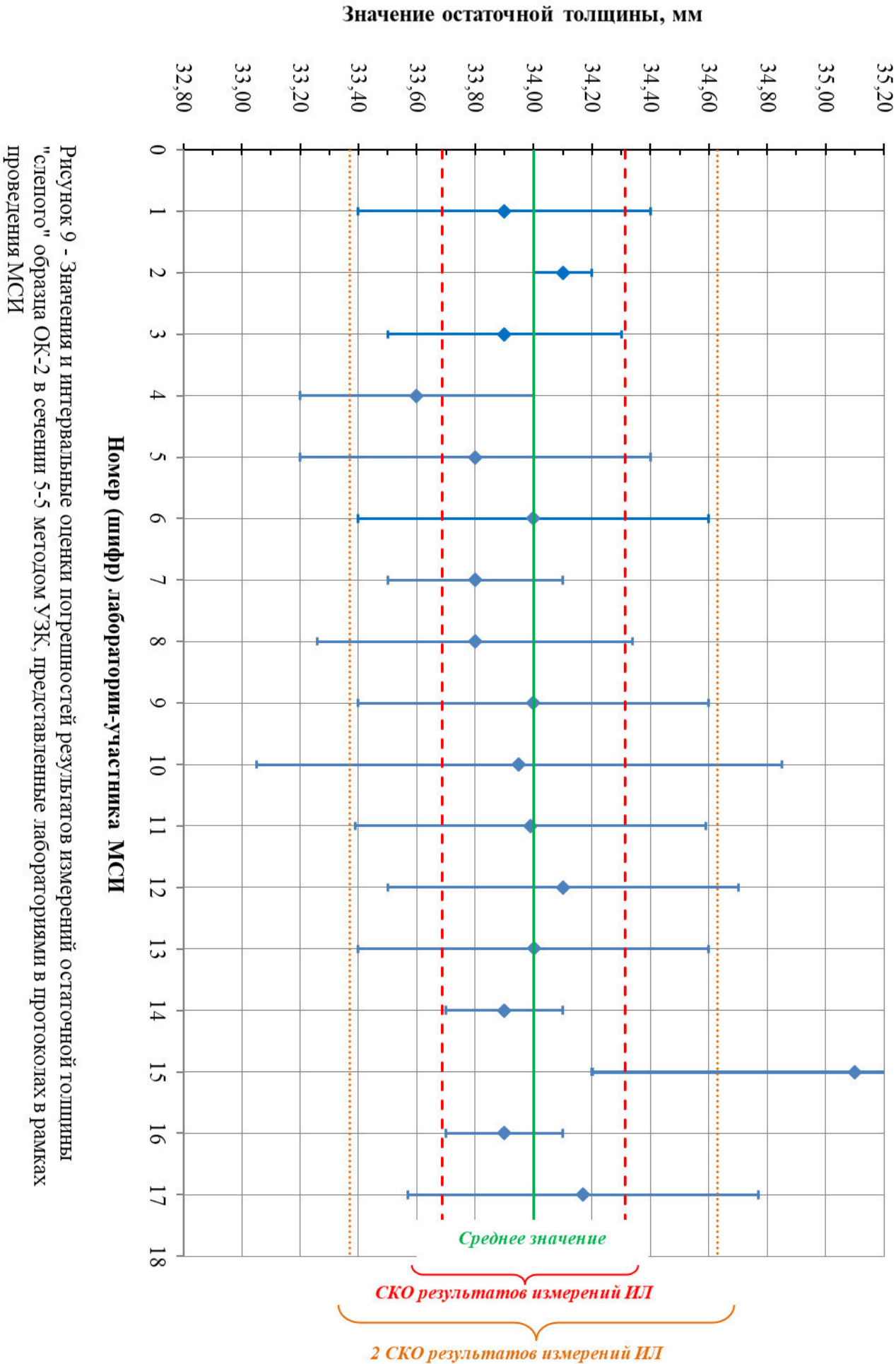


Таблица 4 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений остаточной толщины (глубины залегания искусственных дефектов) в сечении «1-1» образца для контроля ОК-2

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	41,0	0,5	40,96	0,1551	0,29
2	41,1	0,1			0,93
3	40,9	0,4			0,36
4	40,6	0,4			2,29 – сомнительный результат
5	40,8	0,6			1,00
6	41,0	0,6			0,29
7	40,9	0,4			0,36
8	40,9	0,6			0,36
9	41,1	0,6			0,93
10	40,95	1,06			0,03
11	41,06	0,60			0,67
12	41,1	0,6			0,93
13	41,0	0,6			0,29
14	41,0	0,2			0,29
15	40,7	0,9			1,65
16	40,9	0,5			0,36
17	41,23	0,60			1,77

Таблица 5 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений остаточной толщины (глубины залегания искусственных дефектов) в сечении «2-2» образца для контроля ОК-2

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	18,9	0,4	18,99	0,1508	0,62
2	19,3	0,1			2,03 – сомнительный результат
3	19,0	0,2			0,04
4	18,7	0,2			1,95 – сомнительный результат
5	18,8	0,6			1,29
6	19,0	0,6			0,04
7	19,0	0,2			0,04
8	18,8	0,4			1,29
9	19,1	0,6			0,70
10	19,09	0,55			0,64
11	19,05	0,60			0,37
12	19,2	0,6			1,37
13	19,0	0,6			0,04
14	18,9	0,2			0,62
15	19,1	0,9			0,70
16	18,9	0,2			0,62
17	19,06	0,60			0,44

Таблица 6 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений остаточной толщины (глубины залегания искусственных дефектов) в сечении «3-3» образца для контроля ОК-2

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	3,8	0,1	4,04	0,2637	0,92
2	4,6	0,1			2,11 – сомнительный результат
3	4,2	0,2			0,60
4	3,9	0,2			0,54
5	3,8	0,6			0,92
6	4,0	0,6			0,16
7	3,9	0,2			0,54
8	3,85	0,24			0,73
9	4,1	0,6			0,22
10	3,97	0,21			0,27
11	4,26	0,60			0,83
12	4,1	0,6			0,22
13	4,0	0,6			0,16
14	3,9	0,2			0,54
15	3,8	0,9			0,92
16	3,86	0,2			0,69
17	4,68	0,60			2,42 – неприемлемый результат

Таблица 7 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений остаточной толщины (глубины залегания искусственных дефектов) в сечении «4-4» образца для контроля ОК-2

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	9,4	0,2	9,56	0,2531	0,62
2	9,9	0,1			1,36
3	9,6	0,2			0,17
4	9,3	0,2			1,01
5	9,4	0,6			0,62
6	10,0	0,6			1,75
7	9,4	0,2			0,62
8	9,3	0,3			1,01
9	9,5	0,6			0,22
10	9,44	0,34			0,46
11	9,63	0,60			0,29
12	9,5	0,6			0,22
13	10,0	0,6			1,75
14	9,5	0,2			0,22
15	9,2	0,9			1,41
16	9,45	0,2			0,42
17	9,93	0,60			1,48

Таблица 8 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений остаточной толщины (глубины залегания искусственных дефектов) в сечении «5-5» образца для контроля ОК-2

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	33,9	0,5	33,93	0,1408	0,23
2	34,1	0,1			1,19
3	33,9	0,4			0,23
4	33,6	0,4			2,36 – неприемлемый результат
5	33,8	0,6			0,94
6	34,0	0,6			0,48
7	33,8	0,3			0,94
8	33,80	0,54			0,94
9	34,0	0,6			0,48
10	33,95	0,90			0,13
11	33,99	0,60			0,41
12	34,1	0,6			1,19
13	34,0	0,6			0,48
14	33,9	0,2			0,23
15	35,1	0,9			выброс
16	33,9	0,2			0,23
17	34,17	0,60			1,69

Анализ полученных результатов измерений остаточной толщины (глубины залегания искусственного дефекта) методом ультразвуковой толщинометрии в соответствии с ГОСТ Р 50.05.03 установил, что:

1) результат измерения в сечении «5-5» образца ОК-2, представленный ИЛ №15, признан «грубым промахом»;

2) результаты измерения ИЛ №4 в сечении «1-1», ИЛ №2 и №4 в сечении «2-2» и ИЛ №2 сечения «3-3» образца ОК-2 признаются сомнительными, то есть, находятся в зоне предупреждения и подлежат дополнительной проверке;

3) результаты измерения ИЛ №17 в сечении «3-3» и ИЛ №4 в сечении «5-5» образца ОК-2 признаются неприемлемыми и выполненными с грубым нарушением;

4) качество результатов измерений остальных ИЛ признается удовлетворительным.

3.4.2 Измерения глубины залегания, эквивалентной площади и условных размеров дефектов методом ультразвукового контроля в соответствии с ГОСТ Р 50.05.02

В соответствии с Заданием на проведение измерений в заданных сечениях «слепого» образца ОК-4 (5 сечений) ИЛ-участниками МСИ были выявлены искусственные дефекты (отражатели) и измерены их характеристики:

- глубина залегания дефекта,
- эквивалентная площадь дефекта,
- условная протяженность дефекта,
- условная высота дефекта.

Контроль и измерения проведены контактным методом ультразвукового контроля, основанного на анализе эхо-сигналов, отраженных от дефектов (отражателей), в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50.05.02.

Данная методика не аттестована, т.е. приписанные характеристики погрешности измерений по методике отсутствуют. Алгоритм оценки погрешности (неопределённости) проведенных измерений в ГОСТ Р 50.05.02 не изложен. Поэтому, согласно Заданию на проведение измерений, лаборатории должны были определить суммарные погрешности проведенных ими измерений самостоятельно.

В протоколах испытаний результаты измерений:

- ИЛ №2 и №13 все контролируемые показатели образца ОК-4 были представлены без указания значений погрешности (неопределённости);
- ИЛ №3 показатель «условная протяженность дефекта» образца ОК-4 был представлен без указания значений погрешности (неопределённости);
- ИЛ №5 погрешность измерения показателя «глубина залегания дефекта» образца ОК-4 была представлена в некорректной форме.

В протоколах испытаний результаты измерений ИЛ №2 показателя «глубина залегания дефекта» в сечениях «1-1», «3-3» и «5-5» образца ОК-4 и

показателя «эквивалентная площадь дефекта» в сечении «1-1» образца ОК-4 были представлена в некорректной форме – диапазоном измерений, что сделало невозможным провести оценку качества измерений этой лаборатории относительно других участников МСИ.

а) измерения глубины залегания искусственных дефектов

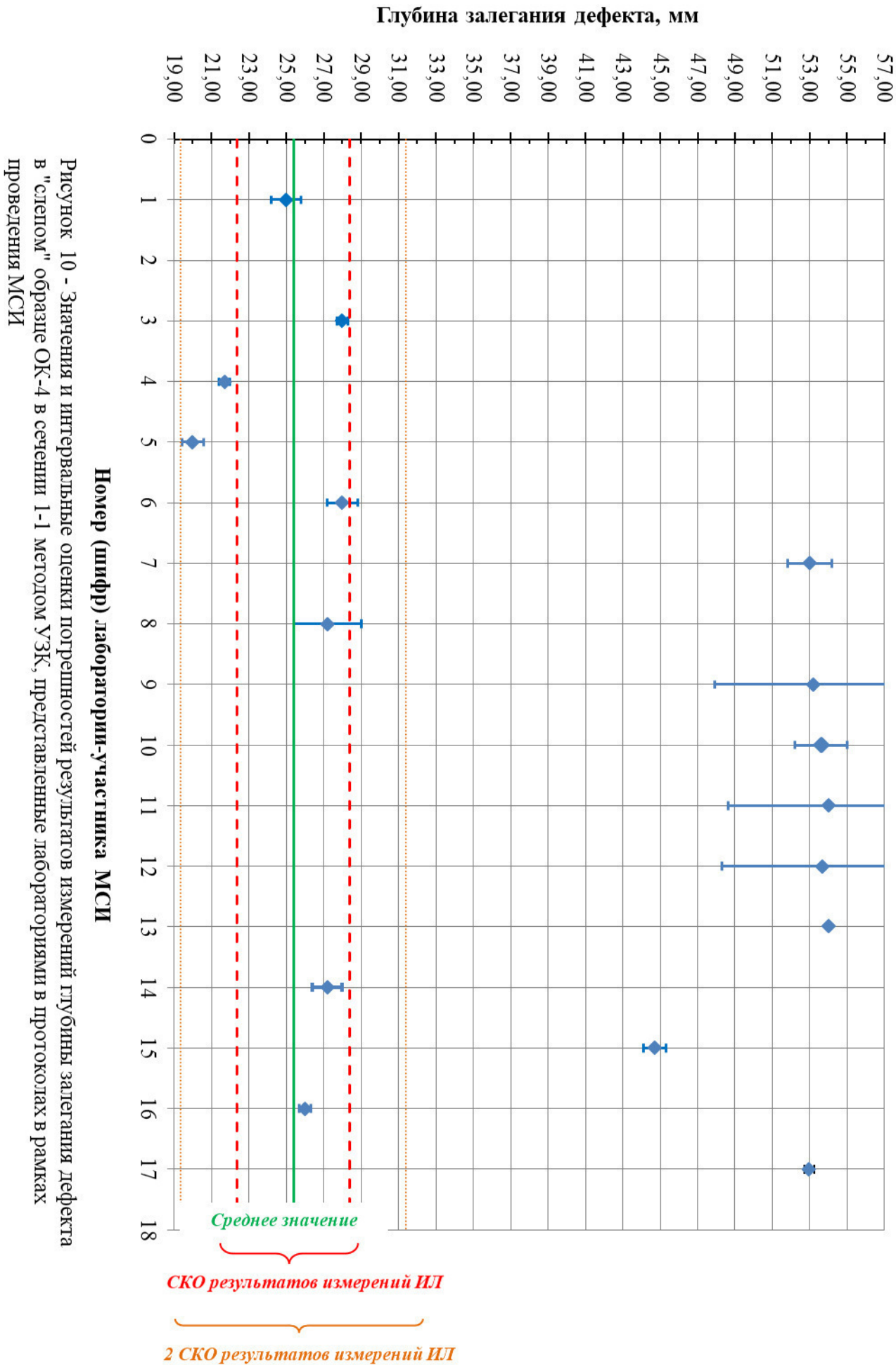
Результаты визуального анализа представлены на рисунках 10-14.

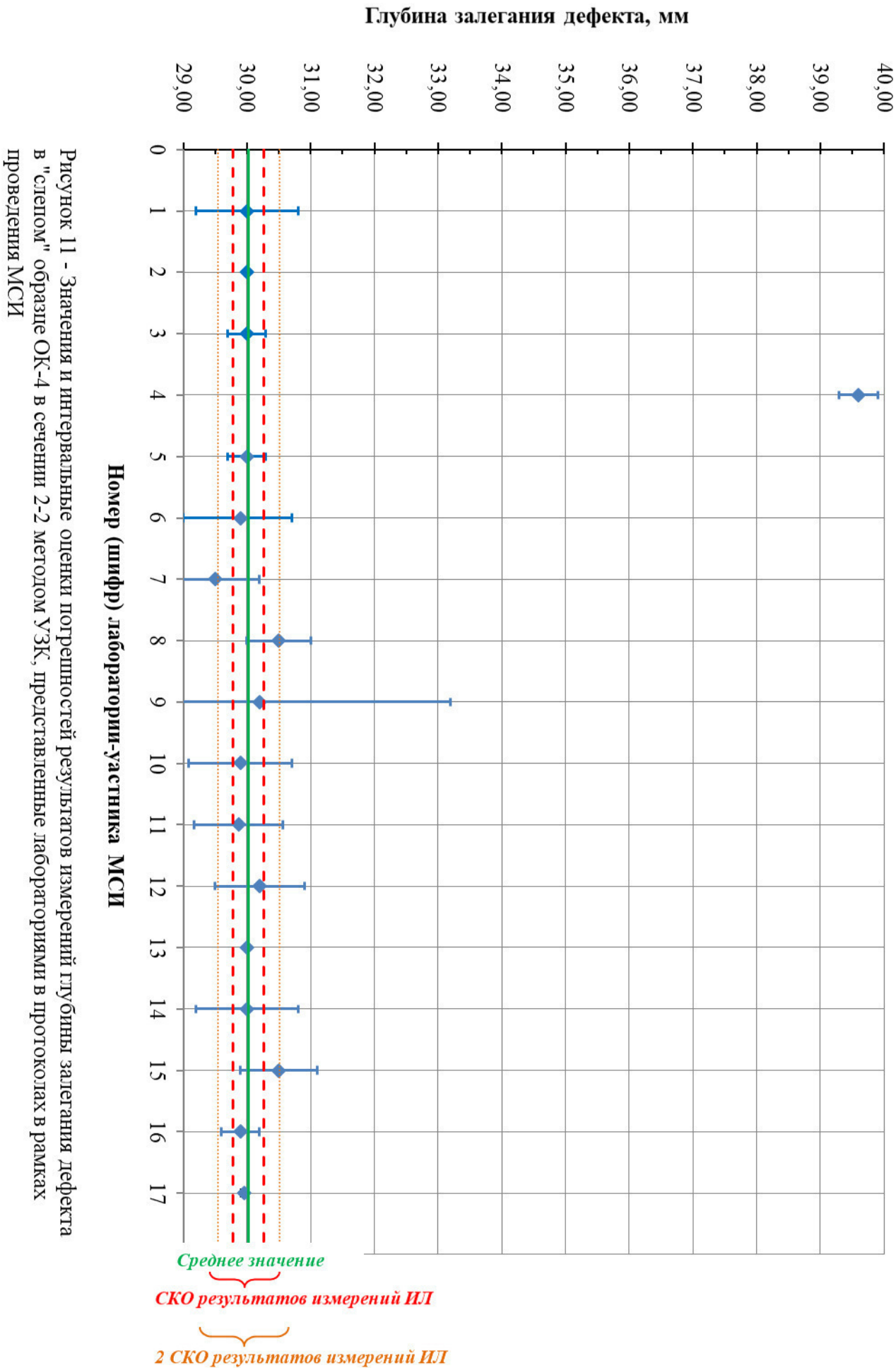
Для результатов измерений глубины залегания искусственных дефектов проведенным поиском «грубых промахов» (статистических выбросов) по критерию Граббса (1) установлено, что для этого контролируемого показателя образца ОК-4 при доверительной вероятности 95% и количестве измерений $n=17$ «грубыми промахами» стали результаты измерений:

- ИЛ №7, ИЛ №9, ИЛ №10, ИЛ №11, ИЛ №11, ИЛ №12, ИЛ №13, ИЛ №15 и ИЛ №17 в сечении «1-1»;
- ИЛ №4 в сечении «2-2»;
- ИЛ №15 в сечениях «3-3» и «5-5».

Отдельное внимание необходимо уделить результатам измерений глубины залегания дефекта в "слепом" образце ОК-4 в сечении «1-1». Как видно из графика (рисунок 10), ряд (половина из ИЛ-участников МСИ) результатов измерений этого контролируемого показателя существенно (приблизительно в 2 раза) отличается от результатов, полученных другими лабораториями.

В данном случае это не статистические выбросы, это ошибочные результаты измерений, связанные с неправильным пониманием задания на измерения и соответствующего ему п. 7.1.4.3 ГОСТ Р 50.05.02 редакции 2018 года операторами, выполнявшими данный контроль до момента вступления в действие редакции ГОСТ Р 50.05.02-2022.





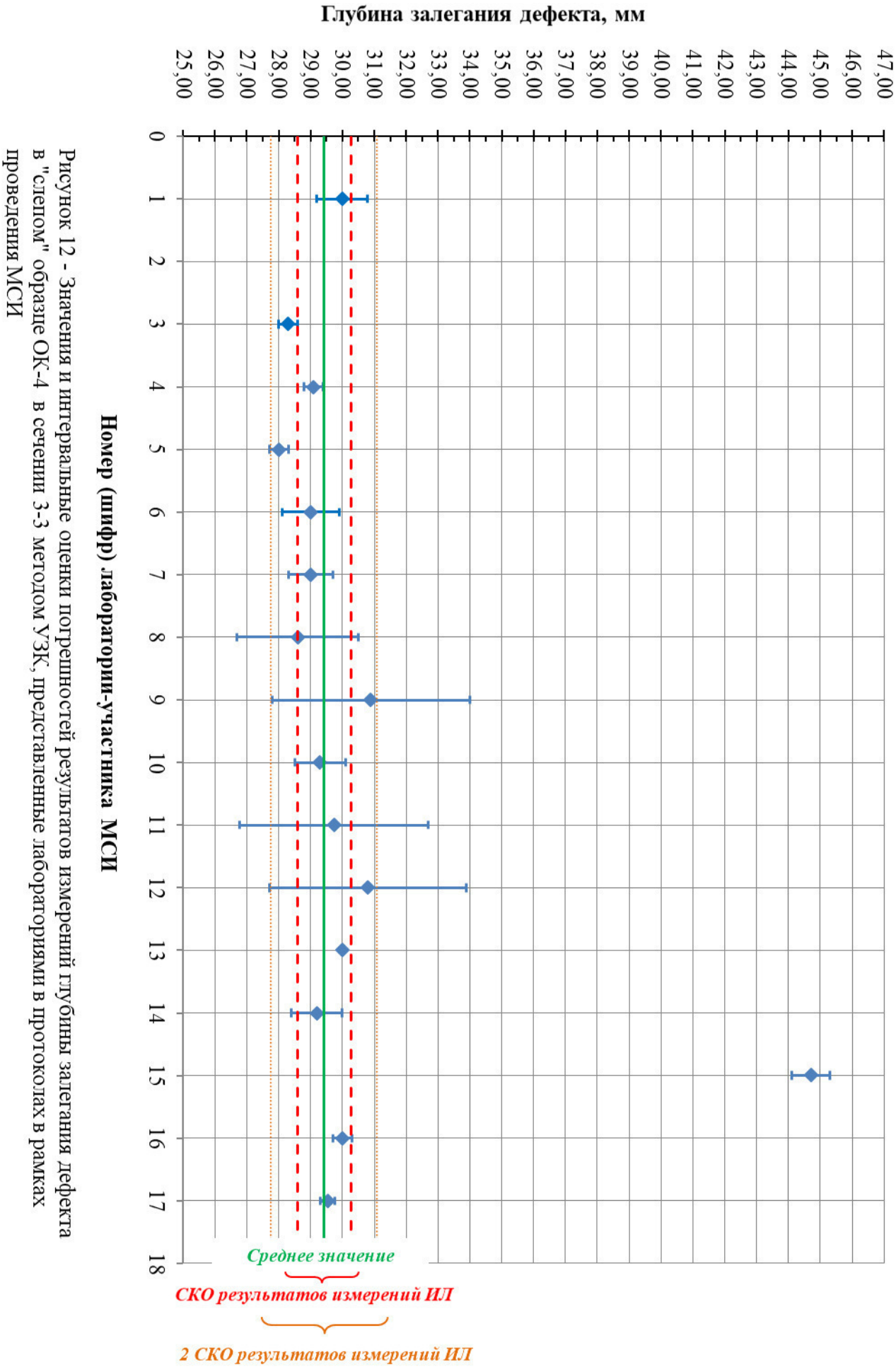
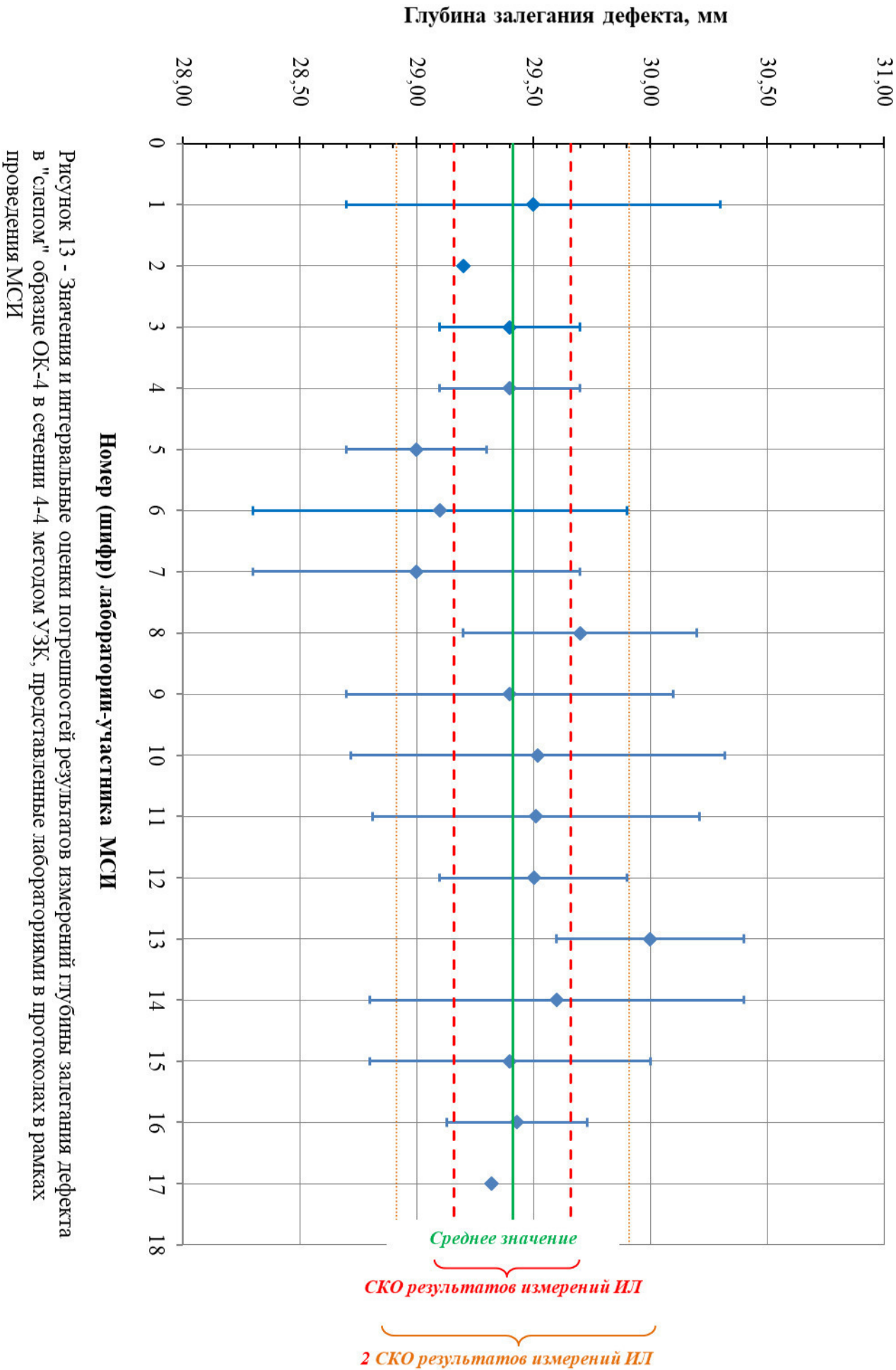
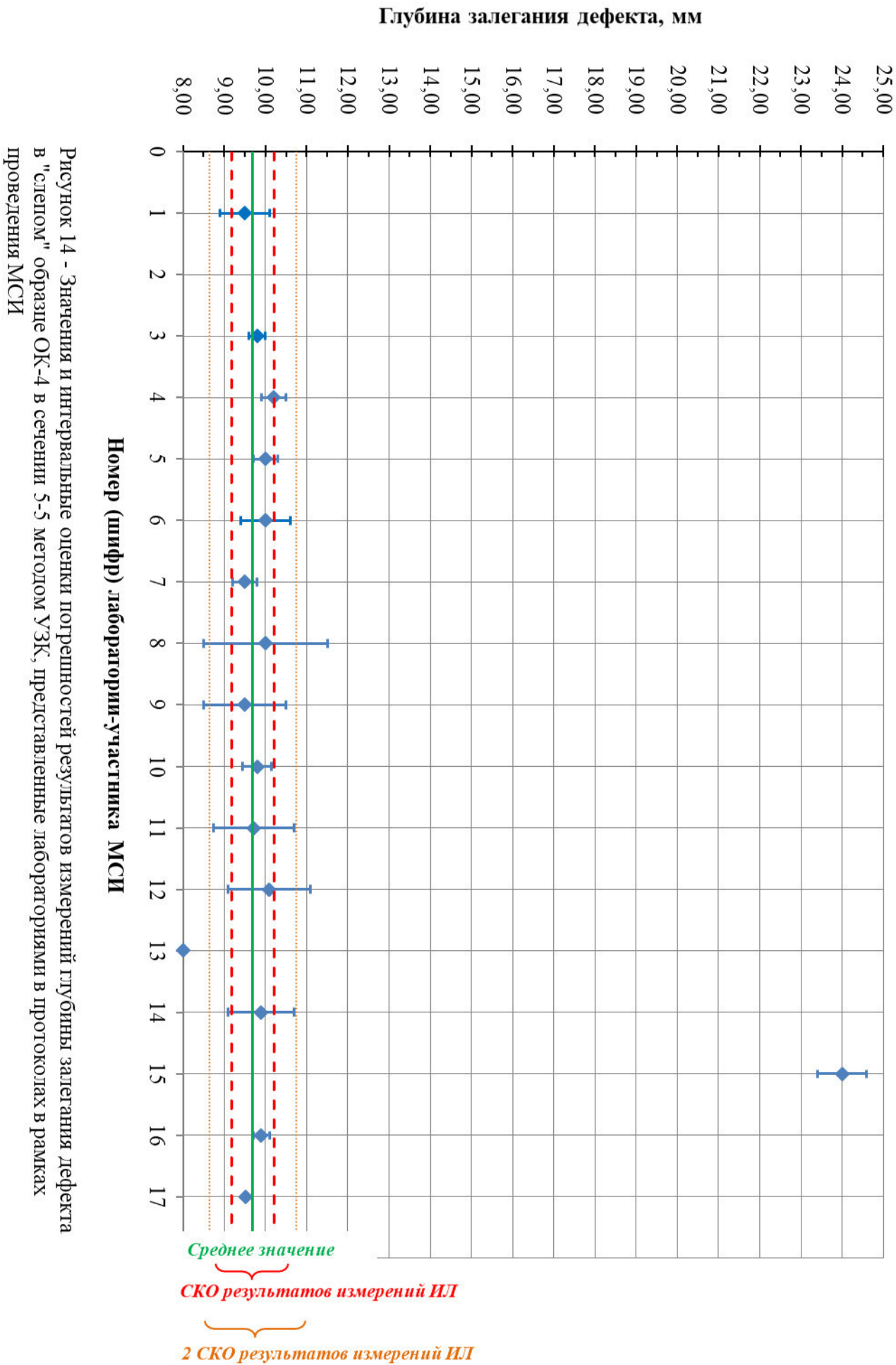


Рисунок 12 - Значения и интервальные оценки погрешностей результатов измерений глубины залегания дефекта в "слепок" образце ОК-4 в сечении 3-3 методом УЗК, представленные лабораториями в протоколах в рамках проведения МСИ





Для контроля образца ОК-4 в сечении «1-1» в задании на измерения и в ГОСТ Р 50.05.02-2018 имеется особая оговорка (примечание), о том, что при измерениях необходимо было использовать наклонный ПЭП с углом ввода 45 градусов, а измерения должны проводились на однократно отраженном луче (рисунок 15). Примечанием к п. 7.1.4.3 ГОСТ Р 50.05.02-2018 оговорено, что «при ультразвуковом контроле однократно отраженным лучом глубину залегания несплошности измеряют как **сумму** толщины стенки и расстояния от внутренней поверхности соединения до несплошности».

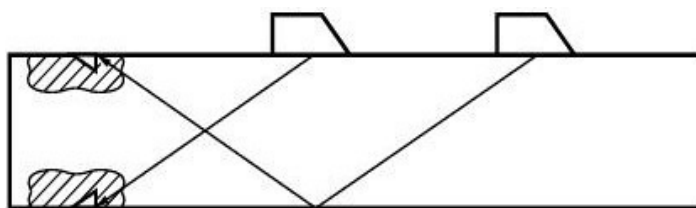


Рисунок 15 – Схема настройки глубиномера по угловым отражателям

То есть, истинная глубина залегания дефекта – это геометрически расчетная величина, зависящая от пройденного лучом до и после отражения пути и толщины образца. Расчет истинной глубины залегания дефекта как конечного результата измерения не отражен в тексте ГОСТ Р 50.05.02-2018. Такая формулировка, скорее всего ввела в заблуждение операторов, выполнявших данный контроль, и за результат измерения ими было принято просто расстояние, пройденное лучом.

В редакции ГОСТ Р 50.05.02-2022 п. 7.4.1.3 более корректно и четко сформулировано правило оценки результата: «при ультразвуковом контроле однократно отраженным лучом глубину залегания несплошности определяют, как **разность** толщины свариваемых деталей и расстояния от внутренней поверхности соединения до несплошности».

Разночтения описанных процедур, как следствие, привели к искажению результатов измерений контролируемого параметра.

Вместе с тем, результаты измерений контролируемого показателя «глубина залегания дефекта», полученные ИЛ №7, ИЛ №9, ИЛ №10, ИЛ №11, ИЛ №11, ИЛ №12, ИЛ №13, ИЛ №15 и ИЛ №17 в сечении «1-1» образца ОК-4, признаны «грубыми промахами» и в дальнейших статистических расчетах не участвовали.

Для 8-и ИЛ-участников МСИ (после исключения результатов измерений признанных «грубым промахом») табулированные значения для 99 % и 95% уровней доверия составили $h(0,01)=2,06$ и $h(0,05)=1,75$ соответственно, для 15-ти участников МСИ – $h(0,01)=2,32$ и $h(0,05)=1,86$ соответственно, для 16-ти ИЛ-участников – $h(0,01)=2,33$ и $h(0,05)=1,86$ соответственно и для 17-ти ИЛ-участников МСИ – $h(0,01)=2,35$ и $h(0,05)=1,87$ соответственно.

Результаты оценки характеристик функционирования ИЛ (квалификации лаборатории) с использованием расчетов h - индекса представлены в таблицах 9-13.

Таблица 9 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений глубины залегания искусственных дефектов в сечении «1-1» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	25,0	0,8	25,39	3,009	0,13
2	15-34				-
3	28,0	0,3			0,87
4	21,7	0,3			1,23
5	20	±0,3+0,3			1,79 – сомнительный результат
6	28,0	0,8			0,87
7	53,0	1,2			выброс
8	27,2	1,8			0,60
9	53,2	5,3			выброс
10	53,6	1,4			выброс
11	54,03	5,40			выброс
12	53,7	5,4			выброс
13	54	-			выброс
14	27,2	0,8			0,60
15	44,7	0,6			выброс
16	26	0,3			0,20
17	52,96	0,27			выброс

Таблица 10 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений глубины залегания искусственных дефектов в сечении «2-2» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	30,0	0,8	30,03	0,2408	0,11
2	30,0	-			0,11
3	30,0	0,3			0,11
4	39,60	0,3			выброс
5	30	$\pm 0,3+0,1$			0,11
6	29,9	0,9			0,52
7	29,5	0,7			2,19 – сомнительный результат
8	30,5	0,5			1,97- сомнительный результат
9	30,2	3,0			0,72
10	29,89	0,81			0,57
11	29,87	0,70			0,65
12	30,2	0,7			0,72
13	30	-			0,11
14	30	0,8			0,11
15	30,5	0,6			1,97 – сомнительный результат
16	29,9	0,3			0,52
17	29,96	0,06			0,28

Таблица 11 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений глубины залегания искусственных дефектов в сечении «3-3» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	30,0	0,8	29,43	0,8313	0,68
2	24-35				-
3	28,3	0,3			1,36
4	29,1	0,3			0,40
5	28	±0,3+0,3			1,72
6	29,0	0,9			0,52
7	29,0	0,7			0,52
8	28,6	1,9			1,00
9	30,9	3,1			1,77
10	29,30	0,80			0,16
11	29,73	2,97			0,36
12	30,8	3,1			1,65
13	30	-			0,68
14	29,2	0,8			0,28
15	44,7	0,6			<i>выброс</i>
16	30	0,3			0,68
17	29,54	0,22			0,13

Таблица 12 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений глубины залегания искусственных дефектов в сечении «4-4» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	29,5	0,8	29,41	0,2490	0,36
2	29,2	-			0,85
3	29,4	0,3			0,04
4	29,4	0,3			0,04
5	29	$\pm 0,3+0,1$			1,65
6	29,1	0,8			1,25
7	29,0	0,7			1,65
8	29,7	0,5			1,16
9	29,4	0,7			0,04
10	29,52	0,80			0,44
11	29,51	0,70			0,40
12	29,5	0,7			0,36
13	30,0	0,4			2,37- неприемлемый результат
14	29,6	0,8			0,76
15	29,4	0,6			0,04
16	29,43	0,3			0,08
17	29,32	0,03			0,36

Таблица 13 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений глубины залегания искусственных дефектов в сечении «5-5» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	9,5	0,6	9,70	0,5225	0,38
2	5-10				-
3	9,8	0,2			0,20
4	10,2	0,3			0,96
5	10	±0,3+0,3			0,58
6	10,0	0,6			0,58
7	9,5	0,3			0,38
8	10,0	1,5			0,58
9	9,5	1,0			0,38
10	9,80	0,35			0,20
11	9,72	0,97			0,05
12	10,1	1,0			0,77
13	8,00	-			3,25- неприемлемый результат
14	9,9	0,8			0,39
15	24	0,6			выброс
16	9,9	0,2			0,39
17	9,52	0,25			0,34

Анализ полученных результатов измерений глубины залегания искусственных дефектов методом ультразвукового контроля в соответствии с ГОСТ Р 50.05.02 установил, что:

1) результаты измерений в сечении «1-1» образца ОК-4, представленные ИЛ №7, ИЛ №9, ИЛ №10, ИЛ №11, ИЛ №11, ИЛ №12, ИЛ №13, ИЛ №15 и ИЛ №17, в сечении «2-2» образца ОК-4, представленные ИЛ №4, и в сечениях «3-3» и «5-5» образца ОК-4, представленные ИЛ № 15, признаны «грубым промахом»;

2) результаты измерений ИЛ №5 в сечении «1-1», ИЛ №7, ИЛ №8 и ИЛ №15 в сечении «2-2» образца ОК-4 признаются сомнительными, то есть, находятся в зоне предупреждения и подлежат дополнительной проверке;

3) результаты измерений ИЛ №13 в сечении «4-4» и в сечении «5-5» образца ОК-4 признаются неприемлемыми и выполненными с грубым нарушением;

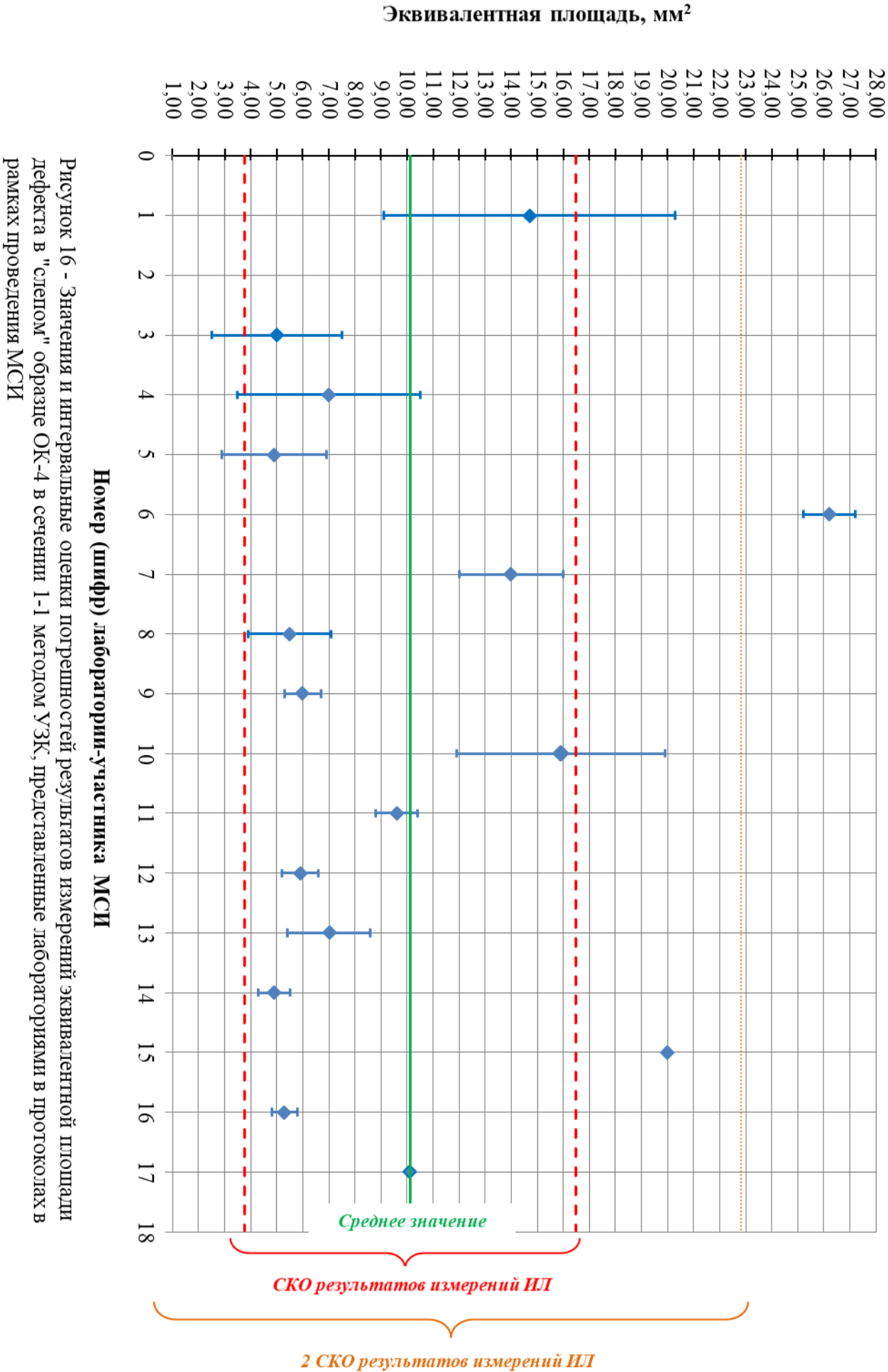
4) результаты измерений ИЛ №2 в сечениях «1-1», «3-3» и «5-5» образца ОК-4 представлены в некорректной форме (не по форме протокола) и не засчитаны с точки зрения выполнения Задания на измерения;

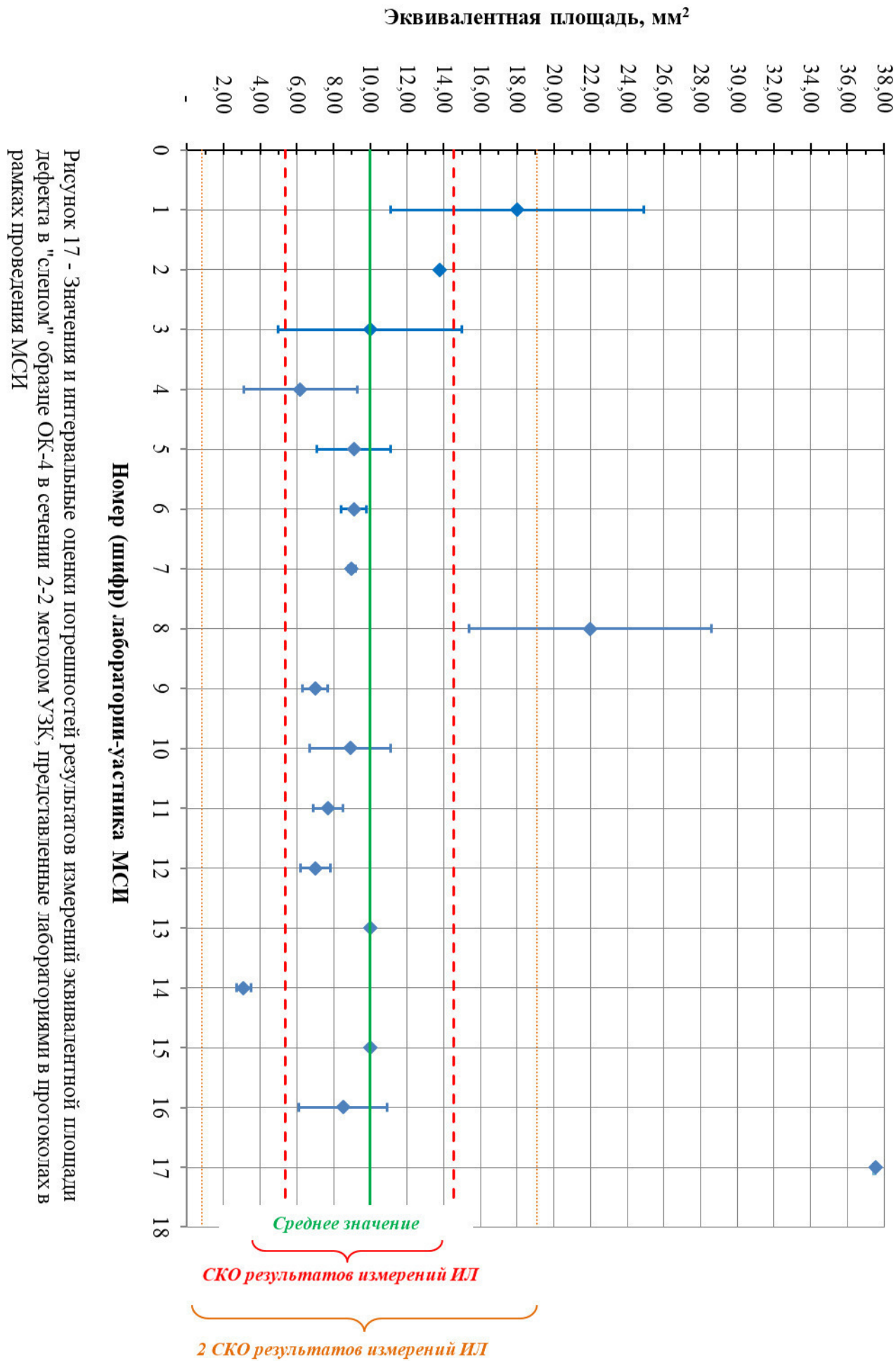
5) качество результатов измерений остальных ИЛ признается удовлетворительным.

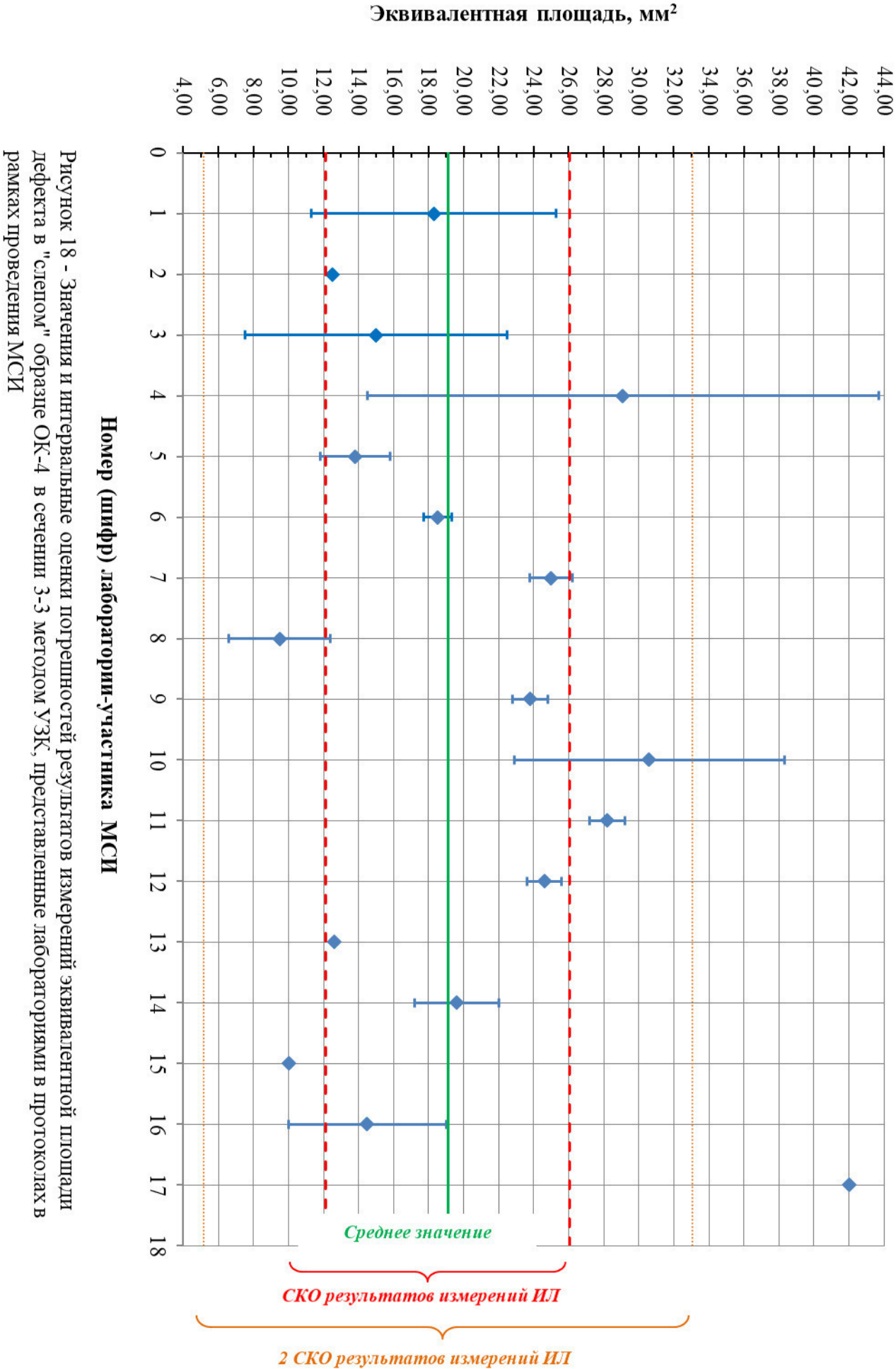
б) измерения эквивалентной площади искусственных дефектов

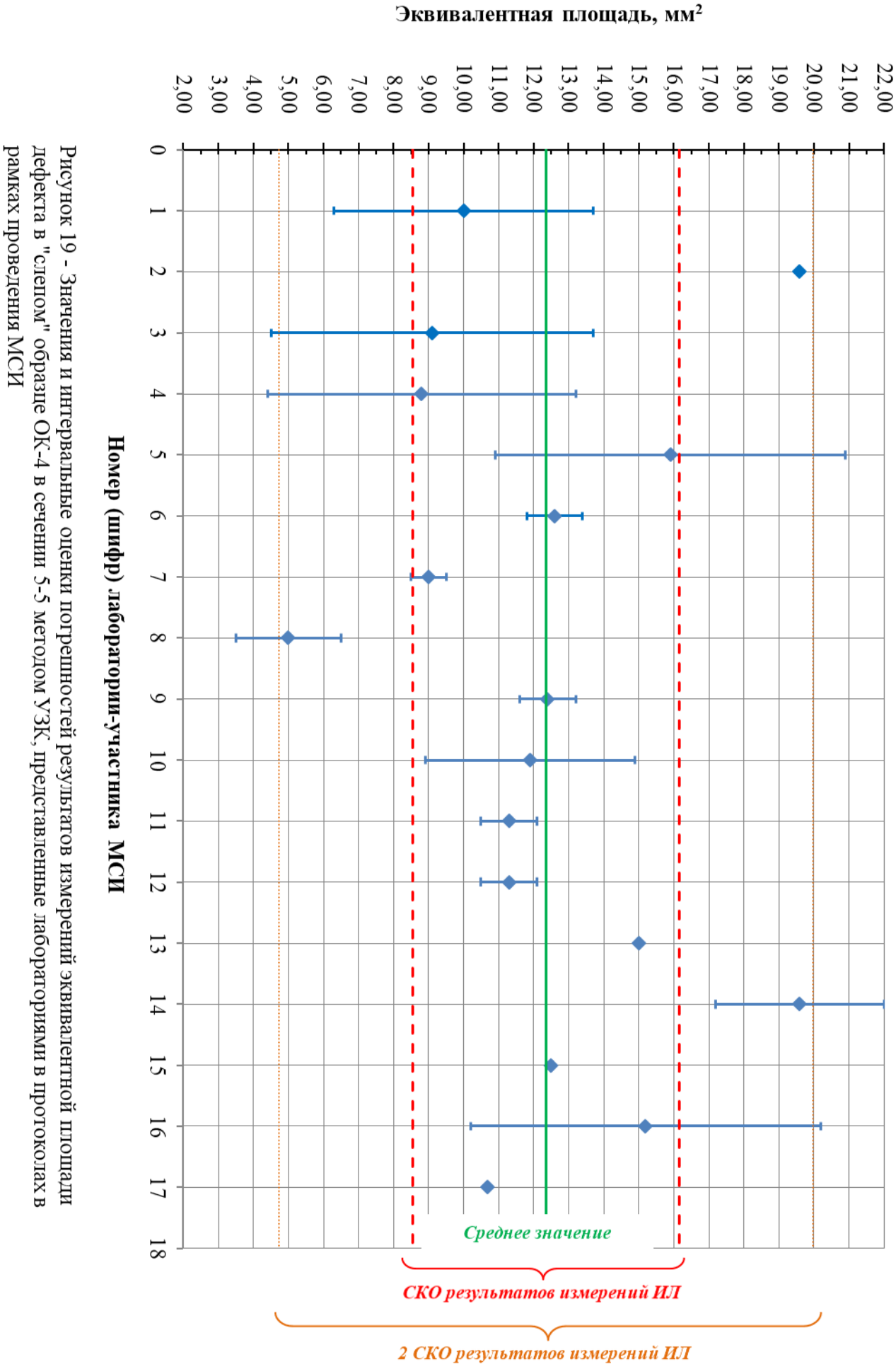
Результаты визуального анализа представлены на рисунках 16-19.

Для результатов измерений эквивалентной площади искусственных дефектов проведенным поиском «грубых промахов» (статистических выбросов) по критерию Граббса (1) установлено, что для этого контролируемого показателя образца ОК-4 при доверительной вероятности 95% и количестве измерений $n=17$ «грубыми промахами» стали результаты измерений: ИЛ №17 в сечениях «2-2» и «3-3» образца ОК-4.









Для 16-ти ИЛ-участников МСИ (после исключения результатов измерений признанных «грубым промахом») табулированные значения для 99 % и 95% уровней доверия составили $h(0,01)=2,33$ и $h(0,05)=1,86$ соответственно, и для 17-ти ИЛ-участников МСИ – $h(0,01)=2,35$ и $h(0,05)=1,87$ соответственно.

Результаты оценки характеристик функционирования ИЛ (квалификации лаборатории) с использованием расчетов h - индекса представлены в таблицах 14-17.

Таблица 14 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений эквивалентной площади искусственных дефектов в сечении «1-1» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм ²	Погрешность измерения, мм ²	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм ²	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм ²	h-индекс
1	14,7	5,6	10,13	6,3531	0,72
2	3,1-7,5				-
3	5,0	2,5			0,81
4	7,0	3,5			0,49
5	4,9	2,0			0,82
6	26,2	1,0			2,53 – неприемлемый результат
7	14,0	2,0			0,61
8	5,5	1,6			0,73
9	6,0	0,7			0,65
10	15,9	4,0			0,91
11	9,6	0,8			0,08
12	5,9	0,7			0,67
13	7	-			0,49
14	4,9	0,6			0,82
15	20,00	0,04			1,55
16	5,3	0,5			0,76
17	10,1	0,007			0,00

Таблица 15 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений эквивалентной площади искусственных дефектов в сечении «2-2» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм ²	Погрешность измерения, мм ²	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм ²	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм ²	h-индекс
1	18,0	6,9	9,96	4,5741	1,76
2	13,8	-			0,84
3	10	5			0,01
4	6,2	3,1			0,82
5	9,1	2,0			0,19
6	9,1	0,7			0,19
7	9,0	0,2			0,21
8	22,0	6,6			2,63 – неприемлемый результат
9	7,0	0,7			0,65
10	8,9	2,2			0,23
11	7,7	0,8			0,49
12	7	0,8			0,65
13	10	-			0,01
14	3,1	0,4			1,50
15	10,00	0,04			0,01
16	8,5	2,4			0,32
17	37,5	0,09			выброс

Таблица 16 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений эквивалентной площади искусственных дефектов в сечении «3-3» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм ²	Погрешность измерения, мм ²	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм ²	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм ²	h-индекс
1	18,3	7,0	19,10	6,9776	0,11
2	12,5	-			0,95
3	15	7,5			0,59
4	29,1	14,6			1,43
5	13,8	2,0			0,76
6	18,5	0,8			0,09
7	25,0	1,2			0,85
8	9,5	2,9			1,38
9	23,8	1,0			0,67
10	30,6	7,7			1,65
11	28,2	1,0			1,30
12	24,6	1,0			0,79
13	12,6	-			0,93
14	19,6	2,4			0,07
15	10,00	0,04			1,30
16	14,5	4,5			0,66
17	42	0,022			выброс

Таблица 17 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений эквивалентной площади искусственных дефектов в сечении «5-5» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм ²	Погрешность измерения, мм ²	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм ²	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм ²	h-индекс
1	10,0	3,7	12,35	3,8083	0,62
2	19,6	-			1,90 – сомнительный результат
3	9,1	4,6			0,85
4	8,8	4,4			0,93
5	15,9	5,0			0,93
6	12,6	0,8			0,07
7	9,0	0,5			0,88
8	5	1,5			1,93 – сомнительный результат
9	12,4	0,8			0,01
10	11,9	3,0			0,12
11	11,3	0,8			0,27
12	11,3	0,8			0,27
13	15	-			0,70
14	19,6	2,4			1,90 – сомнительный результат
15	12,50	0,04			0,04
16	15,2	5			0,75
17	10,69	0,06			0,43

Анализ полученных результатов измерений эквивалентной площади искусственных дефектов методом ультразвукового контроля в соответствии с ГОСТ Р 50.05.02 установил, что:

- 1) результаты измерений, представленные ИЛ №17, в сечениях «2-2» и «3-3» образца ОК-4 признаны «грубым промахом»;
- 2) результаты измерений ИЛ №2, ИЛ №8 и ИЛ №14 в сечении «5-5» образца ОК-4 признаются сомнительными, то есть, находятся в зоне предупреждения и подлежат дополнительной проверке;
- 3) результаты измерений ИЛ №6 в сечении «1-1» и ИЛ №8 в сечении «2-2» образца ОК-4 признаются неприемлемыми и выполненными с грубым нарушением;

4) результат измерения ИЛ №2 в сечении «1-1», образца ОК-4 представлен в некорректной форме (не по форме протокола) и не засчитан с точки зрения выполнения Задания на измерения;

5) качество результатов измерений остальных ИЛ признается удовлетворительным.

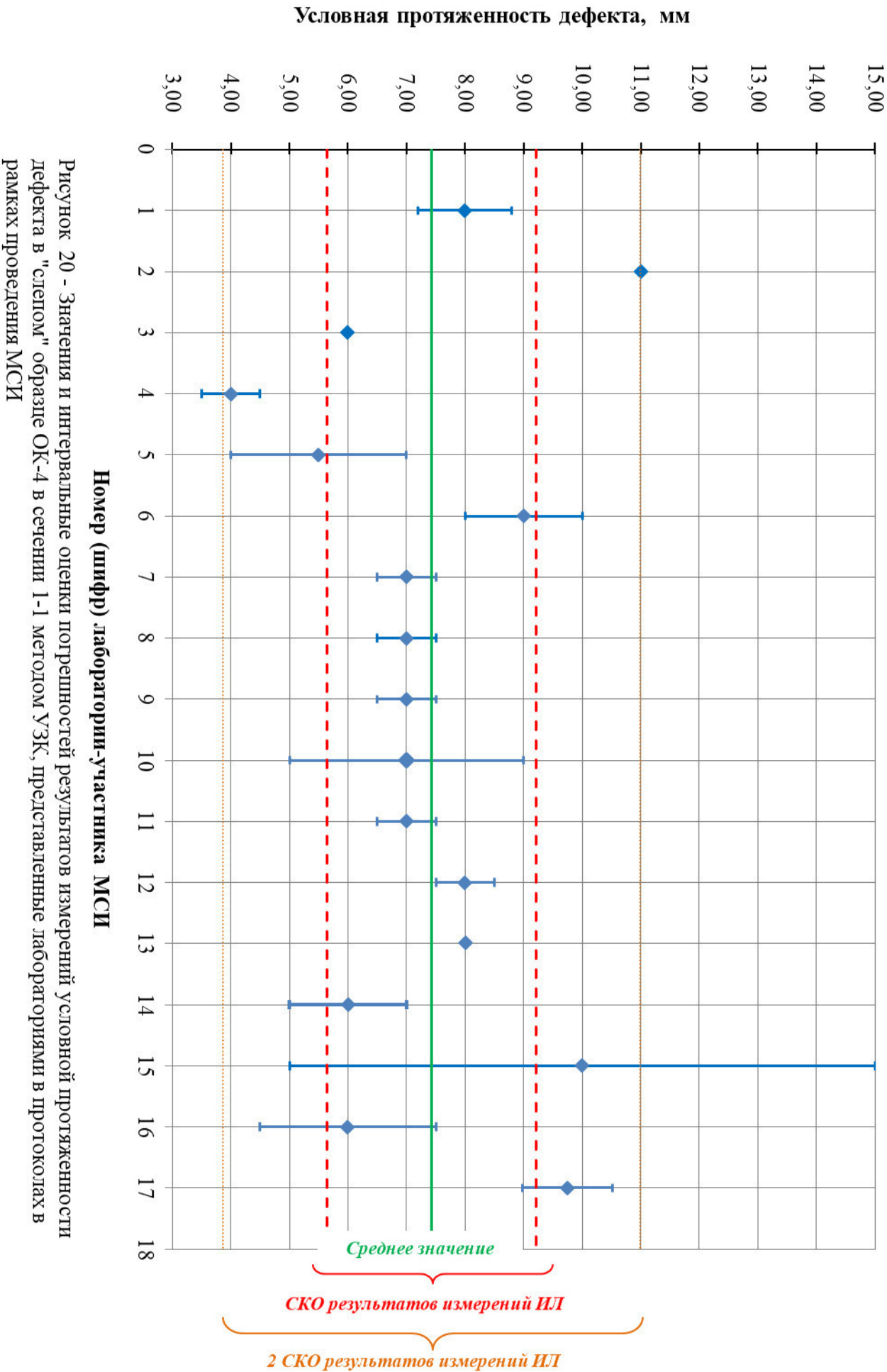
в) измерения условной протяженности искусственных дефектов

Результаты визуального анализа представлены на рисунках 20-23.

Для результатов измерений условной протяженности искусственных дефектов проведенным поиском «грубых промахов» (статистических выбросов) по критерию Граббса (1) установлено, что для этого контролируемого показателя образца ОК-4 при доверительной вероятности 95% и количестве измерений $n=17$ «грубым промахом» стал результат измерения №13 в сечении «3-3» образца ОК-4.

Для 16-ти ИЛ-участников МСИ (после исключения результатов измерений признанных «грубым промахом») табулированные значения для 99 % и 95% уровней доверия составили $h(0,01)=2,33$ и $h(0,05)=1,86$ соответственно, для 15-ти ИЛ-участников МСИ – $h(0,01)=2,32$ и $h(0,05)=1,86$ соответственно, и для 17-ти ИЛ-участников МСИ – $h(0,01)=2,35$ и $h(0,05)=1,87$ соответственно.

Результаты оценки характеристик функционирования ИЛ (квалификации лаборатории) с использованием расчетов h - индекса представлены в таблицах 18-21.



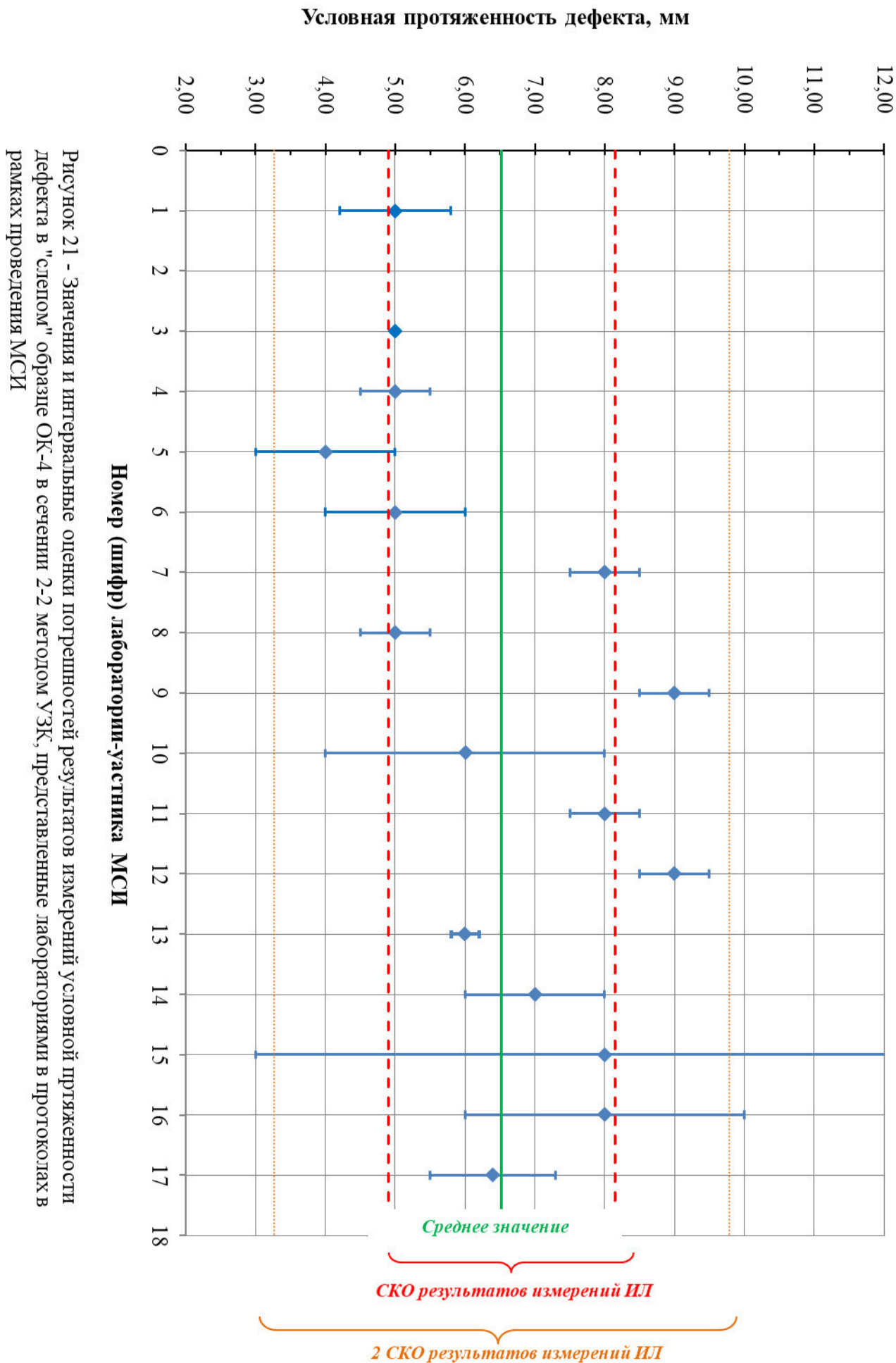
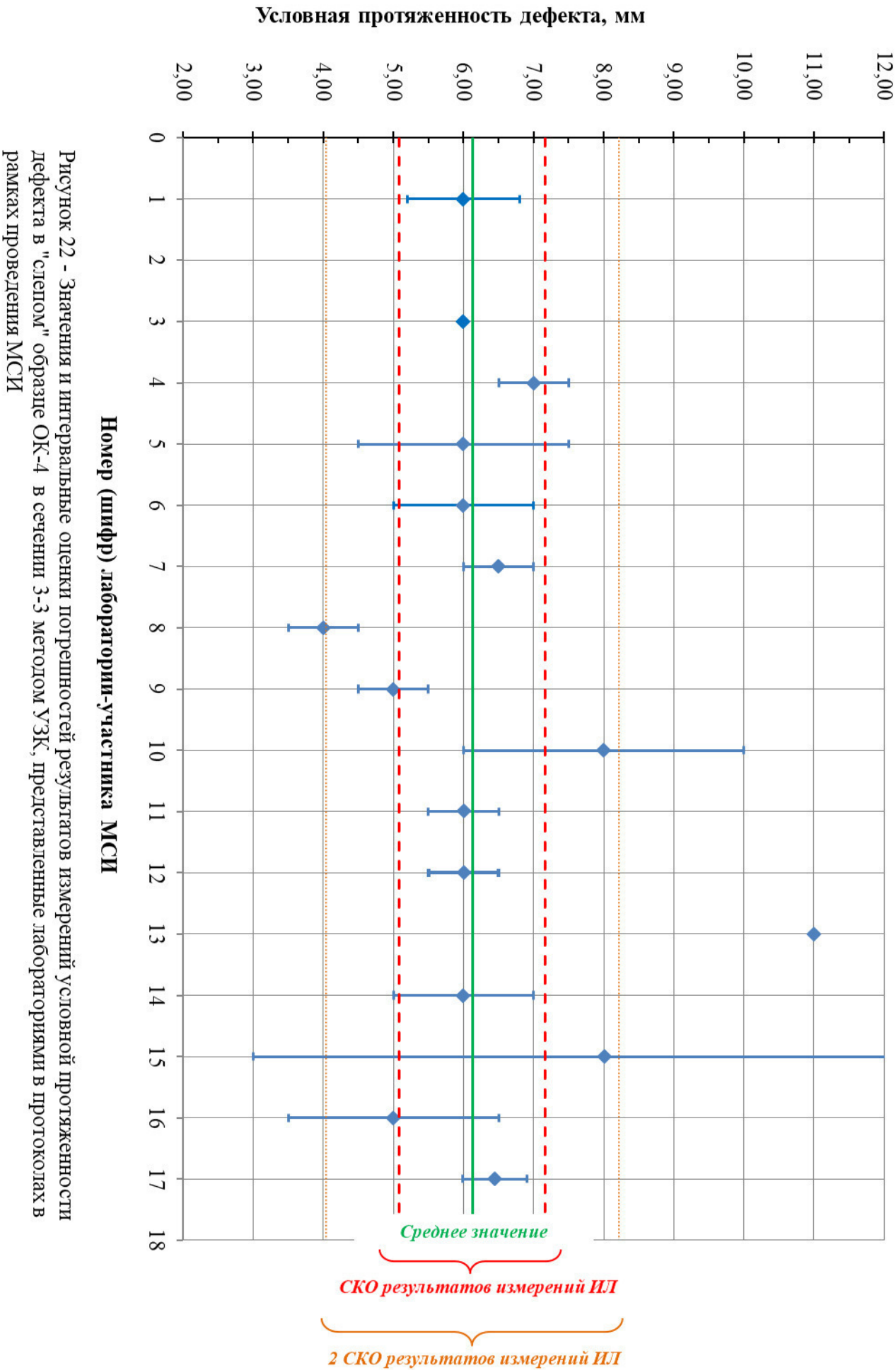


Рисунок 21 - Значения и интервальные оценки погрешностей результатов измерений условной протяженности дефекта в "слепом" образце ОК-4 в сечении 2-2 методом УЗК, представленные лабораториями в протоколах в рамках проведения МСИ



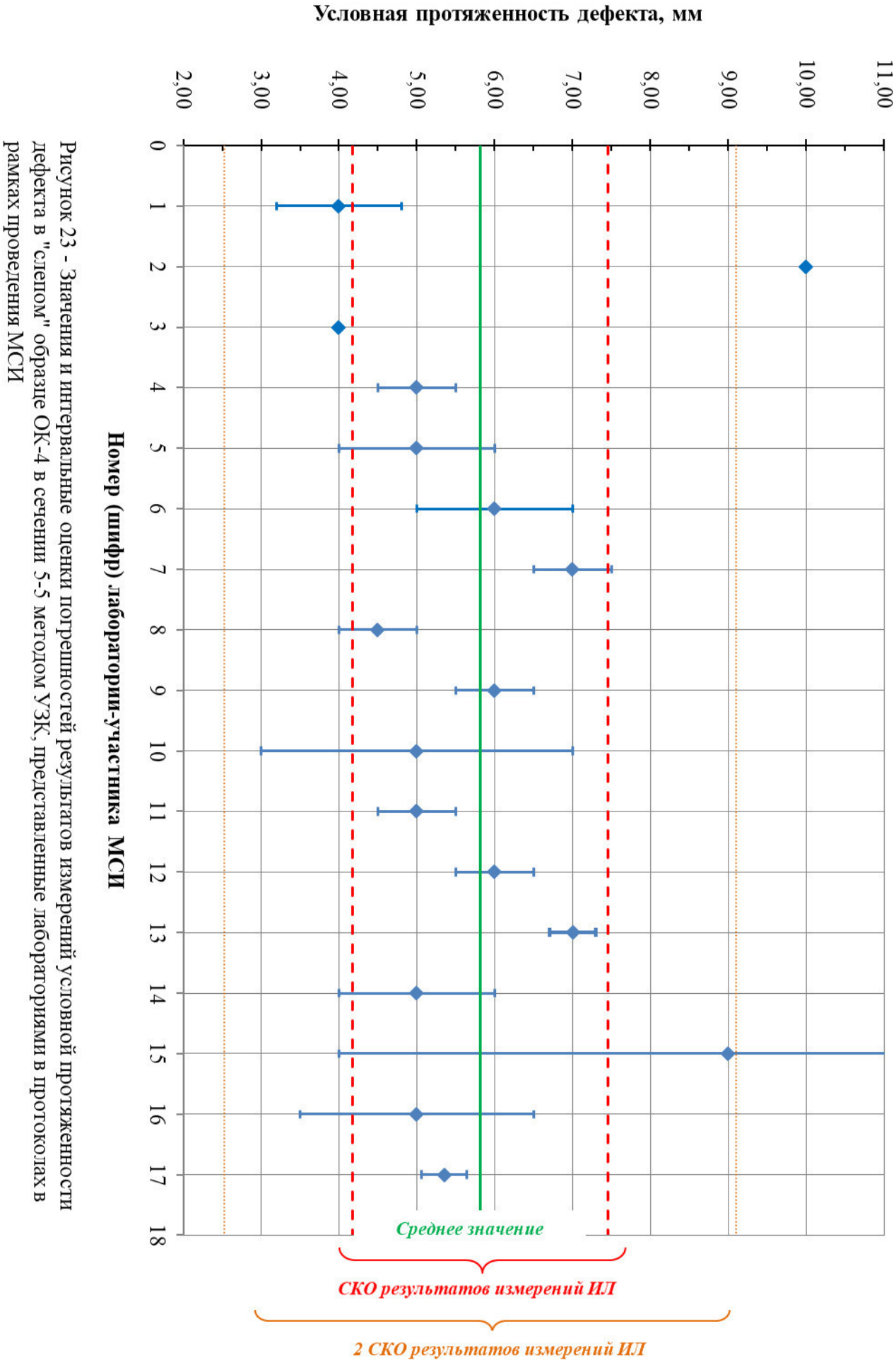


Таблица 18 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений условной протяженности искусственных дефектов в сечении «1-1» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	8,0	0,8	7,43	1,7805	0,32
2	11	-			2,01 – сомнительный результат
3	6,0	-			0,80
4	4,0	0,5			1,92 – сомнительный результат
5	5,5	1,5			1,08
6	9,0	1,0			0,88
7	7,0	0,5			0,24
8	7,0	0,5			0,24
9	7,0	0,5			0,24
10	7,0	2,0			0,24
11	7,0	0,5			0,24
12	8,0	0,5			0,32
13	8	-			0,32
14	6	1			0,80
15	10	5			1,45
16	6	1,5			0,80
17	9,75	0,77			1,31

Таблица 19 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений условной протяженности искусственных дефектов в сечении «2-2» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	5,0	0,8	6,53	1,6279	0,94
2	-	-			-
3	5	-			0,94
4	5,0	0,5			0,94
5	4	1,0			1,55
6	5,0	1,0			0,94
7	8,0	0,5			0,91
8	5,0	0,5			0,94
9	9,0	0,5			1,52
10	6,0	2,0			0,32
11	8,0	0,5			0,91
12	9,0	0,5			1,52
13	6	-			0,32
14	7	1			0,29
15	8	5			0,91
16	8	2			0,91
17	6,4	0,9			0,08

Таблица 20 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений условной протяженности искусственных дефектов в сечении «3-3» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	6,0	0,8	6,13	1,0419	0,12
2	-	-			-
3	6,0	-			0,12
4	7,0	0,5			0,83
5	6	1,5			0,12
6	6,0	1,0			0,12
7	6,5	0,5			0,36
8	4,0	0,5			2,04 – сомнительный результат
9	5,0	0,5			1,08
10	8,0	2,0			1,79
11	6,0	0,5			0,12
12	6,0	0,5			0,12
13	11	-			выброс
14	6	1			0,12
15	8	5			1,79
16	5	1,5			1,08
17	6,45	0,46			0,31

Таблица 21 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений условной протяженности искусственных дефектов в сечении «5-5» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	4,0	0,8	5,81	1,6411	1,11
2	10	-			2,55 – неприемлемый результат
3	4,0	-			1,11
4	5,0	0,5			0,50
5	5	1,0			0,50
6	6,0	1,0			0,11
7	7,0	0,5			0,72
8	4,5	0,5			0,80
9	6,0	0,5			0,11
10	5,0	2,0			0,50
11	5,0	0,5			0,50
12	6,0	0,5			0,11
13	7	-			0,72
14	5	1			0,50
15	9	5			1,94 – сомнительный результат
16	5	1,5			0,50
17	5,35	0,29			0,28

Анализ полученных результатов измерений условной протяженности искусственных дефектов методом ультразвукового контроля в соответствии с ГОСТ Р 50.05.02 установил, что:

- 1) результат измерения, представленный ИЛ №13 в сечении «3-3» образца ОК-4, признан «грубым промахом»;
- 2) результаты измерений ИЛ №2 и ИЛ №4 в сечении «1-1», ИЛ №8 в сечении «3-3» и ИЛ №15 в сечении «5-5» образца ОК-4 признаются сомнительными, то есть, находятся в зоне предупреждения и подлежат дополнительной проверке;
- 3) результат измерения ИЛ №2 в сечении «5-5» образца ОК-4 признается неприемлемым и выполненным с грубым нарушением;
- 4) результаты измерений ИЛ №2 в сечениях «2-2» и «3-3» образца ОК-4 не представлены в протоколе испытаний и не засчитаны с точки зрения выполненного Задания на измерения;
- 5) качество результатов измерений остальных ИЛ признается удовлетворительным.

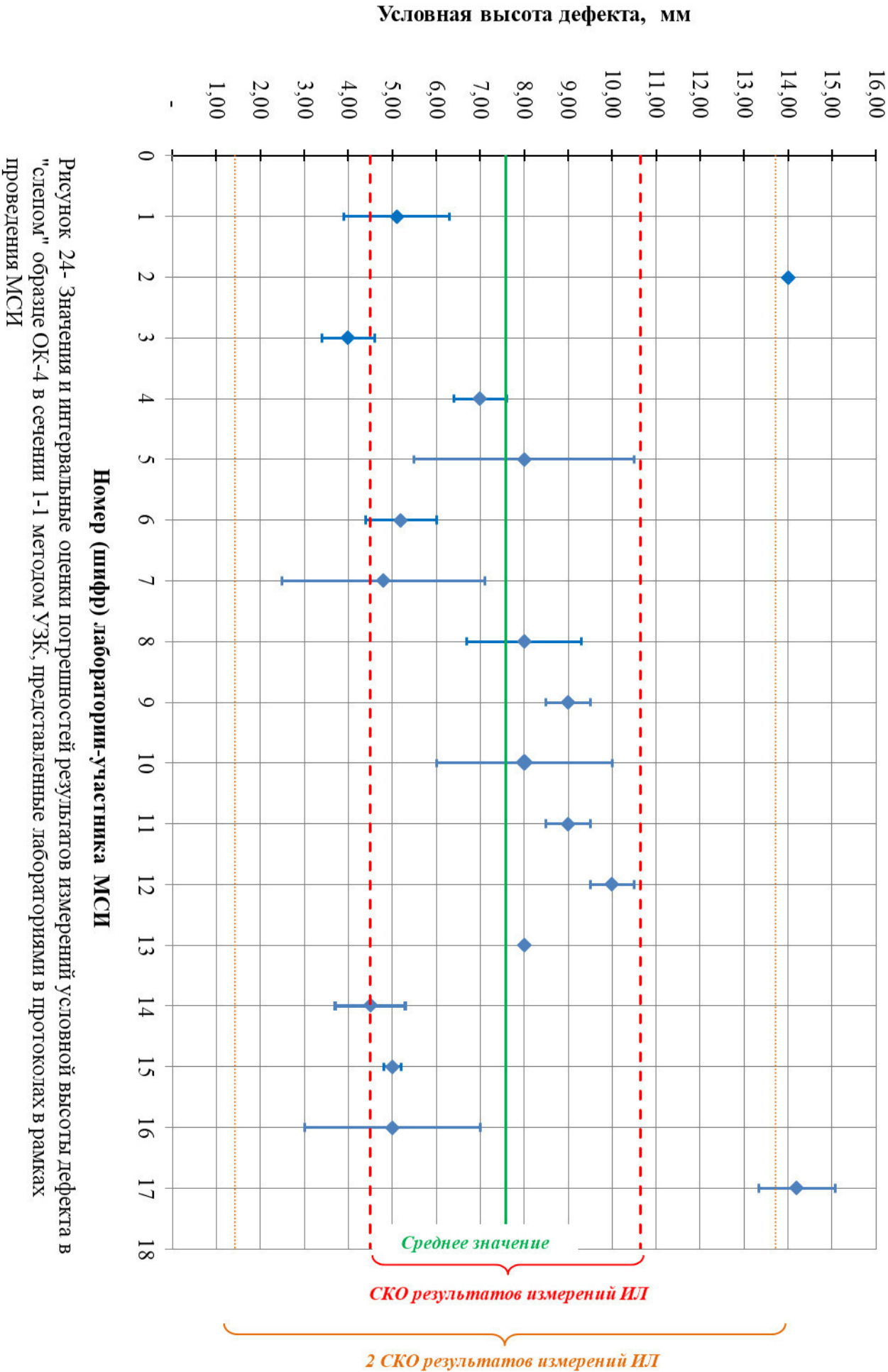
г) измерения условной высоты искусственных дефектов

Результаты визуального анализа представлены на рисунках 24-26.

Для результатов измерений условной высоты искусственных дефектов проведенным поиском «грубых промахов» (статистических выбросов) по критерию Граббса (1) установлено, что для этого контролируемого показателя образца ОК-4 при доверительной вероятности 95% и количестве измерений $n=17$ «грубых промахов» в исследуемой выборке нет.

Для 17-ти ИЛ-участников МСИ табулированные значения для 99 % и 95% уровней доверия составили $h(0,01)=2,35$ и $h(0,05)=1,87$ соответственно.

Результаты оценки характеристик функционирования ИЛ (квалификации лаборатории) с использованием расчетов h - индекса представлены в таблицах 22-24.



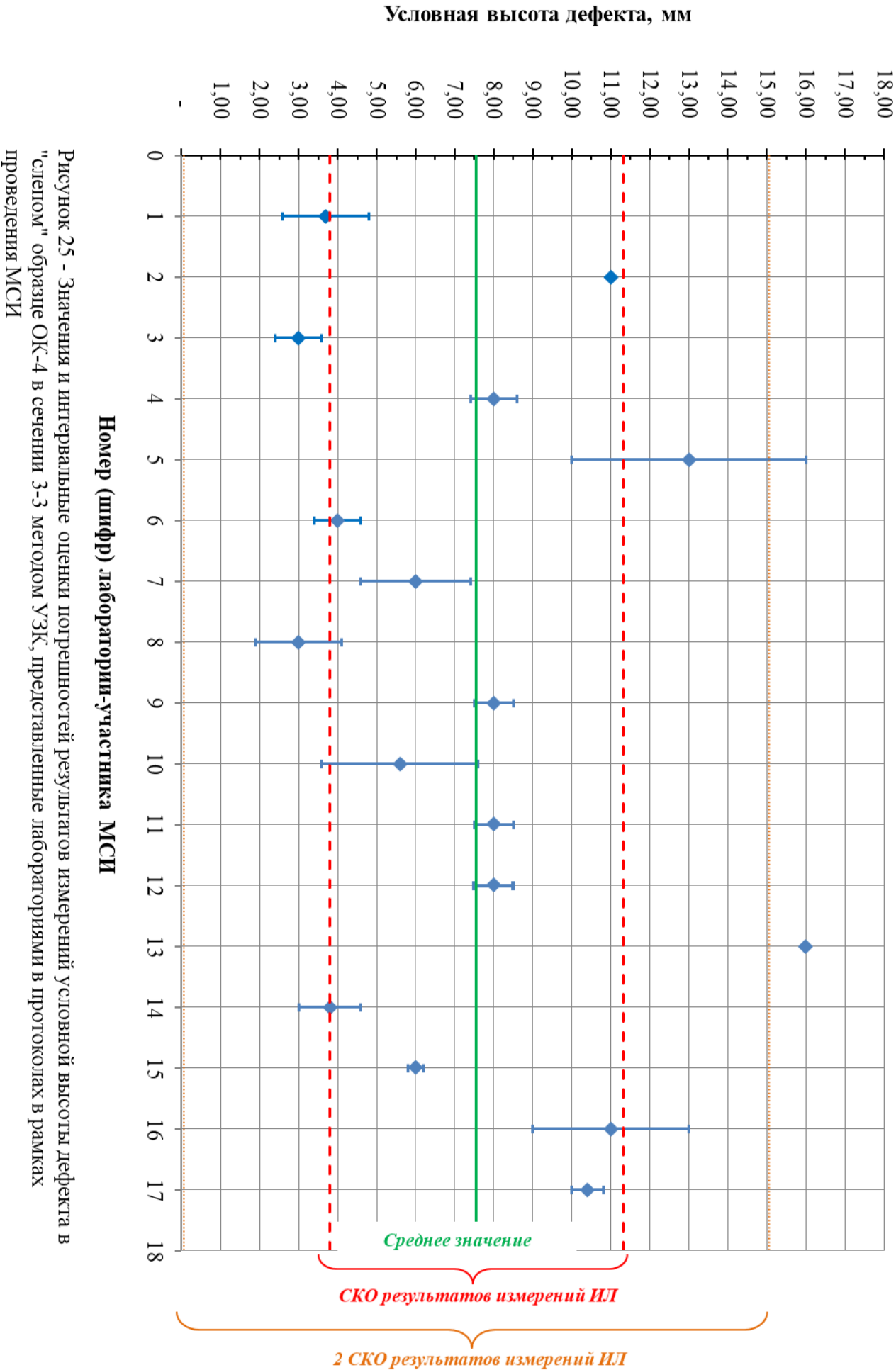


Рисунок 25 - Значения и интервальные оценки погрешностей результатов измерений условной высоты дефекта в "слепом" образце ОК-4 в сечении 3-3 методом УЗК, представленные лабораториями в протоколах в рамках проведения МСИ

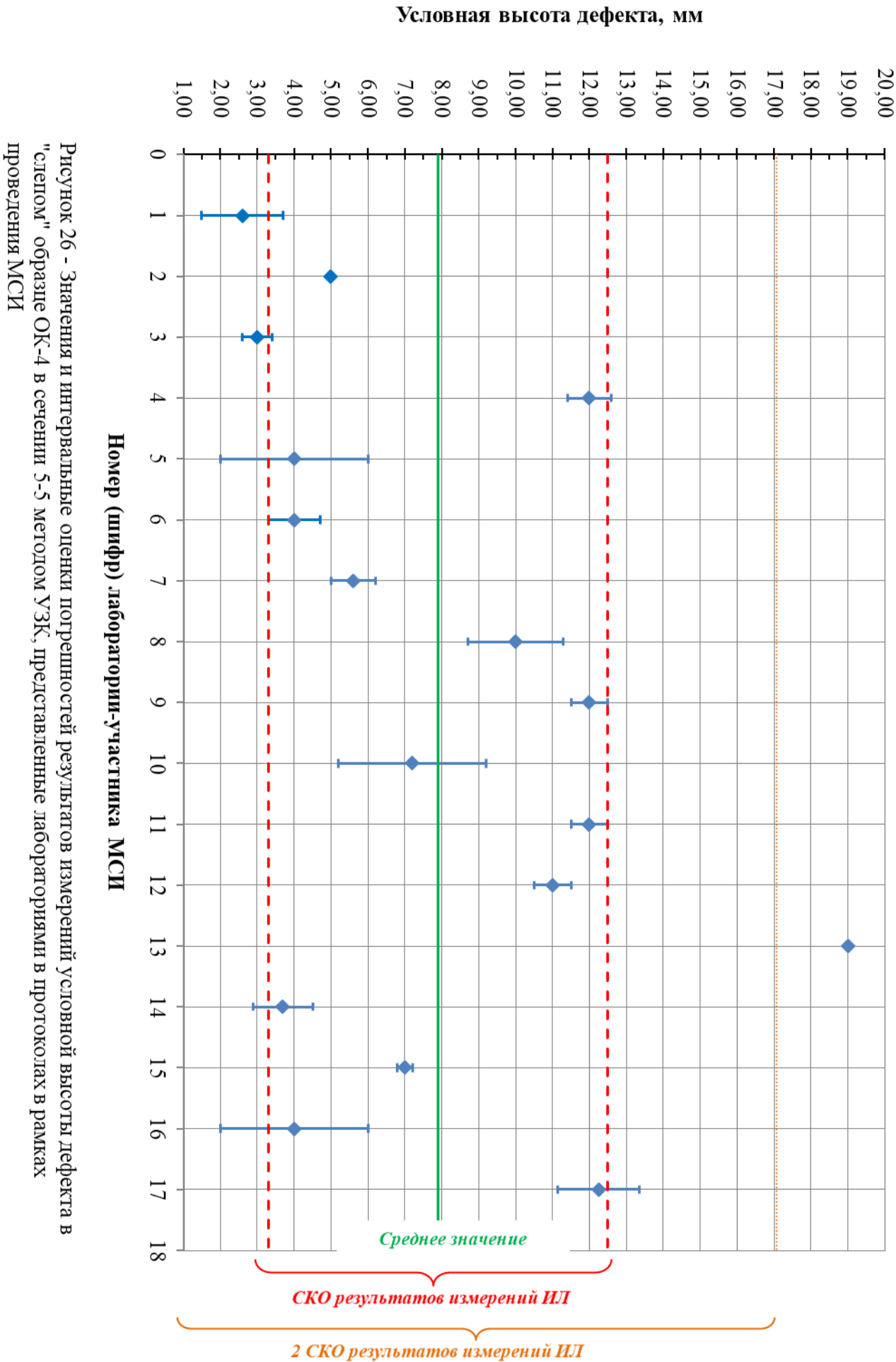


Рисунок 26 - Значения и интервальные оценки погрешностей результатов измерений условной высоты дефекта в "слепом" образце ОК-4 в сечении 5-5 методом УЗК, представленные лабораториями в протоколах в рамках проведения МСИ

Таблица 22 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений условной высоты искусственных дефектов в сечении «1-1» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	5,1	1,2	7,58	3,0734	0,81
2	14	-			2,09 – сомнительный результат
3	4,0	0,6			1,16
4	7,0	0,6			0,19
5	8	2,5			0,14
6	5,2	0,8			0,77
7	4,8	2,3			0,90
8	8,0	1,3			0,14
9	9,0	0,5			0,46
10	8,0	2,0			0,14
11	9,0	0,5			0,46
12	10,0	0,5			0,79
13	8	-			0,14
14	4,5	0,8			1,00
15	5,0	0,2			0,84
16	5	2			0,84
17	14,20	0,87			2,16 – сомнительный результат

Таблица 23 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений условной высоты искусственных дефектов в сечении «3-3» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	3,7	1,1	7,56	3,7528	1,03
2	11	-			0,92
3	3,0	0,6			1,21
4	8,0	0,6			0,12
5	13	3,0			1,45
6	4,0	0,6			0,95
7	6,0	1,4			0,42
8	3,0	1,1			1,21
9	8,0	0,5			0,12
10	5,6	2,0			0,52
11	8,0	0,5			0,12
12	8,0	0,5			0,12
13	16	-			2,25 - сомнительный результат
14	3,8	0,8			1,00
15	6,0	0,2			0,42
16	11	2			0,92
17	10,4	0,4			0,76

Таблица 24 – Оценка характеристики функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений условной высоты искусственных дефектов в сечении «5-5» образца для контроля ОК-4

Шифр ИЛ-участника	Результаты измерения, мм	Погрешность измерения, мм	Среднее значение результатов измерения ИЛ (выборки), мм	СКО результатов измерения ИЛ (выборки), мм	h-индекс
1	2,6	1,1	7,90	4,5891	1,16
2	5	-			0,63
3	3,0	0,4			1,07
4	12,0	0,6			0,89
5	4	2,0			0,85
6	4,0	0,7			0,85
7	5,6	0,6			0,50
8	10,0	1,3			0,46
9	12,0	0,5			0,89
10	7,2	2,0			0,15
11	12,0	0,5			0,89
12	11,0	0,5			0,67
13	19	-			2,42 – неприемлемый результат
14	3,7	0,8			0,92
15	7,0	0,2			0,20
16	4	2			0,85
17	12,25	1,1			0,95

Анализ полученных результатов измерений условной высоты искусственных дефектов методом ультразвукового контроля в соответствии с ГОСТ Р 50.05.02 установил, что:

- 1) результаты измерений ИЛ №2 и ИЛ №17 в сечении «1-1» и ИЛ №13 в сечении «3-3» образца ОК-4 признаются сомнительными, то есть, находятся в зоне предупреждения и подлежат дополнительной проверке;
- 2) результат измерения ИЛ №13 в сечении «5-5» образца ОК-4 признается неприемлемым и выполненным с грубым нарушением;
- 3) качество результатов измерений остальных ИЛ признается удовлетворительным.

4 Оценка контроля качества измерений и функционирования ИЛ.

Оценка достоверности результатов измерений, проводимых при ультразвуковом контроле. Выработка рекомендаций по устранению выявленных проблем (отклонений)

4.1 Оценка контроля качества измерений и функционирования ИЛ

Сводные результаты по оценке функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам измерений различных показателей дефектов различных размеров и ориентации в образцах ОК-2 и ОК-4 методами ультразвуковой толщинометрии в соответствии с ГОСТ Р 50.05.03 и ультразвукового контроля в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50.05.02 по программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» представлены в таблицах 25-26 и на рисунке 27.

Таблица 25 – Оценка функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам выявления искусственных дефектов (отражателей) и измерений их глубины залегания (остаточная толщина) в образце ОК-2 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50.05.03

Шифр ИЛ-участника	Количество проведенных измерений, шт.	Количество «грубых промахов» - выбросов, шт.	Количество сомнительных результатов по h-индексу, шт.	Количество неприемлемых результатов по h-индексу, шт.	Оценка функционирования лаборатории
1	2	3	4	5	6
1	5	0	0	0	удовлетворительно, не требуется выполнение предупреждающих действий
2	5	0	2	0	удовлетворительно, необходимо проверить процедуры измерений
3	5	0	0	0	удовлетворительно, не требуется выполнение предупреждающих действий
4	5	0	2	1	неудовлетворительно, необходимы корректирующие действия
5	5	0	0	0	удовлетворительно, не требуется выполнение предупреждающих действий
6	5	0	0	0	удовлетворительно, не требуется выполнение предупреждающих действий

продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5	6
7	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
8	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
9	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
10	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
11	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
12	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
13	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
14	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
15	5	1	0	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
16	5	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение предупреждающих действий
17	5	0	1	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений

По сумме оценок неудовлетворительный результат измерений образца ОК-2 по итогам МСИ показала только ИЛ №4.

Качество результатов измерений всех остальных лабораторий признается удовлетворительным. Однако, результаты измерений ИЛ №2, ИЛ №15 и

№17 находятся в зоне предупреждения. Этим необходимо проверить процедуры измерений для выявления появившейся и/или повторяющейся проблем.

Таблица 26 – Оценка функционирования ИЛ-участников МСИ по результатам выявления искусственных дефектов (отражателей) и измерений показателей дефектов различных размеров и ориентации в образце ОК-4 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50.05.02

Шифр ИЛ-участника	Количество проведенных измерений, шт.	Количество «грубых промахов» - выбросов, шт.	Количество сомнительных результатов по h-индексу, шт.	Количество неприемлемых результатов по h-индексу, шт.	Оценка функционирования лаборатории
1	2	3	4	5	6
1	16	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение корректирующих действий
2	14	4	3	0	<i>неудовлетворительно</i> , необходимы корректирующие действия
3	16	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение корректирующих действий
4	16	1	1	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
5	16	0	1	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
6	16	0	0	1	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
7	16	1	1	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
8	16	0	3	1	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
9	16	1	0	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
10	16	1	0	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
11	16	1	0	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
12	16	1	0	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений

продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5	6
13	16	2	1	3	<i>неудовлетворительно</i> , необходимы корректирующие действия
14	16	0	1	0	<i>удовлетворительно</i> , необходимо проверить процедуры измерений
15	16	3	2	0	<i>неудовлетворительно</i> , необходимы корректирующие действия
16	16	0	0	0	<i>удовлетворительно</i> , не требуется выполнение корректирующих действий
17	16	3	1	0	<i>неудовлетворительно</i> , необходимы корректирующие действия

По сумме оценок неудовлетворительные результаты измерений образца ОК-4 по итогам МСИ показали лаборатории ИЛ №2, ИЛ №13, ИЛ №15 и ИЛ №17.

По сумме оценок качество результатов измерений всех остальных лабораторий признается удовлетворительным. Однако, результаты измерений ИЛ №4, ИЛ №5, ИЛ №6, ИЛ №7, ИЛ №8, ИЛ №9, ИЛ №10, ИЛ №11, ИЛ №12 и №14 находятся в зоне предупреждения. Этим ИЛ необходимо проверить процедуры измерений для выявления появившейся и/или повторяющейся проблем.

4.2 Анализ заявленных погрешностей (неопределённостей) ИЛ

Проведённый выше (для результатов измерений каждого показателя каждого вида ОК) анализ представленных характеристик погрешностей (неопределённостей) результатов измерений каждой конкретной ИЛ установил:

- не всеми ИЛ-участниками МСИ результаты измерений в протоколах представлены с указанием значений погрешности (неопределённости);
- рядом ИЛ значения погрешности (неопределённости) представлены в некорректной форме;
- разброс значений погрешности (неопределённости) измерений показателя «остаточная толщина (глубина залегания дефекта)», определенных ла-

бораториями самостоятельно в соответствии алгоритмом с приложения А ГОСТ Р 50.05.03, при $P=0,95$, составляет от $\pm 0,1$ до $\pm 1,06$ мм (сведения из протоколов);

- разброс значений погрешности (неопределённости) измерений показателей по ГОСТ Р 50.05.02, приписанных лабораториями в соответствии с эксплуатационной документацией на СИ (прямой метод измерения), для показателей (сведения из протоколов):

- «глубина залегания дефекта» составил от $\pm 0,03$ до $\pm 5,4$ мм,
- «эквивалентная площадь дефекта» от $\pm 0,007$ до $\pm 14,6$ мм.
- «условная протяженность дефекта» от $\pm 0,29$ до $\pm 5,0$ мм,
- «условная высота дефекта» от $\pm 0,2$ до $\pm 3,0$ мм.

- нерассчитанные (неопределенные) доверительные интервалы суммарной погрешности или расширенной неопределенности результатов измерений ИЛ № 2 и ИЛ № 13 не обеспечили попадание этих результатов в доверительный интервал удвоенного значения СКО (при вероятности $P=0,95$) результатов измерений всех ИЛ.

При условии использования ИЛ-участниками МСИ приблизительно одинакового оборудования (с сопоставимыми метрологическими характеристиками) и квалификации персонала (удостоверения СПВЗ) указанные факты дают возможность Провайдеру подтвердить метрологические характеристики методик измерений (контроля) по ГОСТ Р 50.05.03 и ГОСТ Р 50.05.02 только для ИЛ, результаты которых с учетом доверительных границ суммарной погрешности или расширенной неопределенности находятся внутри или пересекают интервал удвоенного значения СКО результатов измерений всех ИЛ. Для остальных ИЛ заявленные характеристики погрешностей (неопределенностей) методик измерений не подтверждены.

Более подробного анализа метрологических характеристик вышеуказанных методик измерений в рамках процедуры МСИ сделать невозможно, но при этом гипотеза о подтверждении заявленных ИЛ погрешностей (неопределённостей) измерений в рамках МСИ отвергаться не может.

4.3 Контроль достоверности результатов в ИЛ

Результат оценки достоверности результатов измерений, проводимых в каждой конкретной ИЛ, с учетом требований к измерениям в области использования атомной энергии – допустимое значение наибольшей вероятности ошибочного признания годным в действительности негодного образца по результатам его измерения не должно превышать 5 % (не более 5 % брака или неудовлетворительных результатов измерений при контроле) – представлен на рисунке 27.

Примечание: Введено понятие «условной достоверности», т.к. объем данных для проведения статистически объективного анализа не достаточен. И о достоверности судим по качественному критерию «не должно превышать 5 %».

То есть для ИЛ, в которых получено более 1 (одного) неудовлетворительного результата (что составляет более 5% ошибочных результатов от общего числа измерений для каждого ОК соответственно), результаты измерений признаются «условно не достоверными».

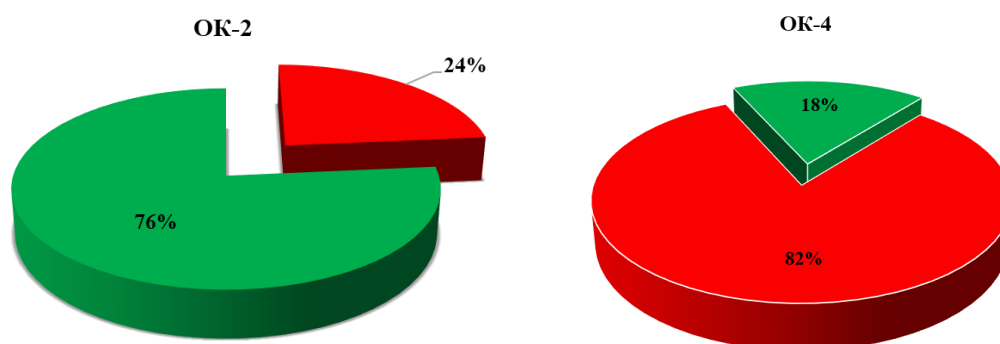


Рисунок 27 – Оценка «условной достоверности» результатов измерений, проводимых методом ультразвуковой толщинометрии по ГОСТ Р 50.05.03 (ОК-2) и методом ультразвуковой дефектоскопии по ГОСТ Р 50.05.02 (ОК-4) – проценты ИЛ, показавших более 5 % неудовлетворительных результатов ■ и 95 % и более удовлетворительных результатов ■ от общего числа участников МСИ

Для оценки реальной достоверности результатов измерений, проводимых в каждой конкретной ИЛ, необходимо увеличение объема контроля и объема однородных объектов измерений (исследований), а также меньшая периодичность проведения контрольных межлабораторных экспериментов, так как случайные процессы могут приводить к положительным результатам при отрицательном фактическом состоянии дел в ИЛ.

Такой подход позволил бы обеспечить единство измерений в организациях атомной отрасли и повысить доверие к результатам деятельности ИЛ.

4.4 Выработка рекомендаций

По результатам анализа проведенного раунда МСИ по контролю качества измерений при ультразвуковом контроле (ультразвуковая толщинометрия в соответствии с ГОСТ Р 50.05.03 и ультразвуковая дефектоскопия в соответствии с ГОСТ Р 50.05.02) по программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022»:

1) ИЛ-участникам МСИ, чья «условная достоверность» результатов не была подтверждена, т.е. чьи результаты измерений были признаны неудовлетворительными (выполненными с грубым нарушением) или чьи результаты измерений были признаны удовлетворительными, но требуется их дополнительная проверка, **рекомендуется проведение комплекса корректирующих действий**, включающего в себя, но не ограничиваясь ими, например:

- проверку процедур измерений, включая правильность пробоподготовки и применения использованной методики (метода) измерений;
- проверку качества поверки применённых средств измерений;
- организацию процедуры оперативного и периодического контроля качества измерений при испытаниях с целью обеспечения точности измерений в течение межповерочного интервала средств измерений.

2) ИЛ-участникам МСИ, которые в своих протоколах испытаний представили результаты измерений без указания значений погрешности (неопределённости) или с указанием значений погрешности (неопределённости), но в некорректной форме, а также чьи результаты измерений с учетом доверительных границ суммарной погрешности или расширенной неопределенно-

сти не попали внутрь или не пересекли интервал удвоенного значения СКО результатов измерений всех ИЛ **рекомендуется провести обучение персонала** по расчёту доверительного интервала суммарной погрешности ($\pm\Delta$) или расширенной неопределенности.

3) ИЛ-участникам, представившим итоговый результат измерений в протоколах испытаний в некорректной форме, необходимо **привести в соответствие с современными метрологическими требованиями (национальными и отраслевыми стандартами) форму представления результатов измерений** – числовое значение результата измерений (испытаний) должно содержать последнюю цифру в том же разряде, в котором находится последняя значащая цифра абсолютной погрешности результата измерений (испытаний).

На основании вышеизложенного для каждой ИЛ-участника МСИ в заключении, выдаваемом вместе со свидетельством об участии в МСИ, будут изложены выявленные конкретные проблемы (отклонения) и рекомендаций по их устранению.

5 Меры по предотвращению сговора участников МСИ и фальсификации результатов МСИ

За время проведения МСИ по программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» Провайдером была обеспечена полная конфиденциальность результатов испытаний и идентификационных номеров (шифров) ИЛ-участников МСИ. Эти сведения были известны только ограниченному кругу лиц из числа сотрудников Провайдера МСИ.

Во исполнение требований критериев аккредитации в процессе рассылки комплекта ОК и сопроводительной документации ИЛ-участники МСИ были предупреждены о том, что во избежание искажения общего результата проводимых МСИ результаты испытаний лабораторий, подозреваемых в сговоре, не будут принимать участие в общем статистическом исследовании, а

данные об этих лабораториях будут переданы Заказчику МСИ (Госкорпорации «Росатом»).

Лица, проводившие измерения, несли личную ответственность за фальсификацию и распространение полученных данных.

За время проведения МСИ у Провайдера не возникало подозрений о сговоре между ИЛ и подозрений о фальсификации полученных результатов. Поэтому анализу подвергались все заявленные испытательные лаборатории.

6 Подготовка свидетельств и заключений об участии в МСИ

По завершению раунда МСИ по программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» всем ИЛ-участникам оформлены свидетельства и заключения по утвержденным Главным метрологом Госкорпорации «Росатом» формам, которые вместе с анкетой удовлетворенности потребителя будут направлены в их адреса.

7 Отчетность по результатам МСИ

Отчет с результатами МСИ программе «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» будет размещен на сайте Провайдера www.bochvar.ru. В нем результаты и показатели качества измерений каждой ИЛ-участника МСИ будут соотноситься только с шифром соответствующей лаборатории, но не с ее названием и организацией. Шифр (идентификационный код) присваивался ИЛ-участникам МСИ на стадии получения заявок на участие и был сообщен участнику в заключении по результатам МСИ.

Согласно условиям программы «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» ИЛ-участник МСИ имела право отказаться от конфиденциальности в рамках программы проверки квалификации, например, с целью публичного обсуждения своих результатов для улучшения деятельности лаборатории. За время проведения МСИ отказов от конфиденциальности от ИЛ-участников в письменном виде на имя Провайдера не поступало.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам раунда МСИ по контролю качества измерений при ультразвуковом контроле (ультразвуковая толщинометрия, ультразвуковая дефектоскопия) сделаны следующие выводы:

1) Поставленные программой «П.МСИ.УЗК-533/036-2022» цели и задачи настоящих межлабораторных сличительных испытаний достигнуты в полном объеме:

- оценены достоверность и качество проводимых в испытательных лабораториях (центрах) измерений при неразрушающем контроле ультразвуковыми методами и компетентность персонала в целом;

- проанализированы заявленные каждой конкретной ИЛ характеристики погрешностей использованных методик измерений при контроле. Выработано решение о подтверждении или не подтверждении метрологических характеристик использованных методик измерений для каждой ИЛ;

- выявлены различия и проблемы (отклонения) в лабораториях, выработаны корректирующие действия.

2) По сумме оценок качества, анализа достоверности результатов измерений и решения о не подтверждении метрологических характеристик использованных методик измерений установлены испытательные лаборатории (центры) с неудовлетворительным результатом прохождения данного раунда МСИ: ИЛ № 4 по контролируемым показателям по ГОСТ Р 50.05.03, ИЛ № 2, ИЛ №13, ИЛ № 15 и ИЛ №17 по контролируемым показателям по ГОСТ Р 50.05.2.

3) Установлено несовершенство действующих методик измерений и контроля в части неоднозначного прочтения (понимания) текстов и отсутствия четких алгоритмов, необходимых для расчетов конечных результатов измерений и оценки погрешности (неопределенности) их измерений.

В целях обеспечения достоверности результатов измерений, выполняемых по методикам (методам) измерительного контроля, и единства изме-

ний в организациях Госкорпорации «Росатом» в целом Провайдер считает необходимым использовать только аттестованные методики, для которых будут установлены метрологические характеристики применительно к условиям каждой конкретной ИЛ, и аттестованные объекты в виде контрольных образцов (различных типов и материалов) для организации процедур оперативного контроля качества измерений.

5) Всем лабораториям-участникам оформлены свидетельства и заключения по результатам настоящих МСИ.

6) Подтверждена целесообразность процедуры межлабораторных сравнительных испытаний, как способа выявления существующих систематических ошибок и проблем в испытательных лабораториях, который является одним из путей повышения качества измерений, проводимых в Госкорпорации «Росатом» в целом.

----- конец отчета -----