

Общество с ограниченной ответственностью «Метрологический центр+»



СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «МЦ+»

И.С. Кончаков

« 14 » октября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ
ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫЕ РВС-1000

Методика поверки

МЦ 004/2025/МП

г. Ангарск
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения	3 стр.
2.	Перечень операций поверки	4 стр.
3.	Требования к условиям проведения поверки	4 стр.
4.	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4 стр.
5.	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4 стр.
6.	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6 стр.
7.	Внешний осмотр	6 стр.
8.	Подготовка к поверке	6 стр.
9.	Определение метрологических характеристик	7 стр.
9.1.	Измерение базовой высоты	7 стр.
9.2.	Сканирование внутренней полости	7 стр.
9.3.	Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы	8 стр.
9.4.	Подтверждение соответствия резервуаров метрологическим требованиям	10 стр.
10.	Оформление результатов поверки	10 стр.
	Приложение А	13 стр.
	Приложение Б	14 стр.
	Приложение В	16 стр.

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на резервуары стальные вертикальные цилиндрические теплоизолированные РВС-1000, заводские №№ 1, 2, 3, 4, 5, 7, расположенные по адресу: 692911, Приморский край, г. Находка, ул. Судоремонтная, д. 14 (далее – резервуары, СИ).

Резервуары предназначены для измерения объема, а также приема, хранения и отпуска нефтепродуктов.

1.2 Настоящий документ описывает методику проведения первичной и периодической поверки резервуаров.

1.3 Поверка резервуаров производится геометрическим (электронно-оптическим) методом.

1.4 При проведении поверки резервуаров по настоящей методике поверки эталоны единиц величин и (или) средства измерений, в том числе применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны обеспечивать прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы длины – метра (ГЭТ 2-2021) в соответствии с приложением Б (часть 2. Меры длины штриховые и измерители перемещений) Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 мм и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840.

1.5 В результате поверки резервуаров должны быть подтверждены метрологические характеристики, указанные в таблице 1:

Таблица 1 – метрологические характеристики поверяемых СИ

Наименование характеристики	Значение					
	1	2	3	4	5	7
Заводской номер						
Номинальная вместимость, м ³	1000					
Пределы допускаемой относительной погрешности определения вместимости (геометрический метод), %	± 0,20					

2. Перечень операций поверки

2.1. При проведении поверки резервуаров выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при		Номер пункта (раздела) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке	да	да	8
Определение метрологических характеристик	да	да	9
Измерение базовой высоты	да	да	9.1
Сканирование внутренней полости	да	да	9.2
Обработка результатов измерений и составление грудировочной таблицы	да	да	9.3
Подтверждение соответствия резервуаров метрологическим характеристикам	да	да	9.4

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Измерения параметров каждого из резервуаров проводят изнутри.

3.2 Для проведения измерений параметров резервуаров их освобождают от остатков нефти и нефтепродуктов, зачищают, пропаривают (при необходимости), промывают и вентилируют.

3.3 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 0 до +35
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К поверке резервуаров допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, техническую документацию на резервуары, средства поверки, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности труда в соответствии с действующими нормами законодательства Российской Федерации.

4.2 Измерения параметров резервуаров при их поверке проводит группа лиц (не менее двух человек), включающая не менее одного работника, прошедшего курсы повышения квалификации по соответствующей программе подготовки (поверитель).

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки резервуаров должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования, предъявляемые к средствам поверки	Рекомендуемые средства поверки
Раздел 8 «Подготовка к поверке»	<p>Средства измерения температуры окружающей среды в диапазоне измерений (0 - 60) °С, с пределом допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры ±0,3 °С.</p> <p>Средства измерения относительной влажности в диапазоне измерений (90 - 98) %, с пределом допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± (2 - 3) %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений (300 - 1100) гПа, с пределом допускаемой абсолютной погрешности измерений ±2,5 гПа.</p> <p>Средства бесконтактного измерения температуры поверхности объектов в диапазоне измерений (-30 - 100) °С, с пределом допускаемой абсолютной погрешности по инфракрасному каналу ±2,0 °С.</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)</p> <p>Термометр инфракрасный Testo 830-T1 (рег. № 48507-11)</p>
Раздел 9 «Определение метрологических характеристик»	<p>Машины координатно-измерительные мобильные в диапазоне измерений расстояний (0,6 - 25) м, с пределом допускаемой абсолютной погрешности измерений ±2 мм.</p> <p>Средства измерений уровня жидкости в диапазоне измерений (0 - 30) м, класса точности 2, с пределом допускаемого отклонения действительной длины от номинального значения ±[0,3+0,15(L-1)], где L – число полных и неполных метров в отрезке.</p>	<p>Машина координатно-измерительная мобильная FARO Laser Scanner Focus S 150 (рег. № 70272-18)</p> <p>Рулетка измерительная D80 (рег. № 21096-12)</p>
Примечание – допускается использовать при поверке другие средства измерений		

утвержденного типа, поверенные в установленном порядке, с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемым резервуарам

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Измерения параметров резервуаров во время грозы категорически запрещены.

6.2 Для освещения в темное время суток или при необходимости в дневное время суток при проведении измерений внутри резервуаров применяют светильники во взрывозащищенном исполнении.

6.3 Перед началом поверки резервуаров проверяют:

- исправность лестниц и помостов;
- чистоту внутренних поверхностей резервуаров.

6.4. В процессе измерений параметров резервуаров обеспечивают двух- или трехкратный обмен воздуха внутри резервуаров. Перед началом работ, при помощи газоанализатора, контролируют содержание в воздухе вредных паров и газов. Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе при нахождении внутри резервуара не должна превышать ПДК, установленную в ГОСТ 12.1.005-88.

7. Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре резервуаров проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуаров технической документации (паспортам);
- отсутствие прогибов и хлопунгов днища;
- наличие замерных горловин резервуаров и их соответствие технической документации (паспортам).

При внешнем осмотре резервуаров определяют перечень внутренних деталей, оборудования, влияющих на их вместимость, а также устанавливают марку на точку касания днища грузом.

По результатам внешнего осмотра должна быть установлена возможность проведения дальнейшей поверки резервуаров геометрическим методом или необходимость устранения выявленных дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или ее результаты.

8. Подготовка к поверке

8.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

- подготавливают резервуары и средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией (паспортом, руководством по эксплуатации);

- измеряют температуру внутренней поверхности стенок резервуара с помощью термометра инфракрасного.

- проверяют соблюдение условий поверки, указанные в разделе 3 «Требования к условиям проведения поверки» настоящей методики поверки.

8.2 Результаты измерений условий поверки вносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.2).

9. Определение метрологических характеристик

9.1 Измерение базовой высоты резервуара

9.1.1 Базовую высоту H_6 , мм, измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Показания шкалы рулетки отсчитывают с погрешностью ± 1 мм. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм.

9.1.2 Результаты измерений H_6 вносят в протокол, форма которого приведена в приложении А (таблица А.3).

9.1.3 Базовую высоту измеряют ежегодно. При изменении базовой высоты по сравнению с ее значением, установленным при поверке резервуара, более чем на 0,1% проводят внеочередную его поверку.

9.2 Сканирование внутренней полости резервуара

9.2.1 Перед сканированием определяют необходимое количество станций сканирования и места их расположения, обеспечивающих максимальное покрытие зоны сканирования.

Если измерения машиной координатно-измерительной мобильной FARO Laser Scanner Focus S 150 (далее – сканер лазерный, прибор) необходимо проводить с двух и более точек, то на днище и (или) стенках резервуара размещают марки или сферы, входящие в комплект поставки прибора или марки, изображенные на рисунке 1. После окончания измерений со всех точек по координатам сфер или марок, координаты, определенные с разных точек измерения в разных системах координат, вычисляются заново и приводятся в единую систему координат первой точки программным обеспечением комплектным к сканеру лазерному.

Сканирование производят последовательно с каждой станции в режиме кругового обзора (360°). Дискретность сканирования устанавливают в пределах от 3 до 5 мм.

Операции сканирования и взаимной привязки станций проводят в соответствии с требованиями технической документации на сканер лазерный.

Пределы погрешности вместимости резервуара зависят не только от точности применяемого прибора (сканера лазерного), но и от деформаций стенок резервуара и количества точек, координаты которых определены на ней. Минимальное количество точек на стенках резервуара, не должно быть меньше 100000.

Результаты измерений автоматически фиксируются и записываются в памяти сканера лазерного в заранее сформированном поверителем файле.

9.2.2 Измерения при определении абсолютной высоты низа приема-раздаточного патрубка (абсолютной высоты «мертвой полости»).

Абсолютную высоту низа приема-раздаточного патрубка – абсолютную высоту «мертвой полости» $H_{\text{мн}}$ вычисляют по формуле (1):

$$H_{\text{мн}} = h_{\text{л}} + h''_{\text{н}}, \quad (1)$$

где $h_{\text{л}}$ – превышение между точкой касания днища грузом рулетки и горизонтальной осью сканера лазерного;

$h''_{\text{н}}$ – превышение между горизонтальной осью сканера лазерного и низом приема-раздаточного патрубка резервуара.

Схема определения абсолютной высоты «мертвой» полости относительно точки касания днища грузом рулетки, изображена на рисунке 2.

Результаты измерений заносятся в протокол, форма которого приведена в приложении А.

9.3 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы

9.3.1 Обработку результатов измерений при поверке проводят в соответствии с приложением В.

9.3.2 Градуировочную таблицу составляют с шагом $\Delta H_{\text{н}} = 1$ см, начиная с исходного уровня и до предельного уровня наполнения резервуара $H_{\text{нпр}}$.

9.3.3 К значениям посантиметровой вместимости вносят поправку на температурное расширение стенок резервуара в зависимости от температуры приведения (20 °С или 15 °С) с учетом формул В.2 (приложение В) или В.3 (приложение В) соответственно.

Значение стандартной (приведенной) температуры, которому соответствует градуировочная таблица, указывается на ее титульном листе.

9.3.4 Расчет доверительных границ погрешности результатов определения объема (вместимости) резервуара.

9.3.4.1 Доверительная граница случайной составляющей погрешности.

Доверительную границу случайной составляющей погрешности результата измерений объема (вместимости) резервуара на заданном уровне, м^3 , определяют по формуле (2):

$$\varepsilon(P) = Z_{p/2} \cdot S(V), \quad (2)$$

где $Z_{p/2}$ – точка нормированной функции Лапласа, отвечающая вероятности Р. При выбранной доверительной вероятности $P=0,95$ принимают $Z_{p/2} = 2$;

$S(V)$ – суммарное среднее квадратичное отклонение (далее - СКО) измерений объема (вместимости) резервуара, м^3 , вычисляют по формуле (3):

$$S(V) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (S_{Y_i})^2 \cdot (H_i \cdot (1 + 3 \cdot \alpha \cdot |t - 20|))^2}, \quad (3)$$

где S_{Y_i} – СКО измерений площади сечения «кольца» облака точек высотой 1 см. Это значение определяется автоматически средствами программного обеспечения FARO SCENE;

α – коэффициент теплового расширения материала стенок резервуара, °C⁻¹;

t – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, значение берется из свидетельства о поверке средства измерения температуры, °C;

H_i – шаг градуировки.

9.3.4.2 Доверительная граница не исключённой систематической погрешности (далее – НСП).

Доверительную границу НСП результата измерений объема (вместимости) на заданном уровне, м³, вычисляют по формуле (4):

$$\Theta(P) = k \cdot \sqrt{[S_i \cdot (1 + 3 \cdot \alpha \cdot |t - 20|)]^2 \cdot (0,001)^2 + (\Delta t)^2 \cdot (3 \cdot \alpha \cdot V_i)^2}, \quad (4)$$

где k – поправочный коэффициент. При выбранной доверительной вероятности $P=0,95$ принимают $k = 1,1$;

S_i – площадь сечения резервуара на i -том уровне, м²;

α – коэффициент теплового расширения материала стенок резервуара, °C⁻¹;

Δt – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, значение берется из свидетельства о поверке средства измерений температуры (термометра, пирометра), °C;

V_i – значение объема жидкости на вычисляемом уровне, м³;

Коррекция доверительной границы случайной погрешности.

Если $\frac{\Theta(P)}{S(V)} < 0,8$, то НСП пренебрегают и в качестве доверительной границы случайной погрешности результата измерений объема (вместимости) принимают доверительные границы случайных погрешностей измерений объема (вместимости), м³, которые определяют по формуле (5):

$$\Delta P = \varepsilon(P), \quad (5)$$

где $\varepsilon(P)$ – доверительные границы случайной погрешности результата измерений объема (вместимости), м³, вычисленные по формуле (2).

Если $\frac{\Theta(P)}{S(V)} > 8$, то пренебрегают случайными погрешностями и в качестве доверительной границы погрешности результата измерений объема (вместимости) принимают

доверительные границы НСП измерений объема (вместимости), м³, которые определяют по формуле (6):

$$\Delta(P) = \Theta(P) \quad (6)$$

где $\Theta(P)$ – доверительные границы НСП результата измерений объема (вместимости), м³, вычисленные по формуле (4).

Если $0,8 \leq \frac{\Theta(P)}{S(V)} \leq 8$, то доверительную границу погрешности результата измерений объема (вместимости) на заданном уровне, м³, вычисляют по формуле (7):

$$\Delta(P) = K[\varepsilon(P) + \Theta(P)] \quad (7)$$

где K – коэффициент, значение которого для доверительной составляющей $P=0,95$ принимают равным 0,76;

$\varepsilon(P)$ – доверительная граница случайной погрешности результата измерений объема (вместимости), м³;

$\Theta(P)$ – доверительные границы НСП результата измерений объема (вместимости), м³.

Доверительную границу относительной погрешности результата измерений объема (вместимости) на заданном уровне, %, вычисляют по формуле (8):

$$\delta(P) = \frac{\Delta(P)}{V_{hi}} \cdot 100 \% , \quad (8)$$

где $\Delta(P)$ – значение доверительной границы погрешности результата измерений объема (вместимости) на заданном уровне, м³, вычисленной по формуле (5), либо (6), либо (7);

V_{hi} – значение объема жидкости на вычисляемом уровне, м³.

9.4 Подтверждение соответствия резервуаров метрологическим требованиям

Обработку результатов измерений проводят посредством программного обеспечения FARO SCENE, входящего в состав сканера лазерного или допускается применение аналогичного программного обеспечения.

Резервуар соответствует метрологическим требованиям, если значение относительной погрешности его вместимости, определенное по разделу 9 настоящей методики поверки, не превышает значение предела допускаемой относительной погрешности вместимости резервуара, указанного в разделе 1 данной методики поверки.

10. Оформление результатов поверки.

10.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствующем порядке и в сроки, установленные требованиями действующего законодательства в ОЕИ. По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае

положительных результатов поверки, на каждый из резервуаров оформляется свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки, дополнительно, оформляют извещение о непригодности.

10.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- градуировочную таблицу резервуара;
- протокол измерений.

Форма протокола измерений приведена в приложении А.

10.3 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении Б.

10.4 Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы, а также протокол измерений подписывает поверитель.

10.5 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в том случае, если оно оформляется).

10.6 Градуировочную таблицу утверждает руководитель или уполномоченное лицо организации, проводившей поверку.

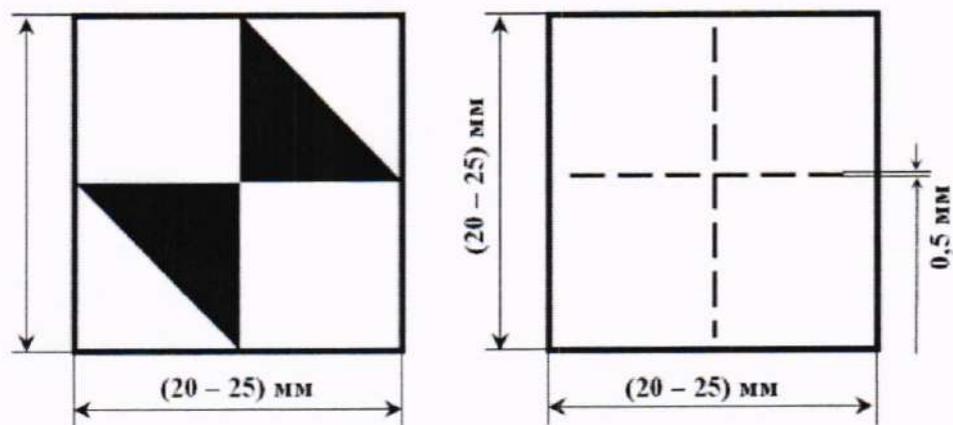


Рисунок 1 – Бумажные визирные марки

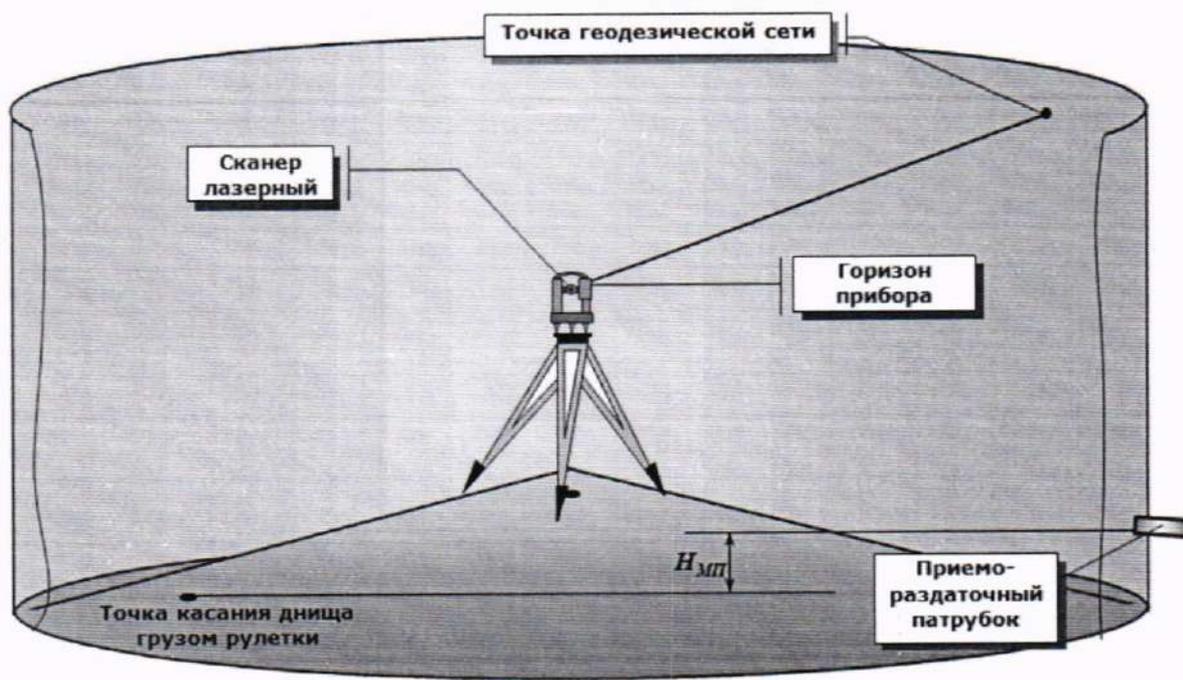


Рисунок 2 – Определение абсолютной высоты «мертвой» полости относительно точки касания дна грузом рулетки, горизонтальных координат и абсолютной высоты точек на стенках резервуара

Приложение А
(рекомендуемое)

Протокол измерений параметров резервуара

Таблица А.1 – Общие данные

Регистрационный номер	Дата проведения			Основание для проведения поверки
	число	месяц	год	

Продолжение таблицы А.1

Место проведения поверки	Средства измерений

Окончание таблицы А.1

Резервуар			
номер	тип	назначение	погрешность определения вместимости, %

Таблица А.2 – Условия проведения измерений

Температура воздуха t , °С	Температура стенок, °С	Атмосферное давление, кПа

Таблица А.3 – Параметры резервуара

Базовая высота, H_0 , мм	Высота «мертвой полости», мм

Должность

Подпись

Инициалы, фамилия

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Б.1 – Форма титульного листа градуировочной таблицы

УТВЕРЖДАЮ:

«__» _____ 20__ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

Резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный
РВС-1000 № _____

Организация: _____

Данные приведены к температуре: +20 °С

Пределы допускаемой относительной погрешности вместимости: $\pm 0,2\%$

Срок очередной поверки: _____

Номинальная вместимость, м³:

Базовая высота, мм:

Предельная абсолютная высота наполнения, мм:

Вместимость на предельную абсолютную высоту наполнения, м³:

Абсолютная высота «мертвой» полости, мм:

Вместимость «мертвой» полости, м³:

Подпись

Должность, инициалы, фамилия

Б.2 – Форма градуировочной таблицы

Организация:

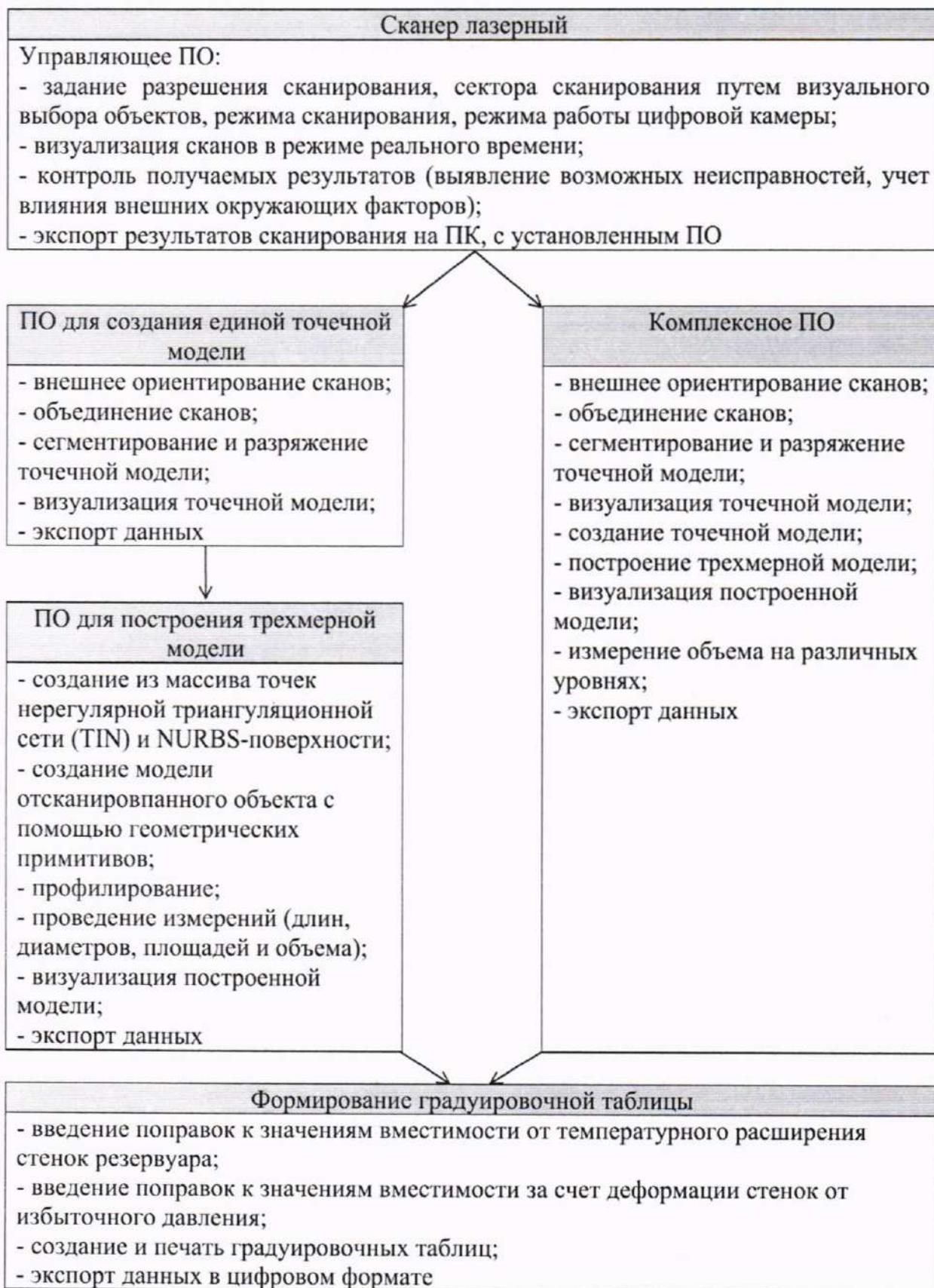
Резервуар №

Посантиметровая вместимость резервуара

Уровень, см	Вместимость, м ³	Коэффициент вместимости, м ³ /мм	Уровень, см	Вместимость, м ³	Коэффициент вместимости, м ³ /мм
0			...		
1			...		
2			...		
3			...		
...			H_i		

Приложение В
(обязательное)

В.1 – Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера лазерного и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



В.2 – Вычисление вместимости резервуара, приведенной к стандартным температурам 15 °С или 20 °С.

Поправку на температурное расширение стенок резервуара к значениям вместимости резервуара, вычисленным по В.1 вычисляют по формуле:

$$V_t = V \cdot K_t, \quad (\text{В.1})$$

где K_t – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры стенки на вместимость, 1/°С;

V – действительная вместимость, установленная при поверке, м³.

а) при приведении значений вместимости к стандартной температуре 20 °С величину K_t' вычисляются по формуле:

$$K_t' = \left[1 + 3\alpha_p (20 - T_p) \right] \quad (\text{В.2})$$

б) при приведении значений вместимости к стандартной температуре 15 °С величину K_t' вычисляются по формуле:

$$K_t' = \left[1 + 3\alpha_p (15 - T_p) \right], \quad (\text{В.3})$$

где α_p – коэффициент линейного расширения (сжатия) металла, из которого изготовлен резервуар. Значение его для стали может быть принято равным: $12,5 \cdot 10^{-6}$ 1/°С;

T_p – температура стенки, /°С;

20(15) – значение стандартной температуры, при которой определена вместимость резервуара в целом, °С.

В.3 – Погрешность определения вместимости резервуара

Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара, приведены в таблице В.2.

Таблица В.2 - Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара

Наименование параметра	Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара
Внутренний диаметр, %	±0,13
Высота стенки резервуара, %	±0,15
Координата точки измерения базовой высоты, мм	±3,0

При соблюдении пределов допускаемой погрешности измерений, указанных в таблице В.2, погрешность вместимости резервуара находится в пределах ±0,20%