

Общество с ограниченной ответственностью «Метрологический центр+»



СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «МЦ+»

И.С. Кончаков

Государственная система обеспечения единства измерений

ТАНКИ ГРУЗОВЫЕ САМОХОДНОГО  
НАЛИВНОГО СУДНА «АЛЕКСЕЙ ПАХОМОВ»

Методика поверки

МЦ 11-42.2024 МП

г. Ангарск  
2024 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 танка	7 стр.
9.2.	Сканирование внутренней полости танка	7 стр.
9.3.	Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы	8 стр.
9.4.	Подтверждение соответствия танка 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 танки грузовые самоходного наливного судна «Алексей Пахомов», заводские №№ 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, проекта Р6363Ж (далее - танки), предназначенные для хранения и перевозки нефти и нефтепродуктов, проведения государственных учетных и торговых операций, взаимных расчетов между поставщиком и потребителем.

1.2 Настоящий документ описывает методику проведения первичной и периодической поверки танков грузовых самоходного наливного судна «Алексей Пахомов».

1.3 Поверке подлежат каждый из танков грузовых, заводские №№ 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, расположенных на самоходном наливном судне «Алексей Пахомов».

1.4 Поверка танков производится геометрическим (электронно-оптическим) методом.

1.5 При проведении поверки танков 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.

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

Таблица 1 – метрологические характеристики поверяемых СИ

Наименование характеристики	Значение							
Заводской номер	11	12	21	22	31	32	41	42
Номинальная вместимость, м <sup>3</sup>	304,0		155,0		309,0		295,0	
Пределы допускаемой относительной погрешности определения вместимости (геометрический метод), %	$\pm 0,25$							

## 2. Перечень операций поверки

2.1. При проведении поверки танков 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 танка	да	да	9
Измерения базовой высоты танка	да	да	9.1
Сканирование внутренней полости танка	да	да	9.2
Обработка результатов измерений и составление грудуировочной таблицы	да	да	9.3
Подтверждение соответствия танка метрологическим характеристикам	да	да	9.4

## 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Измерения параметров каждого из танков проводят изнутри.

3.2 Для проведения измерений параметров танков 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 -5 до +35
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

## 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

4.2 Измерения параметров танков при их поверке проводят 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 танков должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – средства поверки

Операции поверки, требующие применения 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) °C, с пределом допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры ±0,3 °C.</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 ±2,5 гПа.</p> <p>Средства бесконтактного измерения температуры поверхности объектов в диапазоне измерений (-30 – 100) °C, с пределом допускаемой абсолютной погрешности по инфракрасному каналу ±2,0 °C.</p>	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)
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 3D X130 (рег. № 59654-15)</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 танкам		

## **6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 Измерения параметров танков во время грозы категорически запрещены.

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

6.3 Перед началом поверки танков проверяют исправность:

- лестниц с поручнями и подножками;
- помостов с ограждениями.

6.4. В процессе измерений параметров танков обеспечивают двух- или трехкратный обмен воздуха внутри танков. При этом анализ воздуха на содержание вредных паров и газов проводят через каждый час.

6.5. Продолжительность работы внутри танка не более 4-х часов, после каждой четырехчасовой работы - перерыв на один час.

## **7. Внешний осмотр**

7.1 При внешнем осмотре танков проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей танков технической документации (паспортам);
  - исправность лестниц (трапов) и помостов;
  - чистоту внутренних поверхностей танков;
  - отсутствие прогибов и хлопунов днища;
  - наличие замерных горловин танков и их соответствие технической документации (паспортам).

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

По результатам внешнего осмотра должна быть установлена возможность проведения дальнейшей поверки танков 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 поверяемые средства измерений и средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией (паспортом, руководством по эксплуатации);
  - измеряют температуру внутренней поверхности стенок танка 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 танка**

9.5.1 Базовую высоту  $H_b$ , мм, измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Показания шкалы рулетки отсчитывают с погрешностью  $\pm 1$  мм. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм.

Значение базовой высоты наносят на табличку, прикрепленную к измерительной трубе, или указывают на настиле главной палубы рядом с измерительной трубой, методом окраса.

9.5.2 Результаты измерений  $H_b$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении А (таблица А.3).

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

Результаты ежегодных измерений базовой высоты оформляют актом, составленным в произвольной форме.

### **9.2 Сканирование внутренней полости танка**

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 3D X130 (далее – сканер лазерный, прибор) необходимо проводить с двух и более точек, то на днище и (или) стенках танка 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 танка зависят не только от точности применяемого прибора (сканера лазерного), но и от деформаций стенок танка и количества точек, координаты которых определены на ней. Минимальное количество точек на стенках танка, 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»  $H_{mn}$  вычисляют по формуле (1):

$$H_{mn} = h_z + h''_n , \quad (1)$$

где  $h_z$  – превышение между точкой касания днища грузом рулетки и горизонтальной осью сканера лазерного;

$h''_n$  – превышение между горизонтальной осью сканера лазерного и низом приема-раздаточного патрубка танка.

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  $\Delta H_n = 1$  см, начиная с исходного уровня и до предельного уровня наполнения танка  $H_{np}$ .

9.3.3 К значениям посантиметровой вместимости вносят поправку на температурное расширение стенок танка в зависимости от температуры приведения (20 °C или 15 °C) 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) танка.

#### 9.3.4.1 Доверительная граница случайной составляющей погрешности.

Доверительную границу случайной составляющей погрешности результата измерений объема (вместимости) танка на заданном уровне, м<sup>3</sup>, 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 Р=0,95 принимают  $Z_{p/2} = 2$ ;

$S(V)$  – суммарное среднее квадратичное отклонение (далее - СКО) измерений объема

(вместимости) танка, м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле (3):

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

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

$\alpha$  - коэффициент теплового расширения материала стенок танка, °C<sup>-1</sup>;

$t$  – 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, м<sup>3</sup>, 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 танка на  $i$ -том уровне, м<sup>2</sup>;

$\alpha$  - коэффициент теплового расширения материала стенок танка, °C<sup>-1</sup>;

$\Delta t$  – 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, м<sup>3</sup>;

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), м<sup>3</sup>, которые определяют по формуле (5):

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

где  $\varepsilon(P)$  – доверительные границы случайной погрешности результата измерений объема (вместимости), м<sup>3</sup>, 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), м<sup>3</sup>, которые определяют по формуле (6):

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

где  $\Theta(P)$  – доверительные границы НСП результата измерений объема (вместимости), м<sup>3</sup>, 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, м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле (7):

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

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

$\varepsilon(P)$  – доверительная граница случайной погрешности результата измерений объема (вместимости), м<sup>3</sup>;

$\Theta(P)$  – доверительные границы НСП результата измерений объема (вместимости), м<sup>3</sup>.

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, м<sup>3</sup>, вычисленной по формуле (5), либо (6), либо (7);

$V_{hi}$  – значение объема жидкости на вычисляемом уровне, м<sup>3</sup>.

#### 9.4 Подтверждение соответствия танка метрологическим требованиям

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

Танк соответствует метрологическим требованиям, если значение относительной погрешности вместимости танка, определенное по разделу 9 настоящей методики поверки, не превышает значение предела допускаемой относительной погрешности вместимости танка, 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 танков оформляется свидетельство о поверке.

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

10.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- градуировочную таблицу танка;
- 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.

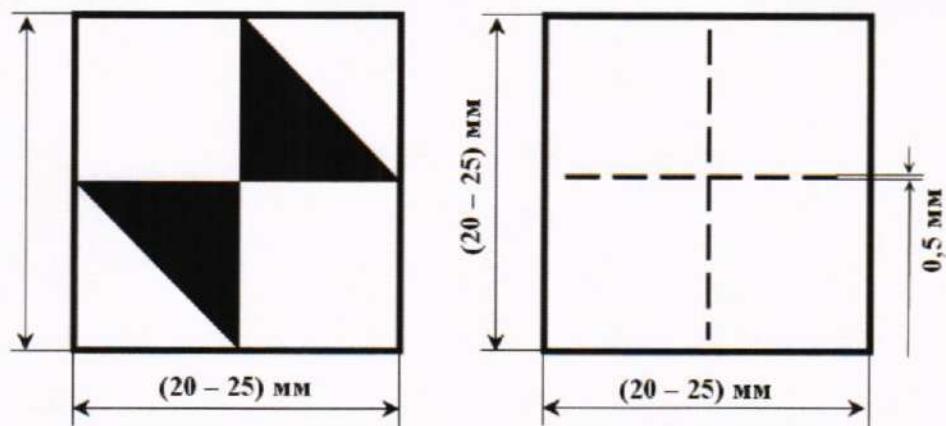


Рисунок 1 – Бумажные визирные марки

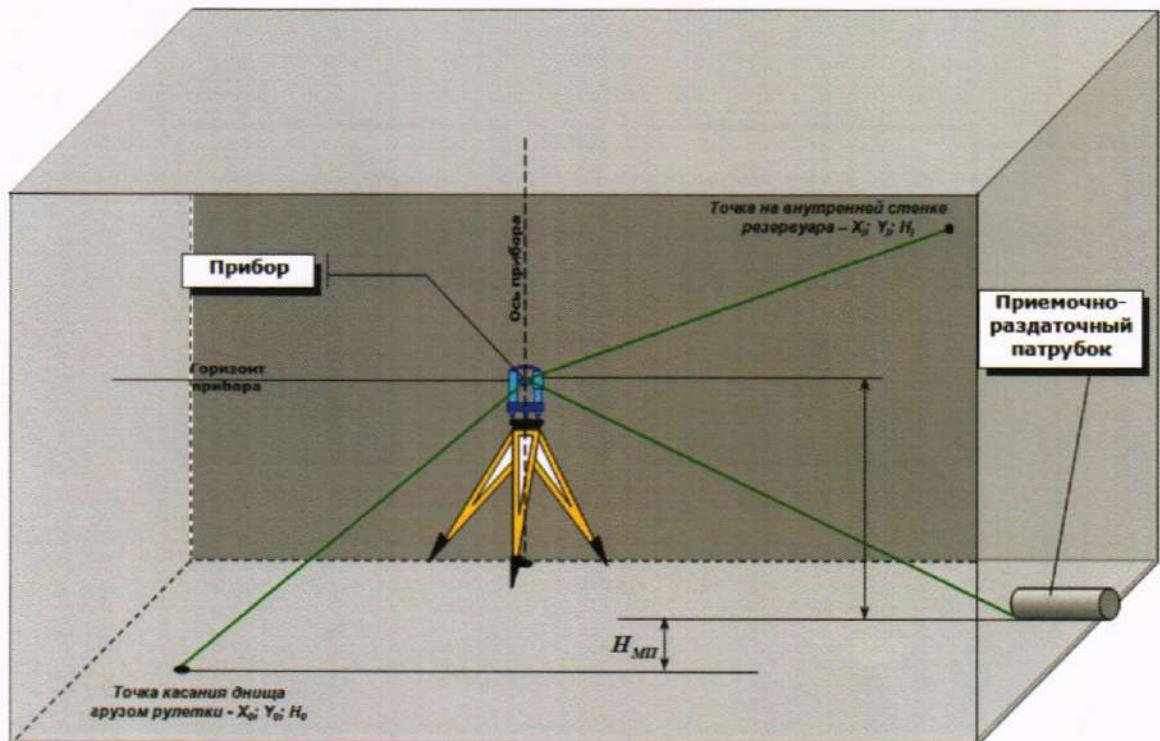


Рисунок 2 – Определение абсолютной высоты «мертвой» полости относительно точки касания днища грузом рулетки, горизонтальных координат и абсолютной высоты точек на стенах танка

Приложение А  
(рекомендуемое)

Протокол измерений параметров танка

Таблица А.1 – Общие данные

Регистрационный номер	Дата проведения			Основание для проведения проверки
	число	месяц	год	

Продолжение таблицы А.1

Место проведения поверки	Средства измерений

Окончание таблицы А.1

Танк			
номер	тип	назначение	погрешность определения вместимости, %

Таблица А.2 – Условия проведения измерений

Температура воздуха $t, {}^{\circ}\text{C}$	Температура стенок танка, ${}^{\circ}\text{C}$	Атмосферное давление, кПа

Таблица А.3 – Параметры танка

Базовая высота, $H_b, \text{мм}$	Высота «мертвой полости», $\text{мм}$

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

Танк грузовой самоходного наливного судна «Алексей Пахомов»  
Танк №\_\_\_\_\_

Организация: \_\_\_\_\_

Данные приведены к температуре: +20 °C

Пределы допускаемой относительной погрешности вместимости: ±2,5%

Срок очередной поверки: \_\_\_\_\_

Номинальная вместимость, м<sup>3</sup>:

Базовая высота, мм:

Предельная абсолютная высота наполнения, мм:

Вместимость на предельную абсолютную высоту наполнения, м<sup>3</sup>:

Абсолютная высота «мертвой» полости, мм:

Вместимость «мертвой» полости, м<sup>3</sup>:

Подпись

Должность, инициалы, фамилия

## Б.2 – Форма градуировочной таблицы

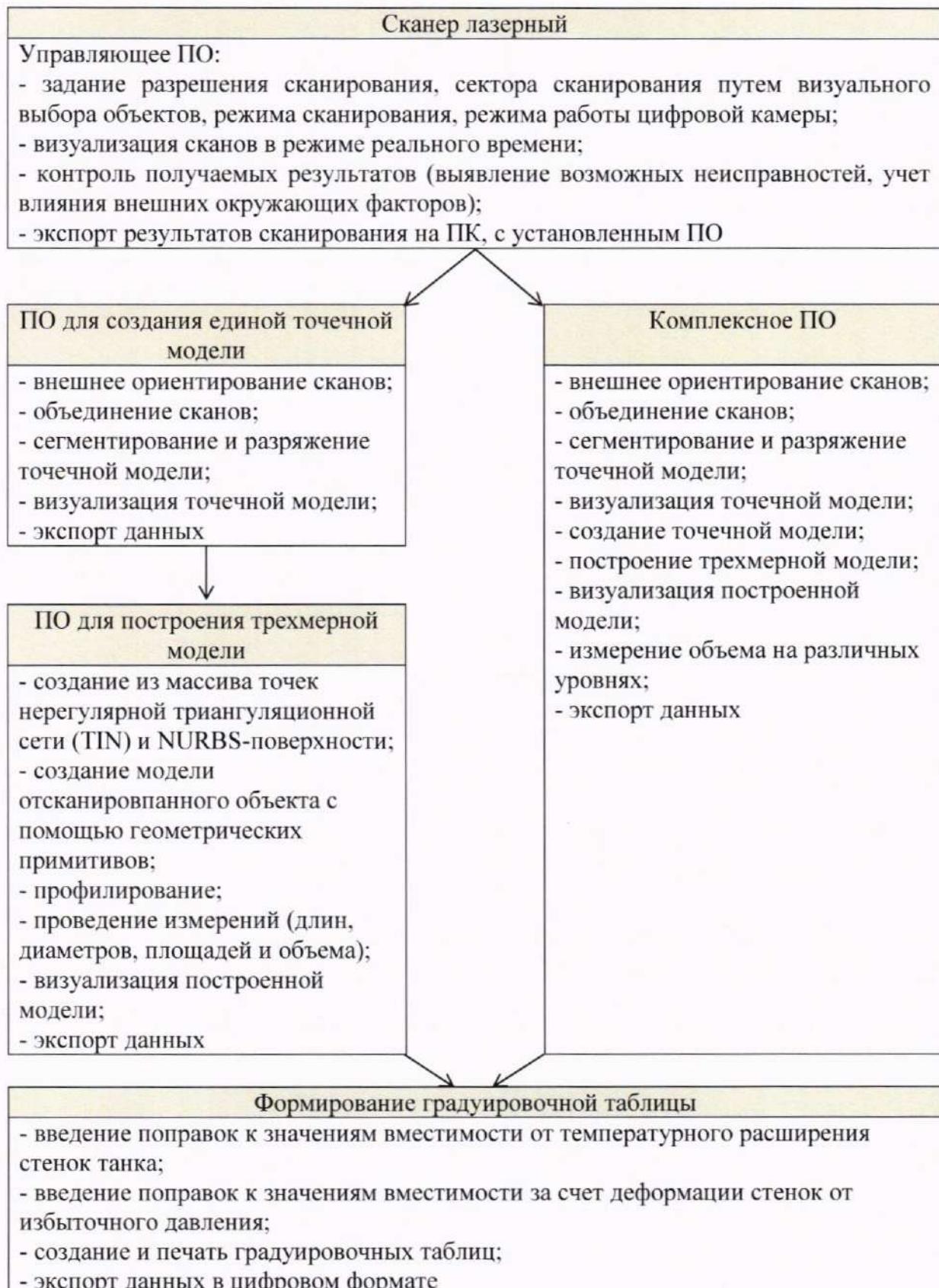
Организация:  
Танк №

Посантиметровая вместимость танка

Уровень, см	Вместимость, $m^3$	Коэффициент вместимости, $m^3/mm$	Уровень, см	Вместимость, $m^3$	Коэффициент вместимости, $m^3/mm$
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 танка, приведенной к стандартным температурам 15 °C или 20 °C.

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

$$V_t = V \cdot K_t, \quad (B.1)$$

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

$V$  – действительная вместимость, установленная при поверке, м<sup>3</sup>.

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

$$K_t' = [1 + 3\alpha_p(20 - T_p)], \quad (B.2)$$

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

$$K_t' = [1 + 3\alpha_p(15 - T_p)], \quad (B.3)$$

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

$T_p$  – температура стенки, °C;

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

### В.3 – Погрешность определения вместимости танка

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

Таблица В.2 - Пределы допускаемой погрешности измерений параметров танка

Наименование параметра	Пределы допускаемой погрешности измерений параметров танка
Внутреннее сечение, %	±0,13
Длина танка, %	±0,15
Координата точки измерения базовой высоты, мм	±3,0

При соблюдении пределов допускаемой погрешности измерений, указанных в таблице В.2, погрешность вместимости танка находится в пределах ±0,25%