

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»**

А.Н. Щипунов



2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Счетчик частиц в жидкости LS-60

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 640-006-26**

**пгт. Менделеево
2026 г.**

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на счетчик частиц в жидкости LS-60 (далее – счетчик) с серийным номером 250742533 и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.2 Счетчик до ввода в эксплуатацию подлежит первичной поверке, а в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта - периодической поверке.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений счетной концентрации частиц в жидкости, см ⁻³	от 0,01 до 4000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в жидкости, %	±30
Номинальный объемный расход отбираемой пробы, см ³ /мин	60
Пределы допускаемой относительной погрешности установки объемного расхода отбираемой пробы, %	±5

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках поверки, проводимой по данной методике, обеспечивается передача единицы счетной концентрации частиц в жидкости в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163-2020 (далее – ГЭТ 163-2020).

1.5 При определении метрологических характеристик используется метод непосредственного сравнения результата измерений поверяемого счетчика со значением счетной концентрации взвешенных частиц в жидкости, определенным рабочим эталоном.

1.6 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки в сокращенном объеме.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
2.1 Контроль условий поверки	8.1	Да	Да
2.2 Подготовка к поверке	8.2	Да	Да
2.3 Опробование	8.3	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.1 Проверка номинального объемного расхода отбираемой пробы и определение относительной погрешности его установки	10.1	Да	Да
4.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в жидкости	10.2	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C от плюс 15 до плюс 35;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

3.2 Характеристики питающей электрической сети должны быть следующие:

- напряжение переменного тока, В от 198 до 242;
- частота переменного тока, Гц от 49 до 51.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие образование не ниже среднего технического, аттестованные в качестве поверителя, владеющие техникой измерений параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на счетчик, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При поверке должны быть использованы средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °C до плюс 35 °C с абсолютной погрешностью в пределах ± 1 °C. Средство измерений относительной влажности воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью в пределах ± 2 %. Средство измерений атмосферного давления от 80 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,5$ кПа.	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 мод. ИВТМ-7/4 с первичным преобразователем ИПТВ-03-01, рег. № 15500-12*. Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76.

Продолжение таблицы 3

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
	Средство измерений напряжения переменного тока питающей сети в диапазоне от 150 до 260 В с относительной погрешностью в пределах $\pm 2\%$. Средство измерений частоты переменного тока в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,1$ Гц.	Мультиметр цифровой Fluke 17B+, рег. № 59778-15
п. 8.3 Опробование	Эталон единицы счетной концентрации взвешенных частиц в жидкости, соответствующий требованиям не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105 (для контроля концентрации тестовой пробы). Регулятор расхода жидкости в диапазоне от 30 до 60 см ³ /мин (для обеспечения подачи пробы). Для создания тестовой жидкой пробы: - образец монодисперсного латекса с любым размером частиц из диапазона от 0,2 до 1,0 мкм; - чистая вода (без содержания частиц размером от 0,1 мм и более) Секундомер с минутной шкалой, емкость минутной шкалы 60 мин, ц.д. 1 мин, емкость секундной шкалы 60 с, ц.д. 0,2 с, класс точности 2 (для контроля времени подачи пробы)	Государственный рабочий эталон единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов в диапазоне значений размеров частиц от 0,01 до 1000 мкм, счетной концентрации частиц от 10 до 10 ¹² дм ⁻³ , массовой концентрации частиц от 0,01 до 10000 мг/м ³ , рег. № 3.1.ZZT.0224.2016 (далее – рабочий эталон). Рабочий эталон включает систему подачи жидкости с регулированием расхода и образцы монодисперсных латексов. Вода для лабораторного анализа по ГОСТ Р 52501-2005 (без содержания частиц размером от 0,1 мм и более). Секундомер механический СОСпр-2а, рег. № 11519-06.
п.10.1 Проверка номинального объемного расхода отбираемой пробы и определение относительной погрешности его установки	Эталон единицы счетной концентрации частиц в взвеси, соответствующий требованиям не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105. Секундомер с минутной шкалой, емкость минутной шкалы 60 мин, ц.д. 1 мин, емкость секундной шкалы 60 с, ц.д. 0,2 с, класс точности 2 (для контроля времени отбора пробы). Вода для лабораторного анализа по ГОСТ Р 52501-2005 (без содержания частиц размером от 0,1 мм и более). Мерная посуда вместимостью не менее 50 см ³ и ценой деления не более 1 см ³ .	Рабочий эталон рег. № 3.1.ZZT.0224.2016 Рабочий эталон включает образцы монодисперсных латексов. Секундомер механический СОСпр-2а (рег. № 11519-06) Вода для лабораторного анализа по ГОСТ Р 52501-2005 (без содержания частиц размером от 0,1 мм и более). Мерная лабораторная стеклянная посуда по ГОСТ 1770-74

Окончание таблицы 3

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
п.10.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в жидкости	Эталон единицы счетной концентрации частиц в взвеси, соответствующий требованиям не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105. Стандартный образец гранулометрического состава (монодисперсный полистирольный латекс) с размером частиц в диапазоне от 0,2 до 1,0 мкм (для создания тестовых жидких проб). Секундомер с минутной шкалой, емкость минутной шкалы 60 мин, ц.д. 1 мин, емкость секундной шкалы 60 с, ц.д. 0,2 с, класс точности 2 (для контроля времени отбора пробы). Вода для лабораторного анализа по ГОСТ Р 52501-2005 (без содержания частиц размером от 0,1 мм и более). Мерная посуда вместимостью не менее 50 см ³ и ценой деления не более 1 см ³ .	Рабочий эталон рег. №3.1.ZZT.0224.2016 Рабочий эталон включает образцы монодисперсных латексов. Секундомер механический СОСпр 2а (рег. № 11519-06). Вода для лабораторного анализа по ГОСТ Р 52501-2005 (без содержания частиц размером от 0,1 мм и более). Мерная лабораторная стеклянная посуда по ГОСТ 1770-74
* «рег. №__» – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.		

5.2 Счетчик не имеет собственного дисплея. Работа и отображение данных осуществляется с использованием персонального компьютера с предустановленным программным обеспечением (далее -ПО) LS Software, разработанным изготовителем.

5.3 Для работы поверяемого счетчика требуется персональный компьютер (далее – ПК) с характеристиками: под управлением Windows 11, с процессором i5 или выше, 16 ГБ оперативной памяти и 256 ГБ памяти для хранения данных, не менее одного свободного USB порта.

П р и м е ч а н и е – Персональный компьютер в комплектности счетчика не предусмотрен.

5.4 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 3, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик счетчика с требуемой точностью.

5.5 Все средства поверки должны быть исправны. Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены, эталоны аттестованы, результаты поверки должны содержаться в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений с неистекшим сроком действия на время проведения поверки счетчика.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При выполнении поверки соблюдать правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый счетчик и средства поверки, правила безопасности при работе с электрооборудованием, питающимся от сети переменного тока напряжением до 1000 В.

7 Внешний осмотр

7.1 Проверить комплектность счетчика на соответствие паспорту. Проверить соответствие внешнего вида описанию типа СИ. К комплектности счетчика должно быть приложено (по требованию поверителя) ПО LS Software, необходимое для отображения данных на ПК.

7.2 Провести внешний осмотр счетчика и на предмет наличия, полноты и целостности маркировки, а также пломбировочной наклейки компании изготовителя и отсутствия видимых повреждений и загрязнений, которые могут повлиять на работу счетчика.

7.3 Счетчик считать пригодным к проведению поверки, если:

- комплектность достаточна для проведения поверки;
- внешний вид счетчика соответствует описанию типа СИ;
- имеется четкая маркировка. В маркировку включены все идентификационные данные счетчика: тип (модель) и серийный номер, сведения о компании изготовителе и иные сведения согласно описанию типа;
- пломбировочная наклейка компании изготовителя в наличии;
- видимые повреждения и загрязнения отсутствуют;
- блок питания и коммуникационный кабель в исправности.

В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Измерить соответствующими средствами измерений параметры окружающей среды (температуру, влажность, атмосферное давление) и питающей сети (напряжение и частоту переменного тока). Параметры должны соответствовать требованиям раздела 3 настоящей методики поверки.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Установить поверяемый счетчик на горизонтальную поверхность.

8.2.2 Разместить ПК в месте, удобном для подключения к поверяемому счетчику и просмотру данных.

8.2.3 Установить (при необходимости) на ПК ПО LS Software из комплектности счетчика.

8.2.4 Подготовить счетчик к работе согласно руководству по эксплуатации и осуществить подсоединения сливной трубки, далее подключить счетчик к ПК и сети питания.

П р и м е ч а н и е – При подключении счетчика к источнику питания, счетчик должен быть в выключенном состоянии (кнопка переключения питания в положении «О»).

8.2.5 Включить счетчик нажатием соответствующей кнопки. Подача питания на счетчик подтверждается постоянным свечением индикатора состояния **STATUS**, расположенного на задней панели корпуса счетчика.

8.2.6 После запуска ПО LS Software и включения счетчика на компьютере появится стартовое окно, показанное на рисунке 1.

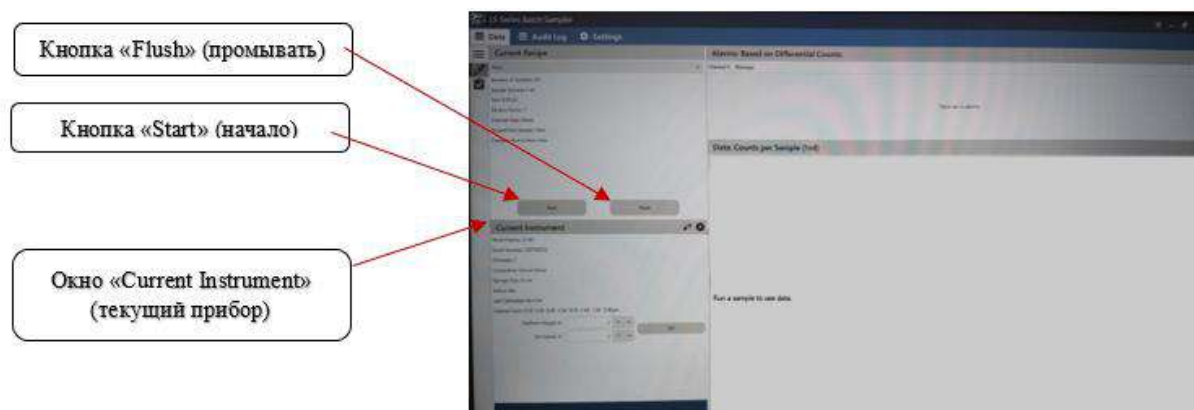


Рисунок 1 – Стартовое окно ПО LS Software счетчика частиц в жидкости LS-60

8.2.7 Установить последовательное соединение счетчика с ПК. Сохранить успешное подключение. Проверить наличие отметки о готовности счетчика к работе в поле «**Status**» информационной строки. В данном поле должна быть отметка «**Idle**», подтверждающая готовность счетчика к работе. После чего осуществить необходимые для отбора пробы и измерения настройки: высоту платформы, скорость перемешивания, режим измерения. Настройки осуществлять в соответствии с рекомендациями руководства по эксплуатации.

8.2.8 Промыть проточную ячейку, прокачав через нее не менее 1 мл чистой воды (без содержания частиц размером 0,1 мкм и более). Промывка начинается нажатием кнопки «**Flush**» (промывка) в окне «**Current Recipe**» (текущий режим) и завершается нажатием кнопки «**Stop**» (остановка).

П р и м е ч а н и е – Проточная измерительная ячейка неэксплуатируемого счетчика всегда заполнена жидкостью, защищая ее от пересыхания. Промывка осуществляется перед каждой серией измерений. При длине входной трубки прибора менее 25 см, для промывки достаточно задать объем в 1 мл.

8.2.9 После подготовки счетчика к работе и подготовки пробы к измерениям, счетчик начнет процесс измерений с момента нажатия кнопки «**Start**».

8.3 Опробование

8.3.1 Подготовить счетчик к работе согласно п.8.2 настоящей методики поверки, провести пробное измерение и проверить способность счетчика выполнять измерения.

8.3.2 При включении счетчика проверить его индикатор состояния «**STATUS**». Он должен постоянно светиться, что подтверждает подачу питания на счетчик. Проверить связь счетчика с компьютером. Связь установлена, если в окне «**Current Instrument**» стартового экрана ПО отображается серийный номер, совпадающий с маркировкой подключенного к компьютеру счетчика. Проверить готовность счетчика к работе в поле «**Status**» в информационной строке ПО. В данном поле должна быть отметка «**Idle**», что подтверждает готовность счетчика к работе.

8.3.3 Проверить способность счетчика осуществлять отбор пробы и отсчет частиц. Для этого подготовить пробу на основе образца монодисперсного латекса с размером частиц из диапазона от 0,2 до 2,0 мкм. Для проверки достаточно пробы объемом 50 см³. Поместить пробу в стакане на платформу счетчика, установить режим измерений «**Basic**» и запустить процесс измерения нажатием кнопки «**Start**». Счетчик осуществляет отбор пробы и отсчет частиц, если:

- вместо отметки «**Idle**» в поле «**Status**» появляется сообщение об отборе проб («**Sampling**»);
- индикатор состояния «**Sample ... of ...**» показывает процесс измерения в реальном времени;
- по окончании процесса измерения, заканчивающегося автоматически, отображаются результаты измерения в числовом и графическом виде в соответствующих областях рабочего экрана ПО («**Counts per Sample**» и «**Samples**»), рисунок 2.

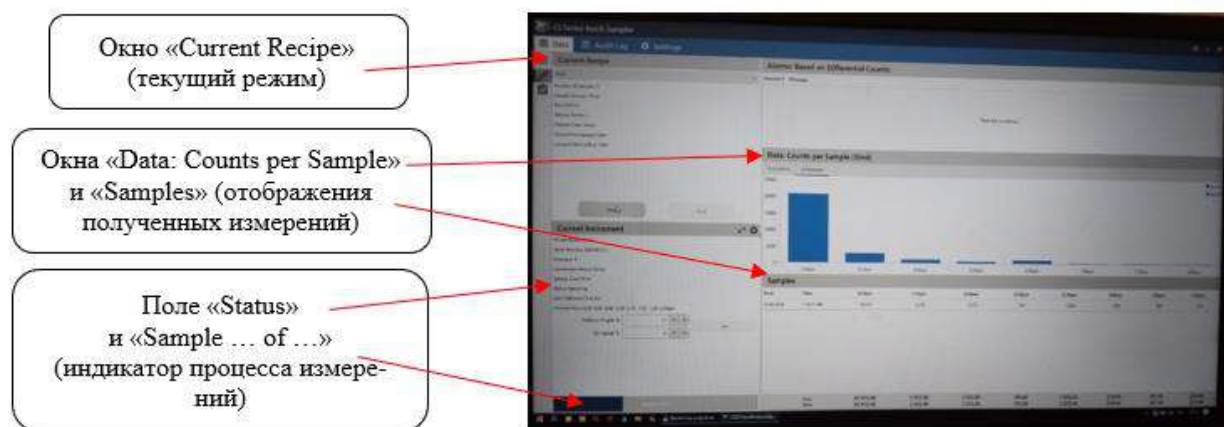


Рисунок 2 – Область рабочего экрана ПО LS Software счетчика частиц в жидкости LS-60

8.3.4 Результаты выполнения операций поверки считать положительными, если при подготовке к работе индикатор состояния «STATUS» показывает правильное подключение, установлена связь с ПК, а при прохождении пробы жидкости через измерительную ячейку, выполняется процесс измерений и счет частиц, сообщений о сбоях и ошибках не установлено.

8.3.5 В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Подготовить счетчик к работе согласно пункту 8.2 настоящей методики поверки.

9.2 Идентификационные данные и версия метрологически значимого ПО отображаются в окне «Current Instrument» (текущий прибор), при установлении последовательного соединения счетчика с ПК (рисунок 3).

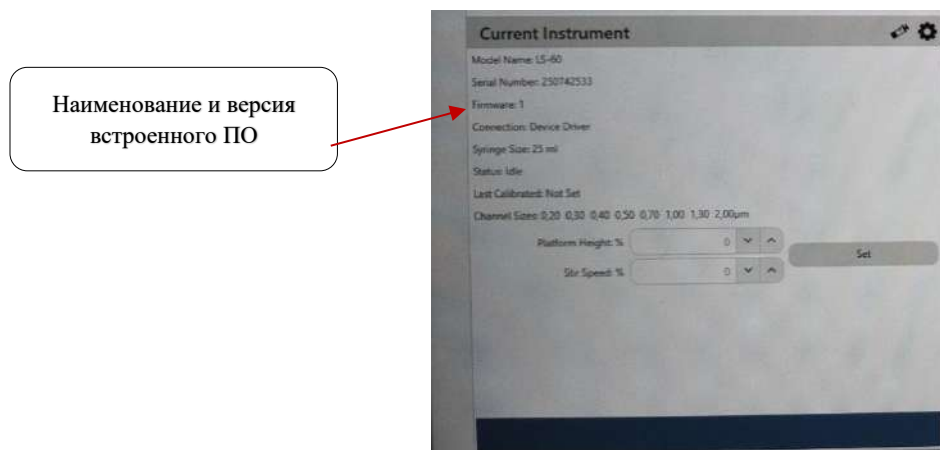


Рисунок 3 – Окно «Current Instrument» (текущий прибор), о встроенном ПО счетчика частиц в жидкости LS-60

9.3 Сличить отображаемые наименование и версию ПО с указанными в описании типа.

9.4 Результаты выполнения операции поверки ПО считать положительными, если отображаемые наименование и версия ПО соответствуют указанным в описании типа. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Проверка номинального объемного расхода отбираемой пробы и определение относительной погрешности его установки

10.1.1 Подготовить счетчик к работе согласно п. 8.2 настоящей методики поверки.

10.1.2 В качестве контрольного СИ по определению интервала времени прокачки пробы использовать секундомер механический СОСпр-2а (далее – секундомер).

10.1.3 В качестве контрольной пробы использовать пробу чистой воды для лабораторного анализа по ГОСТ Р 52501-2005 (без содержания частиц 0,1 мкм и более). Объем пробы жидкости ($V_{нач}$ и $V_{конеч}$) определять по нижнему краю мениска уровня деления на шкале мерной емкости.

10.1.4 Поверку счетчика провести следующим образом:

- а) Поместить в мерную емкость 500 см³ пробы с чистой водой;
- б) Установить емкость с пробой на платформу счетчика и опустить в нее пробоотборную трубку, при этом край пробоотборной трубки должен быть погружен в емкость полностью, при необходимости отрегулировать положение платформы;
- в) Запустить процесс промывки нажатием кнопки **Flush** и одновременно начать отсчет времени секундомером. Через 1 мин остановить процесс промывки нажатием кнопки **Stop**;
- г) Измерить остаточный объем воды в емкости;
- д) Повторить пункт «в» еще четыре раза.

10.1.5 Рассчитать относительную погрешность установки объемного расхода пробы жидкости следующим образом:

а) Вычислить объемный расход отбираемой пробы при каждом i -м процессе прокачки в [см³/мин] по формуле (1):

$$q_{\text{расч } i} = \frac{V_{\text{нач } i} - V_{\text{конеч } i}}{t_i}, \quad (1)$$

где $V_{\text{нач } i}$ – объем пробы в мерном стакане для отбора до начала i -го измерения, см³;

$V_{\text{конеч } i}$ – объем пробы в мерном стакане для отбора после окончания i -го измерения, см³;

t_i – время i -го измерения, измеренное секундомером, мин.

б) Определить относительную погрешность установки объемного расхода отбираемой пробы по формуле (2):

$$\delta_{q i} = \frac{q_{\text{расч } i} - q_{\text{ном}}}{q_{\text{ном}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $q_{\text{ном}}$ – номинальный объемный расход отбираемой пробы, см³/мин.

10.1.6 Результаты операции поверки считать положительными, если счетчик осуществляют отбор пробы с номинальным объемным расходом пробы 60 см³/мин, при этом значения относительной погрешности установки объемного расхода находятся в допустимых пределах $\pm 5 \%$. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

10.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в жидкости

10.2.1 При выполнении операции поверки использовать подготовленные пробы на основе монодисперсных латексов с размерами частиц 1,0 мкм и чистой воды для лабораторного анализа по ГОСТ Р 52501-2005 (без содержания частиц 0,1 мкм и более). Каждую пробу готовить с концентрациями частиц в жидкости $(0,02 \pm 0,01)$, (50 ± 10) , (100 ± 20) , (1000 ± 200) , (3500 ± 500) см⁻³ и непосредственно перед ее измерением. Объем пробы каждой концентрации 50 см³. Концентрацию установить с помощью рабочего эталона. Размер латексных частиц контролировать анализатором частиц из состава рабочего эталона.

10.2.2 Подготовить счетчик к работе согласно п. 8.2 настоящей методики поверки.

10.2.3 Для проведения поверки установить на компьютере параметры измерений: режим измерений «**Basic**», с предустановленным количеством измерений равным 5-ти и объемом единичной пробы в 1 мл.

10.2.4 Операции поверки при каждой контрольной концентрации выполнить следующим образом:

а) Приготовить тестовую пробу с данной концентрацией объемом 50 см³.

б) Емкость с пробой поместить на платформу счетчика и опустить в нее пробоотборную трубку, при этом край пробоотборной трубки должен быть погружен в емкость полностью;

в) Запустить процесс измерений на счетчике нажатием кнопки «**Start**». После завершения процесса измерений, 5 полученных показаний занести в протокол поверки.

10.2.5 Вычислить относительную погрешность измерений счетной концентрации взвешенных частиц в жидкости ($\delta_{C i}$, %) по формуле (3):

$$\delta_i = \frac{C_{\text{си } i} - C_{\text{эт}}}{C_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $C_{\text{си } i}$ – i -е показание счетчика при измерении для данной пробы, см⁻³;

$C_{\text{эт}}$ – значение счетной концентрации частиц в данной пробе, полученное с помощью рабочего эталона, см⁻³.

10.2.6 Результаты выполнения операции поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в жидкости находятся в допустимых пределах $\pm 30 \%$ в диапазоне от 0,01 до 4000 см⁻³. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки счетчик признается годным, при отрицательных результатах поверки счетчик бракуется и к дальнейшей эксплуатации не допускается.

11.3 Результаты поверки счетчика подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца счетчика или лица, представившего его на поверку, на счетчик выдается свидетельство о поверке (при положительных результатах поверки) с нанесенным на него знаком поверки или извещение о непригодности к применению (при отрицательных результатах поверки) с указанием причин забракования.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Д.М. Балаханов

Ведущий инженер лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.Б. Потапова