



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.А. Денисенко

М.П.



«09» 04 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы контроля топлива судовые Кайман

Методика поверки

РТ-МП-373-208-2025

г. Москва
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	5
3 Требования к условиям проведения поверки	6
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
6 Внешний осмотр СИ	7
7 Подготовка к поверке и опробование СИ	7
8 Проверка программного обеспечения СИ	7
9 Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	8
10 Оформление результатов поверки	10

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на системы контроля топлива судовые Кайман (далее – системы), изготавливаемые АО «Моринсис-Агат-КИП» (г. Рязань), и устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок.

1.2. При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых средств измерений (далее – СИ):

– к государственному первичному специальному эталону единицы массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объёмного расходов жидкости, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356;

– к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 °C до 3200 °C ГЭТ34-2020 и государственному первичному эталону единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 K до 273,16 K ГЭТ35-2021 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утверждённой приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712;

– к государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ18-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений плотности, утверждённой приказом Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603;

– к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459;

– к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утверждённой приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520;

– к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ4-91 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \times 10^{-16} \div 100$ A, утверждённой приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091;

– к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ14-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.

1.3. Для единиц величин, у которых не проводится экспериментальное определение метрологических характеристик при поверке системы, прослеживаемость подтверждается сведениями о положительных результатах поверки средств измерений этих величин из состава системы, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.4. Передача системе единиц величин осуществляется методом непосредственных сличений и прямых измерений.

1.5. Состав системы указан в формуляре на конкретную систему. Поверка в сокращённом объёме для меньшего числа независимых каналов измерений проводится на основании письменного заявления владельца СИ или лица, предоставляющего СИ на поверку. Такими каналами являются: объёмного расхода, массового расхода, плотности, уровня, температуры топлива, напряжения постоянного тока, силы постоянного тока, температуры внешних датчиков.

При оформлении результатов поверки должна быть указана информация об объёме проведённой поверки.

1.6. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня топлива, м	от 0,2 до 15,0
Диапазон измерений температуры топлива, °C	от - 40 до + 70
Диапазон измерений объёмного расхода, м ³ /ч	от 0,05 до 630
Диапазон измерений массового расхода топлива потребителями, кг/ч	от 3 до 15 000
Диапазон измерений массового расхода при приёме/выдаче топлива, кг/ч	от 3 до 540 000
Диапазон измерений плотности топлива, кг/м ³	от 750 до 1300
Пределы допускаемой погрешности измерений массы при косвенном методе динамических измерений при температуре окружающей и измеряемой среды +20 °C в зависимости от исполнения расходомеров, %	± 0,4; ± 0,6; ± 1,2
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений массы при косвенном методе динамических измерений, вызванной отклонением температуры окружающей среды от значения +20 °C на каждые 10 °C в рабочем диапазоне температур, %	± 0,1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений массы при косвенном методе динамических измерений, вызванной отклонением температуры измеряемой среды от значения +20 °C на каждые 10 °C в рабочем диапазоне температур, %	± 0,2
Пределы допускаемой погрешности измерений массы при косвенном методе статических измерений в зависимости от исполнения уровнемеров, %	± 1,5; ± 3,0
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений уровня топлива, мм	± 2,5; ± 5,0; ± 10,0
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений уровня, вызванной отклонением температуры окружающей среды от значения температуры градуировки ¹⁾ на каждые 10 °C в рабочем диапазоне температур, в долях от пределов абсолютной основной погрешности	± 0,05
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений уровня, вызванной отклонением температуры измеряемой среды от значения температуры градуировки ¹⁾ на каждые 10 °C в рабочем диапазоне температур, в долях от пределов абсолютной основной погрешности	± 0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C	± 0,5
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений объёмного расхода топлива ²⁾ , % - в диапазоне скорости от 3 до 10 м/с - в диапазоне скорости от 0,03 до 3 м/с	± 0,25; ± 0,5; ± 1,0 ± 0,75/v; ± 1,5/v; ± 3/v
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений объёмного расхода, вызванной отклонением температуры окружающей среды от значения температуры градуировки ³⁾ на каждые 10 °C в рабочем диапазоне температур, % предела основной погрешности	± 0,1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений объёмного расхода, вызванной отклонением температуры измеряемой среды от значения температуры градуировки ⁴⁾ на	± 0,2

каждые 10 °C в рабочем диапазоне температур, % предела основной погрешности	
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений плотности топлива, кг/м ³	± 1,5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений плотности, вызванной отклонением температуры окружающей среды от значения температуры градуировки ¹⁾ на каждые 10 °C в рабочем диапазоне температур, кг/м ³	± 0,1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений плотности, вызванной отклонением температуры измеряемой среды от значения температуры градуировки ¹⁾ на каждые 10 °C в рабочем диапазоне температур, кг/м ³	± 0,15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры топлива, °C	± 0,5
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 10
Диапазон измерений силы постоянного электрического тока, мА	от 4 до 20
Диапазон преобразований значений электрического сопротивления ТС в значение температуры, Ом	от 82 до 143
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	± 1,0
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений силы постоянного тока, %	± 1,0
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразования значений электрического сопротивления ТС в значение температуры, %	± 1,0

П р и м е ч а н и я :

- Значение температуры градуировки +20 °C.
- v – скорость потока жидкости, м/с.
- Значения температуры градуировки окружающей среды: +20 °C; +25 °C; +35 °C; +50 °C.
- Значения температуры градуировки измеряемой среды: +20 °C; +25 °C; +35 °C; +50 °C; +70 °C.

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр СИ	6	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование СИ	7	да	да
3. Проверка программного обеспечения СИ	8	да	да
4. Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	9	да	да

5. Оформление результатов поверки	10	да	да
-----------------------------------	----	----	----

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 °C до 25 °C.

3.2. При поверке на месте эксплуатации условия должны соответствовать условиям эксплуатации, указанным в формуляре на систему, а также применяемых СИ и эталонов.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1. При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 9	СИ температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 10 °C до 40 °C, ПГ ±0,5 °C; СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 90 %, ПГ ±3 %; СИ атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, ПГ ±0,5 кПа	Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 46434-11
9.1	Рабочий этalon единицы постоянного электрического тока 2-го разряда в диапазоне измерений от 4 до 20 мА согласно приказа Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091	Калибратор процессов АКИП-7304, рег. № 74162-19
9.2	Рабочий этalon единицы электрического напряжения постоянного тока 3-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 10 В согласно приказа Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520	Калибратор процессов АКИП-7304, рег. № 74162-19
9.3	Рабочий этalon единицы электрического сопротивления 4-го разряда в диапазоне измерений от 80 до 200 Ом согласно приказа Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Магазин сопротивления ПрофКИП Р4834М, рег. № 80016-20
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеют группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на поверяемые СИ, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Внешний осмотр СИ

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- соответствие СИ описанию и составу, приведённому в описании типа;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие заводских номеров и маркировки.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

7. Подготовка к поверке и опробование СИ

7.1. Проверить соответствие условий поверки по п. 3.

7.2. Подготовить СИ и эталоны к проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.3. Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

Проверить функционирование системы для чего:

- на аналоговые входы Агат-ПЛК подать значения тока, напряжения, сопротивления;
- последовательно сымитировать обрыв линии связи с измерительными компонентами.

Результат испытаний по данному пункту считают положительным, если:

- на мониторе системы отображаются текущие значения уровня, температуры, плотности, расхода жидкости, тока, напряжения, сопротивления (температуры внешних датчиков);

- при обрыве линии связи система выдаёт соответствующее сообщение.

8. Проверка программного обеспечения СИ

8.1. Контрольную сумму метрологически значимой части libmetrolog_kit.so.1.0.0 внешнего программного обеспечения (далее — ПО) «Контроль-Р» рассчитать, используя встроенные средства операционной системы Windows или стороннего ПО, например HashTab. Для проверки встроенными средствами операционной системы Windows необходимо скопировать файл libmetrolog_kit.so.1.0.0 в корень диска C, запустить командную строку операционной системы Windows и ввести следующую команду:

```
certutil -hashfile C:\libmetrolog_kit.so.1.0.0 SHA1
```

Номер версии внешнего ПО отображается в окне «О программе», вызываемом из вкладки «Справка» главного окна.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 4.1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

Таблица 4.1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	«Контроль-система»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.x.xx
Метрологически значимая часть ПО	libmetrolog_kit.so.1.0.0
Цифровой идентификатор метрологически значимой части (алгоритм SHA-1)	C6438379EE561F3B9CB570D4A962 0121CB8F31AC
Примечания:	
1.	Просмотр значения номера версии (идентификационного номера) ПО и цифрового

идентификатора доступен в ПО «Контроль-отчёт».

2. «х» может принимать значение от 0 до 9.

8.2. Просмотр значения номера версии (идентификационного номера) ПО Агат-ПЛК провести в ПО «Контроль-отчёт».

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 4.2.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

Таблица 4.2 – Идентификационные данные ПО Агат-ПЛК

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.xx.xx.xx
Цифровой идентификатор метрологически значимой части (алгоритм CRC-32)	55d4d066
Примечание – «х» может принимать значение от 0 до 9.	

9. Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

9.1. Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока (при наличии)

Определение погрешности проводится для каждого аналогового входа программируемых логических контроллеров Агат-ПЛК системы. Схема подключения контрольно-измерительной аппаратуры приведена в руководстве по эксплуатации.

Подключить калибратор напряжения (тока) ко входам напряжения (тока) контроллера Агат-ПЛК. Последовательно подать значения 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % от диапазона измерений. Записать измеренные значения. В каждой точке провести не менее двух измерений.

Приведённую погрешность γ_x , %, рассчитать по формуле

$$\gamma_x = \frac{X_i - X_3}{X_d} \cdot 100, \quad (1)$$

где X_i – напряжение (ток), измеренный контроллером системы, В (mA);

X_3 – напряжение (ток), заданный калибратором, В (mA);

X_d – диапазон измерений напряжения (тока), В (mA).

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

9.2. Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразования значений электрического сопротивления ТС в значение температуры (при наличии)

Определение погрешности проводится для каждого входа сопротивления программируемых логических контроллеров Агат-ПЛК системы. Схема подключения контрольно-измерительной аппаратуры приведена в руководстве по эксплуатации.

Задать на эталоне значения сопротивления, указанные в таблице 5. Считать с соответствующего входа системы измеренные значения.

Таблица 5 — Номинальные статические характеристики

$T_i, ^\circ\text{C}$	$R_0, \text{Ом}$			
	TСП100		TCM100	
	$\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
-40	84,27	84,03	82,79	82,96
-20	92,16	92,04	91,42	91,48
0	100,00	100,00	100,00	100,00
+20	107,79	107,91	108,56	108,52
+70	127,08	127,50	129,96	129,82
+100	138,51	139,11	142,80	142,60

Примечания:

- При первичной поверке при выпуске системы из производства выбирают произвольный тип ТС.
- Для ТС другого типа значения задавать согласно ГОСТ 6651-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний».

Приведённую погрешность $\gamma T_R, \%$, рассчитать по формуле

$$\gamma T_R = \frac{T_{Ri} - T_{R\Delta}}{T_{R\Delta}} \cdot 100, \quad (2)$$

где T_{Ri} – температура, измеренная контроллером системы, $^\circ\text{C}$;
 $T_{R\Delta}$ – температура, заданная эталоном сопротивления, $^\circ\text{C}$;
 $T_{R\Delta}$ – диапазон измерений температуры, $^\circ\text{C}$.

За результат принимают худшее из полученных значений.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

9.3. Определение погрешности при измерении уровня, температуры, плотности и объёмного расхода жидкости

Метрологические характеристики системы определяют методом поэлементного определения метрологических характеристик средств измерений, входящих в состав системы, в соответствии с документами на методики поверки, приведёнными в таблице 6.

После монтажа в системе поверенных средств измерений проверить работоспособность данных каналов в соответствии с руководством по эксплуатации.

Таблица 6 – СИ, применяемые в составе системы, и документы на методики их поверки

Тип СИ	Рег. №	Документ на методику поверки СИ
Уровнемеры Агат-У	94351-25	МП 208-078-2024 «ГСИ. Уровнемеры Агат-У. Методика поверки»
Плотномеры Агат-П	94074-24	МП 208-077-2024 «ГСИ. Плотномеры Агат-П. Методика поверки»
Расходомеры Агат-Р	94076-24	МП 208-079-2024 «ГСИ. Расходомеры Агат-Р. Методика поверки»

Примечание – Перед проведением поверки по указанным документам целесообразно проверить статус их действия.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если соответствующие каналы работоспособны и имеются положительные сведения о результатах поверки СИ, входящих в состав системы.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

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

10.3. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в формуляре и (или) дополнительно по заявлению владельца свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

10.4. При проведении поверки в сокращённом объёме в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «дополнительные сведения» указать «проверка в сокращённом объеме по каналам...». В этом же разделе указать состав системы.

10.5. Знак поверки на СИ не наносится.

10.6. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и дополнительно по заявлению владельца оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

Разработали:

Начальник отдела 208


Б.А. Иполитов

Ведущий инженер отдела 208


А.А. Сулин